

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ECEE

MAESTRÍA EN GESTIÓN DE RIESGO

INCORPORADA A LA SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
RVOE 2007252

**“COBERTURA DEL RIESGO DEL PRECIO DEL
PETRÓLEO EN LAS EXPORTACIONES CON
DERIVADOS, AÑOS (2004-2010)”**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRA EN GESTIÓN DE RIESGO

PRESENTA:

VANIA MARÍA JIMÉNEZ SÁNCHEZ

DIRECTOR DE LA TESIS:

MTRO. GABRIEL PÉREZ DEL PERAL

MÉXICO, D.F.

2011

A DIOS:

Gracias por mi familia y ser mi guía.

A MI MAMÁ:

Gracias por darme la vida, por tu amor y por darme ánimos en cada paso que doy.

A MI TÍA LULÚ:

Gracias, porque sin tu apoyo no hubiera podido lograr la culminación de mi Maestría.

A MAMITA Y MAGUI:

Gracias por apoyarme todos los fines de semana en los cuales no pude pasar más tiempo con ustedes.

A MIS TÍOS:

Gracias, porque sin su apoyo no hubiera podido lograr mis estudios.

A MI PROMETIDO LUIS:

Gracias por ser mí mejor amigo y por los consejos que me diste a lo largo de la maestría.

A MIS PROFESORES:

Gracias por la asesoría y su valiosa ayuda y cooperación, que hicieron posible la cúspide de mis estudios.

“COBERTURA DEL RIESGO DEL PRECIO DEL PETRÓLEO EN LAS EXPORTACIONES CON DERIVADOS, AÑOS (2004-2010)”

ÍNDICE:

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA	6
1.2 NECESIDADES A RESOLVER.....	12
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	12
1.4 OBJETIVOS PARTICULARES.....	12
1.5 PREGUNTAS DE INVESTIGACION	13
1.5.1 Preguntas de investigación principal	13
1.5.2 Preguntas de investigación secundarias	13
1.6 HIPOTESIS	13
1.6.1 Fundamental	13
1.6.2 De investigación.....	14
1.6.3 Variables	14
1.7 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
PRIMERA PARTE	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.....	17
2.1.1 DEFINICIÓN DEL RIESGO	17
2.1.2 RIESGO SISTÉMICO Y NO SISTÉMICO	19
2.1.3 TIPOS DE RIESGOS FINANCIEROS	21
2.1.4 PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	24
2.1.5 RIESGO Y RENDIMIENTO	28
2.2 LOS DERIVADOS	32
2.2.1 DEFINICION DE UN DERIVADO	32
2.2.2 TIPOS DE DERIVADOS	33
2.2.3 FORWARDS	36
2.2.4 FUTUROS.....	39
2.2.5 SWAPS	45
2.2.6 OPCIONES	48
2.2.7 VALUACIÓN DE OPCIONES POR MODELO BLACK & SCHOLES	54
2.2.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD “LAS GRIEGAS”	55
2.3 MODELOS DE MEDICIÓN DE RIESGOS	57
2.3.1 PROCESO ESTOCÁSTICO	57

2.3.2 CÁLCULO ESTOCÁSTICO Y LEMA DE ITÔ.....	60
2.3.3 VOLATILIDAD.....	62
2.3.4 SERIES DE TIEMPO.....	64
2.3.5 SIMULACIÓN MONTECARLO.....	70
CAPITULO III: MARCO DE REFERENCIA.....	71
3.1 PETROLEOS MEXICANOS.....	71
3.1.1 PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO.....	74
3.1.2. RESERVAS DEL PETRÓLEO.....	77
3.1.3 REFINACIÓN.....	80
3.1.4 SITUACION FINANCIERA.....	82
3.1.4.1 ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS.....	82
3.1.4.2 ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	83
3.1.4.4 RAZONES FINANCIERAS.....	85
3.1.5 INVERSIÓN.....	87
3.1.6. RIESGOS DE PEMEX.....	89
3.2 BALANZA DE PAGOS.....	90
3.2.1 EXPORTACIONES DE PETRÓLEO.....	90
3.2.2 CUENTA CORRIENTE DE LA BALANZA DE PAGOS.....	93
3.3 IMPORTANCIA DE PEMEX SOBRE LAS FINANZAS PÚBLICAS.....	98
3.3.1 INGRESOS PETROLEROS.....	98
3.3.2 PARTICIPACIÓN DE LOS INGRESOS PETROLEROS SOBRE EL TOTAL.....	100
3.3.3 CONSECUENCIAS DE LA DEPENDENCIA DEL PETRÓLEO.....	101
3.3.4 RÉGIMEN FISCAL.....	103
3.3.5 CAMBIOS EN LA REFORMA ENERGÉTICA.....	104
SEGUNDA PARTE.....	107
CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	107
4.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	107
4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	108
4.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	108
4.4 DIAGRAMA DEL FLUJO DE INFORMACIÓN.....	110
4.5 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	111

CAPITULO V: “COBERTURA DEL RIESGO DEL PRECIO DEL PETRÓLEO EN LAS EXPORTACIONES CON DERIVADOS, AÑOS (2004-2010)”112

5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS INGRESOS PETROLEROS (ESCENARIO A)..... 112

5.1.1 ESTIMACIÓN DEL MODELO..... 113

5.1.2 AUTOCORRELACIÓN..... 116

5.1.3 HETEROCEDASTICIDAD 118

5.1.4 ESTACIONARIEDAD..... 118

5.2 APLICACIÓN DE DERIVADOS EN LOS INGRESOS PETROLEROS (ESCENARIO B)..... 122

5.2.1 FORWARDS 122

5.2.2 FUTUROS..... 128

5.2.3 SWAPS 129

5.2.4 OPCIONES 135

5.3 PLANTEAMIENTO DEL MODELO DE COBERTURA: ESCENARIO A VS ESCENARIO B 139

5.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS..... 143

5.4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS FUNDAMENTAL..... 144

5.4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA 146

CONCLUSIONES.....152

I. REFERENTE A LA INVESTIGACIÓN..... 152

II. CONCLUSIONES GENERALES..... 154

GLOSARIO.....157

BIBLIOGRAFIA.....159

WEBGRAFIA.....159

REVISTAS ESPECIALIZADAS160

ANEXO 1: CONCEPTOS DE ESTADÍSTICA.....161

1. 1 VARIABLE ALEATORIA DISCRETA..... 161

1.2 VARIABLE ALEATORIA CONTINUA 162

1.3 DISTRIBUCIÓN NORMAL..... 162

1.4 COVARIANZA..... 164

1.5 CORRELACION..... 165

ANEXO 2: EJEMPLOS DE DERIVADOS	166
2.1 FORWARDS	166
2.2 FUTUROS.....	166
2.3 SWAPS	167
2.4 OPCIONES	168
ANEXO 3: CONCEPTOS DE ECONOMETRÍA.....	170
3.1 MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS	170
3.2 HETEROCEDASTICIDAD	171
3.3 MULTICOLINEALIDAD.....	172
3.4 AUTOCORRELACION.....	173
3.5 ESTACIONALIDAD DE UN PROCESO ESTOCÁSTICO	174
CUADROS Y GRÁFICOS	175
1.1 PRODUCCIÓN DE PETROLEO	175
1.1.1 PRODUCCIÓN TOTAL DE PETRÓLEO.....	175
1.1.2 PRODUCCIÓN POR REGIÓN	175
1.2 RESERVAS DE PETROLEO	177
1.2.1 RESERVAS PROBADAS DE PETROLEO	177
1.2.2 RESERVAS TOTALES DE PETRÓLEO	178
1.3 EXPORTACIONES DE PETROLEO	179
1.4 PRECIOS DEL PETROLEO	182
1.5 BALANZA COMERCIAL DEL PETRÓLEO	183
2. ESTADOS FINANCIEROS	184
2.1 ESTADO DE RESULTADOS.....	184
2.2 BALANCE GENERAL	185
2.3 DEUDA	186
2.4 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS	186
2.5 RAZONES FINANCIERAS	187

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El petróleo es un recurso natural no renovable y fuente importante de ingresos de los países en desarrollo. Las Finanzas Públicas de los países en desarrollo como México, son altamente dependientes de los ingresos provenientes de exportaciones petroleras.

A mayor volatilidad en variables económicas como el tipo de cambio, tasas de interés y precio de materias primas, genera menor estabilidad económica en países emergentes como México. En otras palabras, la incertidumbre en los mercados financieros determina que las operaciones financieras y comerciales se vean expuestas a riesgos.

La exposición al riesgo induce mayores costos para el intercambio comercial y supone barreras para el crecimiento económico de los países menos desarrollados.

Por lo general, reducir los riesgos es una necesidad para todos los agentes económicos que intervienen en las operaciones. Cuando en ellas va involucrado el futuro del precio de activos, de los ingresos de un país, más que una necesidad, minimizar los riesgos constituye una obligación.

La creciente disponibilidad de instrumentos financieros surgidos con los avances científicos y tecnológicos, permite en la actualidad identificar, cuantificar y manejar la exposición a riesgos.

Aunque el riesgo difícilmente es controlable, éste se puede prevenir y minimizar. Es decir, una correcta administración del riesgo de tal forma que permita al país cubrir sus ingresos y así aprovechar los recursos en el desarrollo y sustentabilidad de proyectos de inversión.

En un mercado financiero eficiente, en el cual los agentes económicos cuentan con la misma información, no hay barreras de entrada ni oportunidades de arbitraje, permite la existencia de instrumentos financieros, como derivados, cuyo objeto es la cobertura del riesgo.

El mercado de derivados está formado principalmente por futuros, forwards de diferentes bienes subyacentes, swaps y opciones.

En México, el mercado de derivados es joven, se constituyó en el año de 1994, tomando fuerza en 1998. La apertura del mercado de derivados consolida el sistema financiero mexicano como un mercado atractivo para invertir y dar ventaja competitiva frente al resto del mundo, disminuyendo así el riesgo al cual se expone el país y las empresas que lo conforman.

Esta investigación se plantea como hipótesis fundamental, que **a mayor cobertura del precio de las exportaciones del petróleo, mayores serán los ingresos percibidos por PEMEX y mejor será el manejo de las Finanzas Públicas por parte del Gobierno Federal.**

En segundo lugar, este trabajo plantea como hipótesis de investigación: a mayor volatilidad en variables económicas como el tipo de cambio y precio de materias primas, menor estabilidad económica en países emergentes como México.

Dadas las debilidades estructurales y apertura externa de la economía mexicana, ésta se ve afectada por eventos que se desarrollan en los mercados internacionales como fluctuaciones en tasas de interés, precio de mercancías, tipo de cambio y a los riesgos financieros que provocan las variaciones de las variables antes mencionadas.

México es el sexto mayor productor de petróleo en el mundo y uno de los principales países exportadores de petróleo. Los principales yacimientos de

petróleo en México se localizan en el Golfo de México, y en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche.

El sector petrolero es primordial para la economía mexicana, los ingresos derivados del petróleo constituyen más del 10% de las exportaciones.

Petróleos Mexicanos, creada en 1934, es la compañía paraestatal que se encarga de la exploración y explotación de petróleo y gas en el territorio nacional. Es la segunda empresa petrolera de mayor importancia en América Latina. PEMEX es una pieza clave en el desarrollo económico y social de México.

En 2010, el 17% del Producto Interno Bruto correspondió a la industria manufacturera, de éste 45% lo representó la extracción del petróleo y gas. Por lo que en el 2010, la extracción de petróleo y gas contribuyó con el 8% del PIB.

El 70% de la energía generada por hidrocarburos proviene del petróleo crudo. Los ingresos petroleros del sector público durante el 2010 representaron el 33%.¹

La industria petrolera de México exportó 35,919 millones de dólares en 2010, lo cual representó 13% del total del valor de las exportaciones hechas por nuestro país el año pasado. México exportó 1,361 miles de barriles de petróleo crudo. El que más se vendió fue el tipo Maya y el Olmeca con 1,074 y 212 miles de barriles respectivamente. ² El 87% de petróleo crudo se exportó a América, el 9% a Asia y el 4% al Lejano Oriente; en mayor medida a los países: E.U.A., España y Portugal.

En el mercado internacional, PEMEX se enfrenta a tres tipos de riesgos principalmente: riesgo por tasa de interés, riesgo de tipo de cambio y riesgo por precio de hidrocarburos. Para los dos primeros tipos de riesgo, PEMEX monitorea constantemente la volatilidad de las distintas tasas de interés de referencia y el

¹ www.inegi.gob.mx

² Cfr. www.PEMEX.com.

tipo de cambio; sobre los cuales se encuentra contratado su portafolio de deuda. Por lo anterior, PEMEX contrata los instrumentos financieros de swaps para divisas y tasas de interés.

En cuanto al riesgo por precio de hidrocarburos, la entidad transfiere el riesgo al Gobierno Federal. Dado lo anterior, PEMEX no efectúa coberturas de largo plazo sobre el precio de los hidrocarburos que comercializa.

Como se mencionó anteriormente, dadas las diversas fluctuaciones que han sufrido el tipo de cambio y el precio del petróleo, los ingresos por exportaciones petroleras de PEMEX se ven expuestos a riesgos. Por ejemplo, en el 2009, el volumen de las exportaciones de crudo mexicano disminuyó considerablemente aunado al desplome del precio del mismo.

Así, el objetivo principal de este trabajo es determinar por medio de un derivado financiero la cobertura del riesgo del precio del petróleo.

Este objetivo se descompone en los siguientes objetivos específicos:

- Estructurar la metodología para la administración de riesgos financieros, que constituye un requisito para la selección de instrumentos de cobertura.
- Profundizar en las características de los derivados financieros básicos.
- Demostrar mediante el análisis de los instrumentos de cobertura, la utilidad práctica en la cobertura de riesgos en el comercio internacional.
- Determinar el tipo de derivado que contribuya a la disminución del riesgo de los precios.
- Evaluar la aplicación de los instrumentos financieros en la cobertura de riesgo de las exportaciones petroleras mexicanas.

El trabajo se compone de dos partes. La primera parte comprende dos capítulos y aborda el Marco Teórico y el Marco de Referencia.

En el primer capítulo, el Marco Teórico, se expone el proceso de Administración de Riesgos, los derivados financieros y modelos de Medición de Riesgos. En el segundo capítulo, Marco de Referencia, se describe a Petróleos Mexicanos, la Balanza de Pagos de México y la importancia de PEMEX sobre las Finanzas Públicas.

La segunda parte del trabajo, que contiene otros dos capítulos, aborda los temas de Metodología y la Propuesta para la Cobertura del Riesgo.

En el tercer capítulo se describe el proceso de Metodología de la Investigación. En el último capítulo se aplican los derivados básicos: forwards, futuros, opciones y swaps en los ingresos petroleros, para finalmente establecer el derivado financiero que permita minimizar el riesgo del precio de la mezcla mexicana en las exportaciones.

De forma general, la tesis propone un análisis que integra aspectos teóricos con aplicación en la práctica para determinar la utilización de los instrumentos financieros de cobertura de riesgos de los precios. Además, muestra una visión del impacto de los productos derivados, los cuales ofrecen una ventaja competitiva para la cobertura de riesgos. Por lo tanto, una de las conclusiones más importantes de este trabajo es que la administración de riesgos constituye una medida fundamental para la toma de decisiones, ya que el riesgo es inevitable en la operación de los mercados.

1.1 ANTECEDENTES SOBRE EL TEMA

El riesgo en precio de materias primas es uno de los cuatro básicos tipos de riesgo de mercado. Es el riesgo más antiguo y por el cual la cobertura está basada en el uso de instrumentos derivados. Debido a la aparición y crecimiento de riesgo en los precios de productos básicos, el mercado de derivados de materias primas ha crecido en la última década.

La comercialización de derivados sobre productos o materias primas tuvo su origen con la protección del valor de la cosecha de granos por debajo del costo de los productos de los agricultores de Estados Unidos. Los contratos se ofrecían en diversos productos agrícolas como: algodón, arroz, café, trigo y pimienta.

En los siglos 19 y 20, los legisladores denunciaron la especulación en grano, alegando que la venta de futuros no era de los agricultores.

El primer intercambio organizado se estableció en 1848 con contratos estandarizados en Chicago Board of Trade (CBOT). Posteriormente en 1874 se formó el Chicago Mercantile Exchange (CME). Actualmente CBOT Y CME son las bolsas más grandes de derivados de materias primas en el mundo.

Diversos estudios han demostrado que el mercado de derivados de materias primas ofrece una ventaja para hacer frente a la volatilidad en precios. El Fondo Monetario Internacional (2002) reportó el tamaño de los mercados de derivados y sus efectos sobre las crisis financieras; por su parte Morgan (2001) examinó los intentos de las políticas para reducir los efectos de la volatilidad de precios en los mercados de Commodities. Mayhew (2000) revisó la estabilización de los precios en función del mercado de derivados.³

En su artículo "Pricing Volatility Forecasts for Agricultural Commodities" Benavides (2009), centra su investigación en el rendimiento de los modelos de Series de

³ A Survey of Emerging Derivative Markets; Lien, Donald; Mei Zhang. Emerging Markets Finance & Trade, Mar/Apr2008, Vol. 44 Issue 2, p39-69. Academic Journal.

Tiempo frente a los Modelos de Volatilidad para pronosticar la volatilidad de los rendimientos de los precios futuros para el maíz y el trigo.⁴

Los resultados de la investigación determinaron que el modelo de predicción compuesto fue el más preciso, por haber tenido la menor media cuadrática de los errores. El modelo compuesto incluía series históricas y el pronóstico de la volatilidad implícita.⁵

Hoy en día, el esfuerzo continuo en investigaciones para pronosticar las volatilidades los rendimientos futuros de activos financieros y materias primas ha provocado interés en el estudio de las volatilidades en los mercados de metales.

La caracterización de los rendimientos y el pronóstico de la variabilidad de precios de los activos desempeñan un papel fundamental en el estudio de los mercados financieros. El estudio de Ahmed A.A. Khalifa, "Return Distributions and Volatility Forecasting in Metal Future Markets", se dedica a la estimación de la volatilidad de los mercados: oro, plata y cobre a través de la recolección de datos del periodo 1999 hasta el 2008.⁶

En otros países como India, por ejemplo, el mercado de derivados de commodities ha tenido una gran presencia. Tiene su origen en 1875 a través de la creación de la Asociación de Comercio de Algodón. Sin embargo, en 1952 los derivados fueron prohibidos provocado por el temor de que los derivados para la especulación del combustible causaran un mal funcionamiento en el mercado. Posteriormente desde el 2002, el mercado de derivados en materias primas ha tenido un gran auge en términos de número de contratos intercambiados, número de commodities permitidos para la negociación de derivados, así como el valor de los futuros de materias primas.⁷

⁴ Journal of Management, Finance and Economics, vol 3, núm 2(2009), pp. 40-60.

⁵ Modelo de Volatilidad Implícita se refiere a la predicción de la volatilidad de un determinado activo a través de las opciones adquiridas del activo. Se debe incluir: el activo libre de riesgo, tiempo de maduración, precio del activo, precio de ejercicio y precio de la opción.

⁶ The Journal of Future Markets, Vol. 31, No.1,55-80(2011).

⁷ International Research Journal of Finance and Economics, Vol. 2 (2006).

En el año 2003, cuatro bolsas de productos básicos nacionales empezaron a funcionar: Nacional Multi-Commodity Exchange of India (NMCE), Dirección Nacional de Comercio (NBOT), Nacional de Productos Básicos y Derivados (NCDEX) y Multi Commodity Exchange (MCX). La Bolsa Nacional de Productos Básicos y Derivados (NCDEX) es la mayor bolsa de derivados de materias primas de la India.

Los mercados de futuros se han extendido en países en desarrollo, aunque el establecimiento y uso de los derivados en los mercados de economías emergentes han cobrado mayor importancia en los últimos años, como una posible solución en los precios que se enfrentan los agricultores.

A finales de 1980 y 1990, el mercado de derivados inició su operación en Hong Kong, Brasil y Japón. En la segunda mitad de 1990, más economías emergentes comenzaron la comercialización de futuros sobre índices y otros derivados financieros.

La Bolsa de Mercadorias y Futuros de Sao Paulo, en Brasil, es una de las bolsas más grandes de derivados, de acuerdo al número de contratos negociados a finales del 2001. (FMI).

La volatilidad en los precios de la energía ha creado la necesidad de un instrumento para la gestión de la volatilidad de los precios, de un medio de gestión de la energía y la oportunidad para que los inversionistas especulen sobre la energía. El crecimiento en los mercados financieros ha aumentado el incremento en el mercado de productos básicos y la oportunidad para que las empresas financieras actúen en consecuencia para la protección del riesgo.

En los últimos años han entrado nuevos participantes en los mercados: Merrill Lynch, CSFB, Barclays, Bank of America, ABN Amro, Citibank, Deutsche Bank y UBS en un intento de unirse con los líderes del mercado: Goldman Sachs y

Morgan Stanley. Además de la alta volatilidad en los precios energéticos, el mercado de commodities tiene sus raíces en el aumento de la demanda internacional de energía de China, India y Rusia; en la globalización del mercado financiero y en la demanda para la utilización de derivados de energía para diversificar el rendimiento y generar una mayor rentabilidad.

En los últimos 5 años, las firmas de productos básicos que operan en Wall Street se han fuertemente posicionado en el mercado debido al aprovechamiento en el incremento de la industria energética y materias primas. A medida que los derivados sobre materias primas se han convertido en un mercado importante, como resultado, los productos energéticos aparecen como nuevas oportunidades incluyendo petróleo, productos refinados y gas natural para el desarrollo de instrumentos por parte de las empresas financieras. Los mercados de electricidad, gas y petróleo tienen la ventaja de ser grandes mercados, pero tienen varias ineficiencias como asimetría de información y riesgo de crédito de contraparte.

Los mercados globales están sumergidos en una burbuja de energía de precios causada por la recuperación económica, la fuerte demanda de petróleo por parte de China y por las constantes interrupciones de producción de petróleo en Medio Oriente, Venezuela y el Golfo de México; por lo cual esto responde a un incremento en los precios del petróleo y de productos refinados. Sin embargo, los tiempos en la producción de energía son muy largos. La tecnología en la extracción de petróleo lucha para superar el agotamiento en los campos petroleros establecidos y el descubrimiento de nuevos yacimientos, debido a que la producción de petróleo tarda entre 5 y 10 años después de haberse extraído.

Desde el surgimiento de la OPEP en 1970, la volatilidad en el precio de la energía se ha convertido en un riesgo importante que afecta a las industrias y a los costos de los consumidores.

Durante la década de 1980, los bancos han introducido swaps de tasa de interés y de moneda para proporcionar la gestión de riesgos. Dada la volatilidad de los precios de la energía, se introdujeron con el tiempo instrumentos financieros para la administración del riesgo. Una vez que se estableció el marco regulador de los productos básicos Future Trading Commission (CFTC), los derivados de energía OTC comenzaron a desarrollarse. El método para el manejo de riesgos proviene del intercambio de tasas de interés y de moneda y posteriormente se adaptaron para el mercado del petróleo. El mercado de derivados sobre petróleo comenzó a tomar importancia después de la primera Guerra del Golfo. En cuanto a la negociación de los contratos de energía, la pieza clave fue la introducción de la opcionalidad en los acuerdos comerciales a largo plazo de los productos básicos. A medida que las empresas financieras aprendieron la forma de operar de las empresas productoras de petróleo, el mercado comenzó a madurar. En orden de la introducción de los futuros sobre los diferentes grados de petróleo y productos refinados por los diferentes traders, los derivados OTC comenzaron a tomar importancia. El fin de los derivados sobre petróleo no sólo permite la gestión del riesgo en base a los diferenciales de precios, sino también permiten la administración del riesgo que existe en el tiempo, localización, productos y otros factores que no pueden cubrirse mediante contratos inflexibles.⁸

Actualmente en México no existe un mercado de derivados de materias primas, sin embargo se utilizan derivados para la cobertura de precios de mercancías, por ejemplo el petróleo.

En los últimos años los ingresos de PEMEX se han mermado debido a la falta de competitividad de las exportaciones en el comercio exterior, además de la reducción de la producción de los yacimientos petroleros.

Aunado a esto, la baja en el precio del petróleo ha provocado una disminución en la producción del crudo mexicano de los yacimientos en los últimos años.

⁸ U.S. Securities: Energy Trading Is Growing, Profitable; Hintz, Brad; Buechs, Todd; Levy, Matthew. White Book - U.S. Securities: Energy Trading Is Growing, Profitable, Uncorrelated, May2005, p1-80, 78p.

Como resultado en el declive de la producción petrolera durante varios años, en el 2008, el ex Secretario de Hacienda, Agustín Carstens, explicó en la Cámara de Diputados, que la caída en la producción de crudo durará por varios años debido al exceso de dependencia sobre el mismo.

A finales del 2008 el ex Secretario de Hacienda y Crédito Público, confirmó la adquisición de coberturas financieras para el precio del petróleo durante el 2009. Dichas coberturas se realizaron para mitigar los efectos negativos en la caída del petróleo. Con el programa de protección contra la caída del precio del crudo, México logró obtener ingresos por 3 mil 500 millones de dólares durante el 2009, el cual se está replicando durante el 2010.

El programa de protección fue premiado por grandes entidades financieras de la ciudad de Nueva York, las cuáles reconocieron el buen diseño y utilidad de la operación de protección del riesgo financiero de las fluctuaciones del petróleo. Con este programa, el gobierno protegió las exportaciones con un instrumento financiero “put”, que da el derecho mas no la obligación de vender a un precio determinado, pero se detallará en los capítulos posteriores.

Hoy en día el mercado de derivados debe estar regulado; por tal motivo y derivado de la crisis financiera del 2009, el 21 de Julio del 2010, el Presidente Obama de los Estados Unidos, firmó el acta de la Reforma Dodd Frank Wall Street para incrementar las reglas de regulación, limitar el uso de derivados por parte de los bancos e incrementar la transparencia de los mercados OTC.⁹

Por su parte México, a través de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, también ajustó las normas para el uso de los derivados. En el Diario Oficial de la Federación se publicó la actualización de las adecuaciones en materia contable, aplicables a los participantes en los mercados de futuros y opciones cotizados en Bolsa.

⁹ What Explains the Growth in Commodity Derivatives?; Basu, Parantap; Gavin, William T.. Review (00149187), Jan/Feb2011, Vol. 93 Issue 1, p37-48, The Federal Reserve Bank.

1.2 NECESIDADES A RESOLVER

1. Esta investigación busca determinar ¿cuál es la relación que existe entre la caída en el precio del petróleo y la disminución de los ingresos de PEMEX?
2. Además, busca establecer una cobertura del riesgo del precio del petróleo en las exportaciones mexicanas.
3. Por último y no por ello menos importante, se explicará ¿cuál es la relación que existe entre el precio del petróleo y la baja producción del mismo?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar por medio de un derivado financiero la cobertura del riesgo del precio del petróleo.

1.4 OBJETIVOS PARTICULARES

- Estructurar la metodología para la administración de riesgos financieros, que constituye un requisito para la selección de instrumentos de cobertura.
- Profundizar las características de los derivados financieros básicos.
- Demostrar mediante el análisis de los instrumentos de cobertura, la utilidad práctica en la cobertura de riesgos en el comercio internacional.
- Evaluar la aplicación de los instrumentos financieros en la cobertura de riesgo de las exportaciones petroleras mexicanas.
- Determinar el tipo de derivado que contribuya a la disminución del riesgo de los precios.

1.5 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1.5.1 Preguntas de investigación principal

¿Serán los derivados financieros los que proporcionen la cobertura para el precio de las exportaciones petroleras?

1.5.2 Preguntas de investigación secundarias

1. ¿Cuál será la metodología de la administración de riesgos que ayude a la selección correcta de los instrumentos de cobertura?
2. ¿Cuál es la aplicación de los instrumentos financieros en el comercio internacional?
3. ¿Cuál es la practicidad de los instrumentos de cobertura frente al comercio internacional?
4. ¿Cuál es la cobertura que proporcionarán los instrumentos financieros en el riesgo del precio del petróleo?
5. ¿Cuál será el derivado que colabore a disminuir el riesgo del precio del petróleo?

1.6 HIPOTESIS

1.6.1 Fundamental

A mayor cobertura del precio del petróleo de las exportaciones, mayores serán los ingresos percibidos por PEMEX y mejor será el manejo de las Finanzas Públicas por parte del Gobierno Federal.

1.6.2 De investigación

A menor estabilidad económica en países emergentes como México, mayor volatilidad en variables económicas como el tipo de cambio, tasas de interés, precio de materias primas, empleo, inversión.

A mayores ingresos del gobierno mexicano, mejor planeación de presupuesto para la realización de proyectos de inversión y aprovechamiento de los recursos en proyectos sustentables.

1.6.3 Variables

1.6.3.1 Variable independiente

Variable:

Derivados financieros

Indicadores de la variable independiente

Valor y precio del derivado

Definición conceptual

Un derivado es cualquier instrumento financiero cuyo valor se deriva del precio de un activo. El activo del cual depende toma el nombre de activo subyacente. Los subyacentes pueden ser: acciones, índices bursátiles, tipos de interés o precio de las materias primas.

Su función principal es proveer instrumentos financieros de cobertura o inversión que fomenten una adecuada administración de riesgos.

Definición operacional

Dependiendo del tipo del contrato, los derivados principales son: opciones, futuros, forwards y swaps.

1.6.3.2 Variable dependiente

Variable:

Ingresos provenientes de las exportaciones petroleras

Indicadores de la variable independiente

Precio del crudo de exportación (dólares), volumen (número de barriles) y valor de las exportaciones (dólares).

Definición conceptual

Se le llaman ingresos petroleros a los recursos que obtiene PEMEX derivados de la extracción, explotación, producción y comercialización del petróleo.

Definición operacional

Los ingresos se obtienen del precio del petróleo y de la producción de hidrocarburos.

1.7 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las Finanzas Públicas de México son altamente dependientes de los ingresos petroleros. La volatilidad en los ingresos de PEMEX depende del diferencial en los tipos de cambio. Las fluctuaciones en los precios del petróleo provocan que las exportaciones se vean expuestas a riesgos financieros.

La falta de competitividad del precio del crudo induce a una disminución de los ingresos de PEMEX y por lo tanto a una baja capacidad del mismo para afrontar sus operaciones productivas, además de tener mayores costos para el intercambio comercial, suspensión de proyectos de inversión y barreras de entrada para el crecimiento económico de los países menos desarrollados como México.

Al contar con un producto derivado que permita la cobertura de riesgo, provocará que nuestras exportaciones se fortalezcan frente al resto del mundo, dejando a un lado el riesgo financiero al cual se ven expuestas.

Esto último se logrará con una metodología de la administración de riesgos que ayude a la selección correcta de los instrumentos de cobertura llamados derivados para controlar el riesgo financiero al cual se ven expuestas nuestras exportaciones.

Lo cual se traducirá en mayores ingresos para PEMEX, provenientes de las exportaciones, para hacer de ella una empresa más rentable y sustentable. Así mismo, el Gobierno Mexicano logrará mayor capacidad de planeación de presupuesto para afrontar gastos, realización de proyectos de inversión, y aprovechamiento de los recursos en obras sustentables que proporcionen valor agregado y crecimiento económico.

Por lo anterior, el desarrollo de esta tesis se considera justificado para realizar una propuesta de cobertura del precio del petróleo que ayude a incrementar de los ingresos petroleros de las Finanzas Públicas.

PRIMERA PARTE

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

El incremento en la volatilidad de las principales variables financieras ha creado un especial interés en nuevos campos de estudio para proporcionar alternativas para la protección contra los riesgos financieros.

Las empresas están sumergidas en un mercado financiero del cual depende de la administración de riesgos para el posible éxito o fracaso de la misma. Mientras que algunas empresas asumen pasivamente los riesgos financieros, otras intentan crear una ventaja competitiva a través del conocimiento, cultura y gestión sobre los riesgos financieros.

El presente capítulo se dedica al estudio de los riesgos y las formas de administrarlos, con el objetivo particular de encontrar a los derivados financieros dentro de las variantes de cobertura disponibles para el conjunto de riesgos financieros existentes.

2.1.1 DEFINICIÓN DEL RIESGO

En la vida diaria, no sólo en la economía, se habla mucho de riesgos, identificándolos muchas veces con incertidumbre. Esto sucede porque en la realidad, la mayoría de los acontecimientos de la vida que están sujetos a incertidumbre implican riesgos. Sin embargo, aunque estos conceptos no son equivalentes, se encuentran estrechamente relacionados.

Una de las definiciones más simples sobre el riesgo se refiere a él como exposición a la incertidumbre. En finanzas, el riesgo se asocia a la volatilidad de los flujos financieros no esperados.¹⁰

La incertidumbre es una situación en la que el agente económico no tiene la información suficiente sobre lo que sucederá en el futuro, por lo tanto, ignora la posibilidad de que un suceso ocurra y se ve expuesto a un riesgo. El riesgo también puede aparecer en una situación en la cual se tiene información de lo que puede ocurrir, pero tiene la posibilidad de tomar medidas para protegerse.

Por lo general, todas las organizaciones, instituciones, gobiernos, corporaciones, empresas y personas que negocian con dinero corren riesgos financieros, y esto es así porque cada uno de ellos tienen determinados objetivos a lograr en los que se encuentran involucrados recursos financieros.

Los riesgos se clasifican de acuerdo a su procedencia en: **internas y externas**.

Entre los riesgos de origen interno pueden señalarse los desastres naturales, cambios en las políticas públicas, inestabilidad política y otros que tienen que ver con el desempeño económico de la empresa.

Los externos pueden ser cambios en los precios de los principales productos de importación y exportación, cambios en las tasas de interés y de cambio, etc.

Los riesgos pueden clasificarse según otros criterios o conceptos.

Existen así los **riesgos de negocios**, que son aquellos que la empresa está dispuesta a asumir para crear ventaja competitiva y crear valor para los accionistas. Tienen que ver con el desempeño del producto o servicio propio de la empresa en el mercado. En cualquier actividad del negocio, este tipo de riesgo se le considera como una estrategia o habilidad de la propia empresa.

¹⁰ Jorion Philippe, *VALOR EN RIESGO*; México, 2009; p.23.

Por otra parte, los riesgos específicos dependen sólo de la empresa, como por ejemplo los riesgos estratégicos. Los **riesgos estratégicos**, derivados de la implementación de proyectos incorrectos, controles inadecuados, etc.¹¹

Se conocen también los **riesgos sistémicos**, que son riesgos que al producirse en una institución se expanden a otras, provocan impactos globales y producen contagio.

Otra clasificación divide a los riesgos en **políticos o económicos**, según se deriven de eventos como guerras, cambios de gobierno, golpes de estado, golpes militares, entre otros, que podrían ocasionar graves consecuencias.

Por último los **riesgos financieros** se relacionan con las posibles pérdidas en los mercados financieros. Los movimientos en las tasas de interés, tipo de cambio, constituyen una fuente importante de riesgos, pero éste puede ser optimizado y minimizado de tal manera que la empresa se concentre solamente en su operación.

2.1.2 RIESGO SISTÉMICO Y NO SISTÉMICO

La incertidumbre existe cuando no sabemos con seguridad que ocurrirá en el futuro y como se mencionó anteriormente, el riesgo por su parte se asocia con la incertidumbre, que nos importa conocer porque afecta nuestro bienestar, ingreso y para las empresas su utilidad.

Dado que el riesgo es la probabilidad de que un evento desfavorable ocurra, éste se compone de dos factores o sorpresas que afectan a una inversión:

Riesgo Total: Riesgo Sistémico + Riesgo no Sistémico

¹¹ Ibidem p.24

El primer tipo de sorpresa que afecta la inversión se le conoce como **Riesgo Sistémico**, el cual se define como aquel que influye en un elevado número de activos, cada uno de ellos en menor o mayor proporción.¹² Este tipo de riesgo permanece sin importar el número de acciones que se agreguen a un portafolio de inversión.

Al riesgo sistémico se le conoce también como riesgo no diversificable, el cual se explica a través de las fluctuaciones de los precios, los cuales responden a eventos aleatorios que afectan a las utilidades de las empresas. Si ocurre un evento que afecta a muchas empresas, como un descenso inesperado en las condiciones económicas generales del país, entonces se verán afectadas muchas acciones, por lo que a este riesgo se le llama también riesgo de mercado.

Al riesgo sistémico se le conoce también como riesgo no diversificable o inevitable, porque depende de la situación macroeconómica del país y por lo tanto no existe forma para proteger los portafolios de inversión por ejemplo ante una situación política-económica de tales efectos.

La segunda sorpresa que afecta a las inversiones se denomina **Riesgo No Sistémico**, el cual se define como aquel que afecta a un solo activo o a un pequeño grupo de activos.

Los eventos aleatorios que afectan solamente las perspectivas de una empresa, como una demanda o huelga, ocasionan pérdidas que no tienen relación con otras acciones y que por lo tanto se pueden eliminar mediante la diversificación. Por lo cual a este tipo de riesgo recibe también el nombre de riesgo específico, ya que es un riesgo único de la empresa.

A este riesgo se le llama también como diversificable o evitable, porque se deriva de la variabilidad de los rendimientos de los valores no relacionados con movimientos del mercado. Mediante la diversificación, existe la posibilidad de prevenirlo y minimizarlo.

¹² Cfr. Ross, Jordan; *FUNDAMENTOS DE FINANZAS CORPORATIVAS*; México 2001.

2.1.3 TIPOS DE RIESGOS FINANCIEROS

TIPO DE RIESGO	DEFINICIÓN
Riesgo Crediticio	Pérdida por Incumplimiento de la contraparte con sus obligaciones de pago
Riesgo de Mercado	Riesgo sobre el valor de mercado de determinados activos y/o pasivos por variaciones de precios de mercancías
Riesgo de Liquidez	Pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiarse.
Riesgo Legal	Pérdida que se sufre en caso de incumplimiento de la contraparte por vía jurídica
Riesgo Operativo	Fallas en los sistemas y procedimientos, en los modelos o en las personas que manejan los sistemas

Tabla 2.1 (Elaboración propia con datos de Jorion Philippe, *VALOR EN RIESGO*; México, 2009)

Existen diferentes categorías de riesgos de acuerdo a su procedencia o su naturaleza, sin embargo, para efectos de este trabajo, el análisis se centrará en los riesgos que ocasionan consecuencias económicas, en especial los riesgos financieros.

Los riesgos financieros a su vez pueden ser clasificados en diferentes categorías:

El Riesgo de Mercado es la pérdida que puede sufrir un inversionista provocado por la diferencia en los precios que se registran en el mercado o movimientos de los factores como: tasas de interés, tipo de cambio, precio de mercancías, títulos, entre otros.

La economía mexicana no es cerrada, sino que por razones de rendimientos a escala y nivel de desarrollo padece una alta dependencia del comercio exterior y resulta vulnerable a eventos exógenos como variaciones en precios internacionales de materias primas, de la energía y de sus productos de exportación. Además es una economía susceptible a fluctuaciones en las tasas de cambio y en las tasas de interés a nivel internacional.

El **riesgo** por movimientos adversos en los precios de las mercancías se refiere a variaciones en los precios esperados de las **materias primas, productos finales, energía**, etc. Los **riesgos** por movimientos desfavorables de los **precios de títulos**, como acciones y bonos, afectan a inversionistas y a los prestamistas y prestatarios. Las **variaciones en las tasas de interés**, por su parte, afectan la rentabilidad de las inversiones y los montos de las deudas.

El riesgo de mercado incluye el riesgo base, se presenta cuando cambia la relación entre los productos utilizados para cubrirse y el riesgo gamma, ocasionado por relaciones no lineales entre los subyacentes¹³ y el precio del derivado.¹⁴

Riesgo de Crédito: es la pérdida potencial provocado por el incumplimiento de la contraparte de sus obligaciones contractuales: pago de intereses, amortización del principal, etc.

El riesgo de crédito incluye al riesgo soberano. Éste se presenta cuando los países imponen controles a las divisas extranjeras que imposibilitan a las contrapartes a cumplir sus obligaciones.¹⁵

¹³ Un Activo subyacente es un bien o índice de referencia, objeto de un contrato de Futuro o de un Contrato Opción, concertado en la Bolsa de Derivados. Es la fuente sobre el que se deriva el valor del instrumento derivado. Cfr. www.mexder.com.mx/MEX/Glosario.html

¹⁴ Jorion Philippe. Op. Cit. p.34.

¹⁵ Ibidem. p: 35.

También el riesgo de crédito se puede convertir en riesgo de pago, que ocurre cuando la contraparte incumple en el contrato después de que una de las partes ha realizado el pago previamente establecido.

El riesgo que existe en las operaciones como exportaciones, importaciones, préstamos bancarios en divisas, inversiones en el exterior, etc., se le denomina **riesgo cambiario**. Esta exposición se origina cuando las obligaciones a cobrar o pagar están denominadas en moneda extranjera y al variar el tipo de cambio se altera el monto de los ingresos o egresos proyectados. También se presenta cuando se produce pérdida en la competitividad por variaciones en el tipo de cambio de la moneda doméstica o por diferencias en el tipo de cambio de países que afectan el comportamiento de las ventas de una empresa.

El **riesgo de liquidez** se refiere a las pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiar sus activos a un costo inaceptable. Este riesgo se puede dividir en: riesgo de liquidez de mercado/producto y flujo de financiamiento o efectivo.¹⁶

El primero se presenta cuando una transacción no puede ser conducida a precios de mercado debido a una baja operatividad del mismo. El segundo se refiere a la incapacidad de cumplir con las obligaciones de flujos de efectivo.

Riesgo legal: pérdida derivada de la incertidumbre sobre las leyes y regulaciones o a la capacidad legal de la contraparte para realizar una transacción por el cambio de las condiciones originales del contrato.

El **riesgo operativo** se asocia con fallas en los sistemas y procedimientos. También tiene que ver con la pérdida por fraude o falta de capacitación de algún empleado en la empresa y el riesgo tecnológico, que se refiere a la protección de los sistemas de acceso no autorizados. También se incluyen en este rubro a las pérdidas ocasionadas por desastres naturales o accidentes.

¹⁶ De Lara haro, Alfonso; *MEDICIÓN Y CONTROL DE RIESGOS FINANCIEROS*; México, 2009, p: 17.

Por otro lado, el riesgo de modelo es el peligro de que el modelo utilizado resulte defectuoso. Se incluyen también el riesgo técnico, los que se corren por fallas en las operaciones debido a problemas con el sistema de procesamiento o la complejidad de los sistemas de información.

Por último, y no por ello menos importante, el **riesgo de reputación** es relativo a las pérdidas como consecuencia de un desprestigio de una institución por falta de capacitación del personal, fraude o errores en la operación de la empresa.

El trabajo profundizará en lo adelante en los riesgos cambiario y precio de materias primas, sus métodos de valoración y de cobertura, enfatizando no sólo en los que resulten aplicables en las actuales condiciones concretas de la economía mexicana, sino también en los que podrían introducirse en la medida en que se recupere la economía y mayor exposición de la misma en el comercio exterior.

2.1.4 PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

Pese a que toda institución, empresa o agente preferiría realizar sus operaciones o actividades en un ambiente seguro y controlado, ello es imposible dada la permanente existencia de factores de incertidumbre que escapan a su control. Como es imposible trabajar sin riesgo, ya éste forma parte dentro de la toma de decisiones, es preciso operar en ese entorno incierto, por lo que los agentes económicos se ven obligados a minimizar el riesgo.

La evaluación de los riesgos determina la forma en que éstos son manejados. En ocasiones es preferible operar con el riesgo antes que actuar sobre él, ya que ello podría llevar a un riesgo mayor. Es por eso que se reconoce que no todos los riesgos pueden eliminarse, ni siquiera administrarse.

Por las características del presente trabajo, el análisis se centrará en los riesgos financieros.

Una correcta gestión de riesgos debe seguir los siguientes pasos:

1. La identificación del riesgo
2. La cuantificación y control del riesgo
3. La administración del riesgo

2.1.4.1 IDENTIFICACION DEL RIESGO

Para lograr una correcta identificación de los riesgos es necesario conocer su naturaleza o procedencia. Identificar los riesgos significa conocerlos y para ello es necesario contar con información. El conocimiento de los mismos es el primer paso para la posibilidad de reducirlos.

Como se mencionó anteriormente, los riesgos financieros se asocian con la volatilidad, los riesgos operativos con los riesgos de modelo y fallas de sistemas y los riesgos de crédito relacionados con el incumplimiento de la contraparte.

La adecuada identificación de los riesgos es clave para medirlos, evaluarlos y determinar sus causas.

Por ello así, la identificación del riesgo consiste en averiguar cuáles son las exposiciones al riesgo más importantes para la unidad de análisis, como: una empresa o un individuo.

2.1.4.2 CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO

El segundo paso en la gestión de riesgos se refiere a su cuantificación.

La cuantificación consiste en la medición de los costos asociados con riesgos que se han identificado en el primer paso de la administración del riesgo.

Hay diferentes métodos para construir indicadores y modelos para la obtención de estimaciones sobre los riesgos.

Para el riesgo de mercado, por ejemplo, se hallan una serie de conceptos que lo miden: valor en riesgo, duración, convexidad, análisis de sensibilidades.

Para el riesgo de crédito, la cuantificación se realiza a través del cálculo de probabilidades de pago e incumplimiento.

Existen métodos simples y otros complejos para medir los riesgos; entre los simples se encuentran las medidas estadísticas que calculan la volatilidad por medio de la varianza y desviación estándar, los cuales se explicarán con mayor detalle en el capítulo siguiente.

Otros modelos como el CAPM (por sus siglas en inglés, Capital Asset Pricing Model) o modelo de valoración de activos también se explicará con mayor detalle en el siguiente capítulo, en pocas palabras, este modelo plantea cómo calcular el retorno que demandan los inversionistas que a su vez está en proporción directa al riesgo.

Por otra parte el Modelo de Valor en Riesgo, es un estimado de la máxima pérdida esperada que puede sufrir un portafolio durante un periodo de tiempo específico a un nivel de confianza definido.

Existen también alternativas para el VaR, como por ejemplo Análisis de Sensibilidad. Los Análisis de sensibilidad que se realizan a través de las “griegas”¹⁷ constituyen un método para describir la sensibilidad de la exposición de una cartera.

Hoy en día los modelos de cobertura de riesgos más utilizados son los instrumentos financieros y dentro de ellos los derivados.

¹⁷ Las griegas son un conjunto de factores de sensibilidad que describen la exposición de una posición o cartera ante cambios en los factores de riesgo.

Un derivado financiero es un contrato financiero cuyo valor se deriva del valor de otro activo llamado subyacente. El análisis de estos instrumentos se explicará en el siguiente tema.

2.1.4.3 ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO

La administración del riesgo es el proceso de formulación de las compensaciones costo-beneficio derivadas de la reducción del riesgo y de la decisión de las acciones a cumplir.

El objetivo de la administración de riesgos se expresa en:

- Asegurar de que una institución o inversionista no sufra pérdidas económicas no tolerables
- Mejorar el desempeño financiero del agente económico

La clave de una buena administración del riesgo radica en que los riesgos se hayan analizado, luego definir e implementar una política de protección de los mismos, desarrollo de modelos de medición de riesgos, generación de reportes que permitan observar el cumplimiento de las políticas, límites, el estado de pérdidas y ganancias.

Para definir una adecuada política de protección de riesgos, es necesario:

- Crear un comité de directivos que estudien e identifiquen los riesgos, para ello el área de Middle Office será la encargada de la administración y control de riesgos a través de la conciliación entre las áreas de operación y las áreas contables.
- Involucrar a las principales áreas de la entidad: planeación, marketing, compras, fiscal, etc. para lograr en conjunto el cumplimiento del objetivo como es la reducción de las exposiciones al riesgo.

Además es necesario la estandarización de la información, es decir que todos los agentes económicos cuenten con la misma información, que sea de fácil acceso y pública.

Los avances legales y tecnologías de información han permitido que las empresas que tienen una cultura de riesgos crean una ventaja competitiva frente a las demás; por el contrario las instituciones que no tienen una cultura de riesgos, probablemente convertirán sus riesgos en pérdidas potenciales que pueden terminar en bancarrota.

2.1.5 RIESGO Y RENDIMIENTO

Como ya se ha dicho, el riesgo se asocia con la incertidumbre sobre los resultados futuros. Si éste se explica en términos de probabilidad, es importante recordar que la probabilidad se entiende como una medida de confianza de que ocurra un evento futuro cuando las observaciones no pueden predecirse con certeza.

Existen métodos simples y otros más complejos para medir los riesgos. Entre los primeros son muy usadas las medidas estadísticas tradicionales para calcular la volatilidad. Se entiende por volatilidad el grado de dispersión entre los valores individuales que puede tomar una variable, respecto al valor promedio del conjunto de observaciones.

En términos financieros, constituye un indicador del nivel de dispersión que puede tener el comportamiento del precio de un activo o instrumento financiero, respecto a los valores promedio para un periodo.

Los instrumentos financieros presentan por lo general una distribución de probabilidad normal, la cual está definida por una curva simétrica en forma de campana.¹⁸

Los parámetros que la definen son la media, desviación estándar, los cuales se definen con mayor detalle en el Anexo I.

¹⁸ Esta curva fue desarrollada por Carl Gauss, por lo cual la distribución normal se le conoce también como campana de Gauss.

2.1.5.1 RENDIMIENTO DE ACTIVOS

Como se ha mencionado, existen dos variables en las finanzas que son precisas de entender para la toma de decisiones: el riesgo y el rendimiento.

El rendimiento de un activo es el cambio en el valor que registra en un periodo con respecto a su valor inicial:

$$R_i = (\text{valor final} - \text{valor inicial}) / \text{valor inicial}$$

Se puede definir también el rendimiento en función del logaritmo

$$R_i = L_n \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2.1)$$

El rendimiento de un portafolio se define como la suma de los rendimientos de cada uno de los activos, entre el número de activos:¹⁹

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i \quad (2.2)$$

2.1.5.2 MODELO CAPM

La parte no anticipada del rendimiento es el verdadero riesgo de cualquier inversión.

Un riesgo sistémico es aquel que influye en un elevado número de activos y el no sistémico afecta a un pequeño grupo de activos.

La distinción entre los riesgos sistémicos y no sistémicos permite establecer que el rendimiento de un activo está dado por la expresión:

$$R = E(R) + U \quad (2.3)$$

Donde:

E(R) = componente esperado

U = componente de incertidumbre

¹⁹ Ross; *FUNDAMENTOS DE FINANZAS CORPORATIVAS*; México; 2001; p: 421.

Se le llamará ϵ al riesgo no sistémico. Al riesgo sistémico se le conoce también como riesgo de mercado.²⁰ Dado que el riesgo sistémico se le llama riesgo de mercado, se le representará con la letra m ; por lo tanto, el rendimiento total está dado por:

$$R = E(R) + m + e \quad (2.4)$$

El riesgo no sistémico se puede eliminar mediante la diversificación de los activos de un portafolio, pero el riesgo sistémico no puede eliminarse mediante la diversificación, por eso recibe también el nombre de riesgo no diversificable o riesgo de mercado.

Para medir el nivel de riesgo sistémico de un activo se utiliza el coeficiente Beta. Un coeficiente Beta se define como cantidad de riesgo sistémico que tiene un activo respecto a un activo promedio.²¹

Un activo libre de riesgo no presenta riesgo sistémico, por lo tanto su beta es cero.

Los modelos de valoración de activos se utilizan para realizar estimaciones de los rendimientos esperados o del precio de los activos, basadas en determinados supuestos que se establecen para los análisis.

El modelo teórico más conocido es el Capital Asset Pricing Model (CAPM) o Modelo de Valoración de Activos de Capital, muy usado desde los años 70.

Este modelo plantea cómo calcular el retorno que demandan los inversionistas (el retorno está en proporción directa al riesgo).

El modelo CAPM fue propuesto por Sharpe en 1964 establece que el rendimiento de un activo o portafolio es igual a la tasa libre de riesgo, más un premio pro el riesgo que tiene el instrumento medido por un coeficiente llamado beta.

²⁰ Ross; *FUNDAMENTOS DE FINANZAS CORPORATIVAS*; México; 2001; p: 432.

²¹ Ídem. p: 433.

$$R_p - r_f = \beta_p(R_m - r_f) \quad (2.5)$$

Donde:

R_p = rendimiento del portafolio

R_f =rendimiento de un activo libre de riesgo

R_m = rendimiento del mercado

La beta es la sensibilidad de los retornos del activo debido a cambios en el valor de los activos del mercado. Las inversiones seguras tienen una beta de cero; el activo que tiene el mismo riesgo que el del mercado tendrá una beta de 1 y debe ingresar el promedio de retornos del mercado (la misma prima de riesgo), pero las más riesgosas deben ganar un premio sobre la tasa libre de riesgo, la cual se incrementa con la beta.

La beta está dada por:

$$\beta_p = \frac{\text{cov}(R_p - R_m)}{\text{var}(R_m)} = \frac{\rho_{pm} \sigma_p \sigma_m}{\sigma^2_m} \quad (2.6)$$

Si se grafica los rendimientos esperados y los coeficientes de beta se obtiene la línea de mercado de valores (LMV), la cual describe la relación entre el riesgo sistémico y el rendimiento esperado en los mercados.²²

La línea LMV permite calcular la proporción de recompensa-a-riesgo para cualquier activo en relación con el mercado general.

La pendiente de la línea LMV se le conoce como prima de riesgo, es la diferencia entre el valor esperado sobre un portafolio y la tasa libre de riesgo.

$$\text{Pendiente LMV} = E(R_m) - R_f \quad (2.7)$$

²²Ross, Op.Cit. p: 441.

Supuestos de CAPM

El modelo asume varios aspectos sobre los inversionistas y los mercados:

1. Los inversionistas se preocupan por el rendimiento esperado y la desviación estándar
2. El componente e para las inversiones son independientes
3. Los inversionistas ponen especial atención en los rendimientos dentro de un periodo y este periodo es el mismo para todos los inversionistas
4. Los inversionistas pueden prestar y pagar a la misma tasa
5. No hay impuestos
6. Todos los inversionistas hacen las mismas estimaciones de los rendimientos esperados, desviación estándar y su correlación.²³

2.2 LOS DERIVADOS

La globalización de los mercados y de los distintos productos financieros existentes, han puesto a las empresas a fuentes de riesgos financieros.

En respuesta a la necesidad de administrar y cubrir los riesgos, los mercados financieros han dado lugar al crecimiento del mercado de derivados.

2.2.1 DEFINICION DE UN DERIVADO

Un derivado se define como un contrato privado cuyo valor depende en su mayor parte de algún activo subyacente, tasa de referencia o índice, como puede ser una acción, un bono, una divisa o un producto.²⁴

²³ Hull John C., *Risk Management and Financial Institutions*, Estados Unidos 2007, p: 11.

²⁴ Jorion Philippe. Ob.Cit. p: 139

2.2.2 TIPOS DE DERIVADOS

DERIVADO	DEFINICIÓN	UTILIDAD
Forward	Contrato en que se acuerda comercializar un activo en fecha determinada en el futuro, estableciendo el precio en el momento del acuerdo.	Fijación con anticipación de un precio de compra o venta para una mercancía, sobre cuya entrega hay un interés real por parte del agente que realiza la operación
Futuros	Se obliga la compra o venta de un determinado número de activos a un precio y una fecha estipulados en el contrato	Reducir el riesgo de los cambios en precios de los contratos.
Opciones	Conceden el derecho mas no la obligación, de comprar o vender un activo a un precio y una fecha estipulada	Protección contra movimientos adversos en los precios de mercancías para la compra y obtener ingresos por el cobro de la prima para la venta de opciones.
Swaps	Contrato que transforma flujos monetarios relacionados con activos subyacentes a través del intercambio	Gestión de riesgos por variaciones en precios, tipos de cambio, etc. y vía para la captación de fondos que no es posible lograr en el momento de obtener financiamiento.

Tabla 1.2: Tipos de Derivados Simples. (Elaboración propia con información de Hull John C., *Risk Management and Financial Institutions*)

Los derivados básicos son los contratos forward, futuros, las opciones y los swaps, aunque en la práctica existen más, haciéndose combinaciones entre los instrumentos básicos, que dan como resultado nuevos instrumentos.

El análisis de algunas estrategias con derivados financieros permitirá evaluar su utilidad práctica para la realización de operaciones de cobertura de riesgos de mercado.

A) Dependiendo del tipo y complejidad del contrato

Las empresas utilizan una variedad de instrumentos financieros para manejar sus riesgos. Muchos de estos instrumentos se refieren como estándar, simples o productos plan vanilla. Otro tipo de instrumentos se definen por sus necesidades particulares, como las exóticas o productos estructurales.

Dentro de los derivados simples se encuentran:

Forwards, opciones americanas, opciones europeas, futuros y swaps

Derivados complejos: opciones exóticas, bonos estructurados

B) Dependiendo del lugar de negociación

Existen dos tipos de mercado en el cual los instrumentos financieros son negociados. Ellos se conocen como: Exchange-traded market y Over the counter Market.

- Exchange-traded market

El objetivo de este Mercado es definir los contratos que serán negociados, organizar la negociación para que los participantes estén seguros que el intercambio es seguro y honorable.

Se distinguen porque los contratos son estandarizados, lo que implica que existirán derivados sobre subyacentes que el mercado haya autorizado, los vencimientos y los precios de ejercicio son los mismos para todos los participantes. La transparencia de precios es mayor.

- Over the counter Market

Este Mercado es una alternativa importante para los intercambios.

Es una red de participantes que trabajan para instituciones financieras, empresas o fondos de inversión. Las conversaciones telefónicas toman lugar en este tipo de mercado. Los intercambios son mayores que en un mercado organizado.

Ventajas: los términos del contrato no son los especificados y además los participantes son libres de negociar un atractivo acuerdo.²⁵

Desventajas:

Puede existir riesgo crediticio si el contrato no resulta honorable.

C) Dependiendo del subyacente

- Financieros
 - Sobre tipo de interés
 - Sobre acciones
 - Sobre divisas
 - Sobre bonos
 - Sobre riesgo crediticio
- No financieros
 - Sobre recursos básicos / "commodities", materias primas
 - metales
 - cereales
 - cítricos
 - energía (petróleo, gas, electricidad...)
- - Sobre condiciones climáticas
 - Sobre índices de generales de precios e inflación

D) Utilidad

Su amplia utilización puede explicarse desde el punto de vista práctico y teórico.

Desde el punto de vista práctico, el uso de los derivados par manejar riesgos comenzó después del Sistema Bretón Woods en 1973, con el paso a un sistema de tasas de cambio flotantes y el consiguiente incremento de los riesgos cambiarios, a lo que sumó la volatilidad de las tasas de interés.

²⁵ Hull; Op. Cit. P: 28.

En 1973 se conoce la fórmula de Black & Scholes (sobre la que se tratará posteriormente) para valorar los precios de las opciones, la cual proveía de las herramientas básicas para medir y manejar riesgos.

Los mercados financieros han creado un entorno favorable para la utilización a mayor escala de los instrumentos existentes y para el surgimiento de nuevas modalidades y variantes para responder a las nuevas necesidades de los agentes económicos y del mismo mercado.

El desarrollo computacional ha brindado un soporte tecnológico que facilita las operaciones con instrumentos financieros.

Los derivados como productos de la innovación financiera, son usados no solamente como instrumentos de cobertura, sino también como: instrumentos de ampliación de mercado (para aumentar la liquidez y disponibilidad de fondos); instrumentos de arbitraje (que permiten a los inversionistas y prestamistas tomar ventajas de las diferencias de costos y retornos entre diferentes mercados); para obtener financiamiento a costos bajos y manejar deudas; entre otros usos, lo cual ayuda a explicar además su gran difusión.

2.2.3 FORWARDS

Los Forwards son contratos en los que se acuerda a comercializar un activo en una fecha determinada, estableciendo el precio en el momento del acuerdo. Son instrumentos muy usados para el intercambio de divisas y la comercialización de mercancías y se pueden considerar como una forma simple para la protección de las variaciones de precios.

Los contratos futuros son una forma más sofisticada e institucionalizada de forwards.

En la expiración del contrato, el comprador paga el monto convenido desde un inicio y recibe a cambio el bien subyacente entregado por el vendedor.

Estos contratos permiten trasladar a los productores y comerciantes el riesgo de un desfavorable cambio a los especuladores.

Se trata de una compraventa a plazo, en el que se fija el precio y la cantidad del bien subyacente desde un inicio.

Los forwards no están regidos por las normas de una Cámara de Compensación ni de un mercado organizado. Los contratantes negocian de una manera privada entre ellos.

En general, el pago de una posición larga (comprar) en un contrato forward de una unidad de activo es:

$$S_t - K \quad (2.7)$$

Donde:

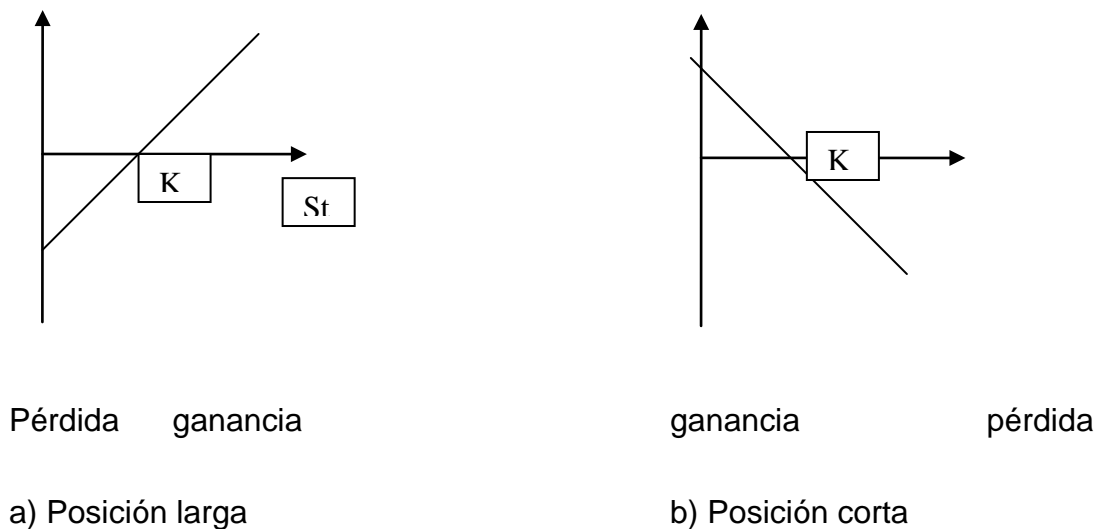
K: precio de entrega

S_t : precio de maduración

Similarmente el pago de una posición corta en un contrato forward es:

$$K - S_t \quad (2.8)$$

Payoff de Forwards (figura 2.1)



Forward Price:

Es el precio de mercado que se acordó hoy en día para la entrega del activo en una fecha de maduración determinada.²⁶

$$f = S_t e^{r(T-t)} \quad (2.9)$$

El valor de un contrato forward largo es:

$$f = (F_0 - K) e^{-rT} \quad (2.10)$$

Donde:

F0: es el precio forward

K: es el precio de entrega

r: tasa de interés libre de riesgo para el tiempo de madurez T

T: tiempo hasta la fecha de entrega

S0: precio Spot el día de hoy

Similarmente, el valor de un contrato forward corto es:

$$f = (K - F_0) e^{-rT} \quad (2.11)$$

El efecto de protección que se obtiene con el uso de estos instrumentos consiste en la fijación de un precio de compra o de venta de mercancía, tipo de cambio o tasa de interés, sobre cuya entrega física existe un interés real por parte de la persona que realiza la operación. (Véase ejemplo en Anexo II)

²⁶ Hull, John; *OPTIONS, FUTURES AND OTHER DERIVATIVES*, Estados Unidos 2003, p: 4.

2.2.4 FUTUROS

2.2.4.1 Definición

Un contrato de futuros es un acuerdo legal entre un comprador y un vendedor en el cual:

1. El comprador acuerda aceptar la entrega de algo a un precio especificado al final de un periodo establecido.
2. El vendedor acuerda hacer la entrega de algo a un precio especificado al final de un periodo establecido.

Los futuros son acuerdos similares a los forwards, mediante los cuales las partes se obligan a la compra o venta de un activo a un precio y a una fecha estipulada en el contrato. La clase del activo puede ser: divisas extranjeras, tasas de interés o índices bursátiles.

La principal característica de los futuros es que se comercializan en bolsas donde los contratos son estandarizados en tamaño de contrato, fecha, forma de liquidación y negociación, hace posible que sean listados en una Bolsa de Derivados. En los mercados de futuros existe una cámara de compensación para reconocer las pérdidas y ganancias. Por lo general los contratos forward se realizan en el mediano y corto plazos, mientras que los futuros se usan para largo plazo.

Aunque, al igual que con los forwards, las empresas usan los contratos de futuros para asegurarse contra posibles variaciones de las tasas de interés, tipo de cambio, o del precio de las mercancías, que pudieran afectar los negocios; su principal utilidad es mitigar el riesgo de movimientos adversos de los precios mediante la compra o venta de contratos que implica garantizar que cualquier pérdida sea compensada con una ganancia en la contraparte.

El precio al que las partes acuerdan negociar en el futuro, es llamado el precio de los futuros. La fecha designada en la cual las partes acuerdan negociar, es la fecha establecida o fecha de entrega. Ese algo que las partes acuerdan en el intercambio es el llamado bien subyacente.

Cuando alguien toma una posición en el mercado al comprar un contrato de futuros se dice que el inversionista está en una posición larga. Si en vez de esto, el inversionista decide vender un contrato de futuros, se dice que éste está en una posición en corto.

Ventajas:

- Cobertura de riesgos
- Alto apalancamiento, requiere menor inversión que en los subyacentes
- Mayor generación de información de precios y tendencias
- Mayor diversidad de estrategias para empresas e individuos
- Estabilización de mercados de contado o físicos por medio del arbitraje

2.2.4.2 MEXDER

Mercado Mexicano de Derivados S.A. de C.V es la Bolsa de Derivados de México, la cual inició operaciones el 15 de diciembre de 1998 al listar contratos de futuros sobre subyacentes financieros, siendo constituida como una sociedad anónima de capital variable autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

MEXDER y su Cámara de Compensación son entidades autorreguladas que funcionan bajo la supervisión de las autoridades financieras (SHCP, Banco de México y la Comisión Nacional Bancaria y de Valores).²⁷

²⁷ Cfr. www.MEXDER.com.mx

2.2.4.3 ASIGNA

La Cámara de Compensación, asociada con MEXDER, se denomina ASIGNA, se constituyó el 11 de diciembre de 1998, y realiza diversas funciones. Una de estas es garantizar que las dos partes de la transacción actúen. Cuando alguien toma una posición en el mercado de futuros, la Cámara de Compensación toma la posición opuesta para satisfacer los términos establecidos en el contrato.

En el Mercado Mexicano de Derivados se encuentran listados contratos de futuros sobre los siguientes subyacentes financieros:

Divisas: dólar

Índices: Índice de Precios y Cotizaciones de la BMV

Deuda: CETES, TIE y Bonos

Acciones de las empresas que cotizan en Bolsa

2.2.4.4 Características de contratos Futuros

Como se mencionó anteriormente, la negociación de futuros se efectúa mediante contratos estandarizados en plazo, monto, cantidad y número de activos subyacentes, cuya liquidación se efectúa en una fecha futura denominada fecha de vencimiento.

a) Vigencia del contrato

Puede ser negociado a partir de la fecha de emisión o puesta en mercado, hasta la fecha de vencimiento.

b) Liquidación del contrato

La liquidación final de un contrato puede ser efectuada en especie (entrega del activo subyacente: acciones y divisas) o en efectivo.

c) Subyacentes

Los activos utilizados como referencia en los Contratos de Futuros son activos reales.

d) Fecha de liquidación

Es el día hábil en que son exigibles las obligaciones derivadas de un contrato de Futuros.

e) Tamaño del contrato

Especifica la cantidad de unidades del subyacente que debe ser liquidada por un contrato. No puede ser muy grande para que tenga liquidez o muy pequeño para evitar un costo de negociación excesivo.

f) Precio de liquidación diaria y al Vencimiento

Son los precios de referencia por unidad de activo subyacente que MEXDER da a conocer a la Cámara de Compensación.

g) Aportación inicial mínima

Es el efectivo, valores o cualquier otro bien que deberán entregar los socios liquidadores a ASIGNA por cada contrato.²⁸

2.2.4.5 Tipos de contratos Futuros

Los contratos de futuros pueden suscribirse sobre los siguientes productos:

a) Cuando un Activo genera un rendimiento conocido

$$F_0 = S_0 e^{(r-q)T} \quad (2.13)$$

Donde:

q: es el rendimiento promedio durante la vida del contrato

r: tasa libre de riesgo

F: precio del futuro

S: precio Spot

²⁸ Hull, *INTRODUCCIÓN A LOS MERCADOS DE FUTUROS Y OPCIONES*, España, 1995, p: 50.

b) Índice sobre Acciones Bursátiles

Un índice sobre acciones puede considerarse como el precio de un activo o título que paga dividendos. Por lo cual los precios del futuro y spot están dados por:

$$F_0 = S_0 e^{(r-q)T} \quad (2.14)$$

Donde:

q: rendimiento de los dividendos de un portafolio representado por el índice.

Si $F > S_0$ comprar acciones subyacentes del índice y vende futuros sobre éste

Si $F < S_0$ comprar futuros y se pone en corto o vende acciones subyacentes del índice

c) Futuro sobre divisas

$$F_0 = S_0 e^{(r-r_f)T} \quad (2.15)$$

Donde:

R: tasa libre de riesgo del país residente

RF. Tasa libre de riesgo del país extranjero

d) Futuros sobre activos de consumo

$$F_0 = S_0 e^{(r+u)T} \quad (2.16)$$

Donde:

U: costo de almacenaje por unidad de tiempo como porcentaje del valor del activo

e) Futuros sobre el IPC

$$F_0 = S_0 e^{(r)T} \quad (2.17)$$

(véase ejemplo en Anexo II)

f) futuros sobre costo de mantenimiento

o Para un activo financiero: $F_0 = S_0 e^{CT}$ (2.18)

Donde:

C: costo de almacén más los costos de interés menos el riesgo obtenido

o Para un activo de consumo: $F_0 \leq S_0 e^{CT}$ (2.19)

g) Precio de los futuros y precio spot esperado en el futuro

$$F_0 = E(S_T) e^{(r-k)T} \quad (2.20)$$

Donde:

E: valor esperado (valor promedio)

K: Rendimiento esperado requerido por los inversionistas sobre un activo

2.2.4.6 Estrategias de cobertura con futuros:

2.2.4.6.1 Estrategias simples:

Compra de futuros: se usan para protegerse cuando se prevé un incremento de precios, tasas de interés o tipos de cambio. Se pacta hoy un precio para pagar posteriormente. Dado que existe la probabilidad de que los precios se elevarán, los precios de los futuros que se coticen hoy, serán más bajos que los que se estima prevalecerán en el momento de la ejecución del contrato.

Venta de futuros: para protegerse cuando se prevé una disminución de los precios (mercancías, tipos de cambio o tasas de interés). Se pacta hoy un precio para recibir en el futuro que será más alto que el que se estima prevalecerá en esa fecha.

2.2.4.6.2 Estrategias complejas:

Diferenciales:

Se les llama diferencial o spread cuando se compran y venden simultáneamente contratos de futuros equivalentes, que pueden diferir en el lugar, plazo y activos.

Bull Spread: Consiste en la compra de un contrato de futuros con un vencimiento más lejano y la venta de uno con un vencimiento más cercano, cuando prevalecen expectativas a la alza. Se adquiere cuando se espera que el precio del contrato de futuros de menor plazo vaya a aumentar más que el de mayor plazo.

Bear spread: Consiste en la adquisición de un contrato de futuros con un vencimiento más cercano y la venta de uno que tiene un vencimiento más lejano, cuando prevalecen expectativas a la baja. Se compra cuando se prevé que el precio del contrato de menor plazo vaya a disminuir más que el de mayor plazo.

Butterfly spread: combinación de dos spreads entre fechas de entrega, lo que implica la compra y venta simultánea de tres contratos diferentes: compra de un contrato y venta de dos contratos.²⁹

Los diferenciales brindan la posibilidad de reducir el riesgo de los cambios en los precios de los contratos, e incluso obtener ganancias, mediante la adopción de posiciones combinadas con contratos de futuros.

2.2.5 SWAPS

Uno de los más destacados exponentes del proceso de innovación en los mercados financieros internacionales, tanto por su versatilidad y flexibilidad, como por el crecimiento experimentado en el volumen de contratación en los últimos años, lo constituyen las operaciones financieras swaps.

Si bien los mercados de futuros cuentan con una larga historia, los Swaps son instrumentos mucho más recientes, que fueron utilizados por primera vez en Inglaterra en los años sesenta.

²⁹ Hull, John; *OPTIONS, FUTURES AND OTHER DERIVATIVES*, Estados Unidos 2003, p: 187.

Un swap es un acuerdo privado entre dos empresas para el intercambio de flujos de caja futuros especificados de acuerdo a una fórmula preestablecida. Son una extensión de los contratos de futuros y forward. Los primeros contratos swap se firmaron en 1981.

Los swaps pueden existir cuando cada una de las partes integrantes del acuerdo tiene la capacidad de acceder a un mercado determinado en mejores condiciones, que la otra. Entonces acuerdan cambiar pagos y cobrar entre ellas, lo que les permite obtener un mejor resultado que si cada una hubiese acudido directamente al mercado deseado.

Los swaps pueden ejecutarse directamente entre dos prestatarios, pero lo más común es que se lleven a cabo a través de un intermediario, pues los prestatarios no desean asumir el riesgo de incumplimiento de la otra parte.

El intermediario puede ser un banco o una institución financiera que cobra una comisión y su intervención se formaliza mediante contratos separados con cada una de las partes.

2.2.5.1 Tipos de Swaps

Existen cuatro tipos básicos de swaps: de tasas de interés, de divisas, de productos básicos (commodity) y de activos; los más conocidos son los dos primeros.

Swaps de tasas de interés: Dos partes acuerdan el intercambio mutuo de pagos periódicos calculados sobre un mismo principal pero con tasas de interés de referencia distintas.

Los swaps de tasas de interés tienen como utilidad básica la gestión de riesgos por variaciones del tipo de interés y constituyen una vía para la captación de fondos en condiciones que no es posible lograr en el momento de obtener un financiamiento dado.

El swap más común es el de tasas de interés “plan vanilla”. Es un mecanismo para transformar un flujo de efectivo fijo a flotante o viceversa o de flotante en contra de un índice, etc. Los swaps sobre interés implican sólo el intercambio de los pagos de interés sobre los préstamos respectivos. El principal no requiere ser intercambiado.

El intercambio de flujos de efectivo se realiza sobre una base neta, el monto neto es transferido entre las partes en cada fecha de pago. (Véase Anexo II).

Swaps de divisas: Contratos financieros entre dos partes que desean intercambiar montos principales de igual cuantía y diferentes monedas por un periodo de tiempo determinado. El intercambio de los principales conlleva asumir el pago de los intereses. Al vencimiento, los principales son nuevamente intercambiados al precio spot de la operación inicial o a otro precio acordado.

Los swaps de divisas permiten a las empresas obtener recursos en una divisa a partir de un financiamiento obtenido en otra moneda, con lo que se protegen de movimientos adversos de las tasas de cambio.

Los swaps sobre divisas implican el intercambio de distintas monedas.

Swaps de productos: son una extensión de los swaps financieros. Se usan en productos como: energéticos, en menor medida para oro y otros metales como cobre y aluminio.

Estos swaps de commodities constituyen una vía para la gestión de riesgos por variaciones de precios de las mercancías.

Swaps de activos: los swaps también pueden realizarse para intercambiar cualquier tipo de activo, entre ellos los títulos de valores.

Un caso particular son los swaps de acciones, que son los más recientes, además permiten a un inversionista intercambiar los rendimientos de una cartera basados en tasa de interés flotante, por flujos relacionados con el comportamiento de un índice bursátil.

2.2.5.2 Combinaciones sobre los Swaps

Forward swaps: se usan para proteger futuros compromisos u obligaciones, ya que la fecha de comienzo se aplaza por un periodo de hasta 2-3 años. Por lo general, se utiliza para convertir un endeudamiento a tasa de interés fija en endeudamiento a tasa flotante o viceversa.

Swaption: es un contrato por el que se adquiere el derecho de comprar un swap (swaption) o venderlo (put swaption). Por ejemplo, una parte puede adquirir el derecho a cambiar una obligación a tasa de interés fija por otra a tasa flotante, y la contraparte se obliga a cambiar la tasa flotante por la fija.

Los swaptions permiten a las empresas protegerse contra movimientos adversos en las tasas de cambio o de interés, al tiempo que se benefician cuando éstas se mueven favorablemente, dándoles la posibilidad de realizar una permuta financiera durante un periodo determinado en una fecha dada.

2.2.6 OPCIONES

2.2.6.1 Definición de una Opción

Una opción es un contrato que otorga el derecho a comprar (opción call) o a vender (opción put) una cantidad determinada de un activo a un precio específico, denominado precio de ejercicio antes de una fecha determinada.

Hay dos tipos básicos de opciones: de compra (call) y de venta (put).

Una opción de compra call da a la posición larga el derecho mas no la obligación de comprar un activo a una fecha determinada y a un cierto precio.

Una opción de venta put da a la posición corta el derecho más no la obligación de vender un activo a una fecha determinada y a un cierto precio.

El precio especificado se conoce como precio de ejercicio o precio strike.

Existen también otras clasificaciones:

-Con relación al momento en que puede ejercerse la opción:

Opción Europea: su ejercicio sólo es posible en la fecha de expiración.

Opción Americana: su ejercicio puede efectuarse en cualquier momento de su plazo de validez.

2.2.6.2 Opciones Americanas

Las opciones americanas son opciones que pueden ser ejercidas en cualquier momento hasta su fecha de vencimiento; mientras que las opciones europeas sólo se ejercen en la fecha de vencimiento.

2.2.6.3 Opción Europea

Las opciones europeas sólo se ejercen en la fecha de vencimiento.

Pay off de un Call largo: $\max\{S_t - K, 0\}$

Pay off de un Put largo: $\max\{K - S_t, 0\}$

Donde:

S_t : precio del activo al vencimiento

K : precio de ejercicio

Largo en Call

Ejercer si $S_t > K$

En la actualidad, la mayor parte de las opciones que se negocian en los mercados organizados son de tipo americano, por ser las más flexibles para los inversionistas y por tanto las más demandadas. Las opciones europeas son más frecuentes en los casos en que se negocia directamente con el emisor, en un banco por ejemplo.

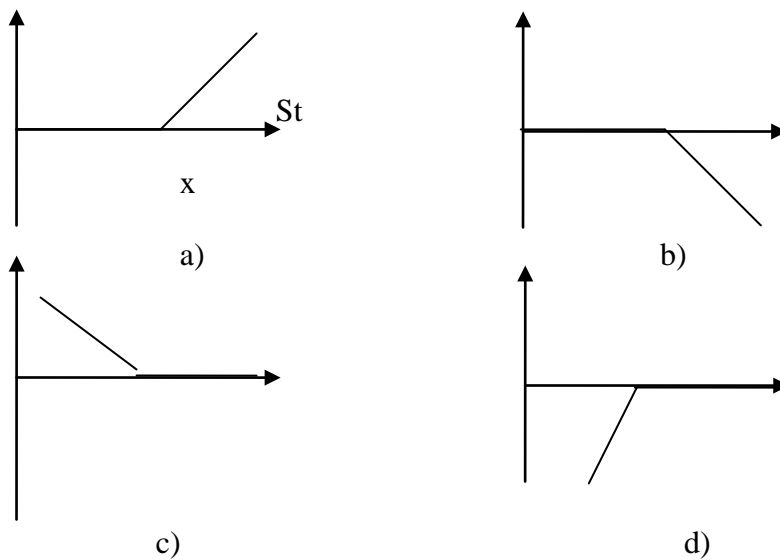
2.2.6.4 Posiciones en Opciones

En cada contrato de opciones hay dos partes. En una parte está el inversor que ha tomado la posición larga (compra) y en la otra parte está el emisor de la posición corta (venta).

Hay cuatro tipos de posiciones en opciones:

- a) Posición larga en opción de compra
- b) Posición corta en opción de compra
- c) Posición larga en opción de venta
- d) Posición corta en opción de venta

Rendimientos de posiciones en opciones europeas (figura 2.2)



2.2.6.5 Estrategias de cobertura con opciones

2.2.6.5.1 Estrategias simples

Compra de opciones:

Adquisición de opciones compra: se adquieren cuando se espera un incremento de los precios. Llegado el momento de ejercer la opción, si el precio de ejercicio es menor que el precio del mercado, se ejerce la opción.

Adquisición de opciones de venta: cuando se espera una caída de los precios. Si el precio de ejercicio es mayor que el precio de mercado, se ejerce.

Venta de opciones:

Emisión de opciones de compra: el emisor espera que los precios no suban por encima del precio de ejercicio, así la opción no sería ejercida y podría retener la utilidad derivada del cobro de la prima.

Emisión de opciones de venta: el vendedor espera que los precios no bajen y por lo tanto no estará obligado a comprar a un precio más elevado que el del mercado, por lo que la prima cobrada representará un ingreso o una compensación de sus pérdidas.

2.2.6.5.2 Estrategias complejas

Spread o diferenciales: consisten en la combinación de compra y venta simultánea de opciones de un mismo tipo o de tipos diferentes, asociadas al mismo activo subyacente, de forma que dichas opciones difieran en el precio de ejercicio, en la fecha de expiración, o en ambas.

Bull spread (diferencial alcista): adquisición de una opción de compra con un precio de ejercicio determinado y venta de otra opción de compra con un precio de ejercicio superior, con la misma fecha de vencimiento.

Bear spread (diferencial bajista): consiste en la adquisición de una opción de compra con determinado precio de ejercicio, al tiempo que se vende otra opción de compra con un precio de ejercicio inferior.

Butterfly Spread (mariposa): combinación de ambos. Se utiliza por inversionistas que creen que el precio del activo no se moverá de su precio de ejercicio. Se forma tanto con opciones de compra con opciones de venta.

Calendar Spread: tiene el mismo precio de ejercicio pero diferentes fechas de expiración.³⁰

Por ejemplo se vende una opción y se adquiere otra más lejana en el tiempo.

La utilidad de los spreads consiste en reducir el costo de comprar una opción con el ingreso de haber vendido otra.

2.2.6.6 Combinaciones de opciones

Consiste en la adquisición o emisión simultánea de opciones de compra y de venta sobre un mismo activo, con iguales o diferentes precios de ejercicio y fechas de vencimiento.

Straddle: consiste en la adquisición simultánea de un call y un put sobre el mismo activo subyacente, con el mismo precio de ejercicio y la misma fecha de vencimiento.

El inversionista obtendrá beneficios siempre que el precio del activo subyacente se mueva al alza o a la baja, por lo que la decisión se basará en el juicio de que el valor del activo se encuentre significativamente subvalorado o sobrevaluado.

Strangle: cuando los precios de ejercicio de ambas opciones son diferentes.

Strip: posición larga en call y dos puts con el mismo precio de ejercicio y fecha de expiración.

Strap: adquisición de dos opciones de compra en posición larga y un put sobre el mismo subyacente con la misma fecha de expiración y precio de ejercicio.³¹

³⁰ Hull; Ob. Cit 192.

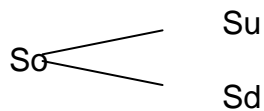
³¹ Ibidem P: 195.

2.2.6.7 Valoración neutral al Riesgo

Una técnica muy útil para valorar una opción sobre acciones es el uso de árboles binomiales. Este árbol representa diferentes trayectorias que pueden ser seguidas por el precio de las acciones durante la vida de la opción.

Supuestos:

No hay oportunidades de arbitraje



Una acción cuyo precio es S_0 , el precio puede moverse hacia arriba S_u o hacia abajo S_d . El incremento en el precio de la acción con un movimiento hacia arriba es u y el decremento es $1-d$. La probabilidad de una subida del precio es p y $1-p$ (q) es la probabilidad de una baja en el precio.

El rendimiento esperado de las acciones viene dado por:

$$E(S_t) = pS_u + (1-p)S_d \quad (2.21)$$

$$E(S_t) = S_0 e^{rt}$$

La ecuación demuestra que el precio de las acciones crece en promedio al tipo de interés libre de riesgo.

En un mundo neutral al riesgo las inversiones no necesitan compensaciones por el riesgo y la rentabilidad esperada sobre todos los valores es el tipo de interés libre de riesgo.

El valor de la opción es su resultado esperado en un mundo neutral al riesgo descontado al tipo de interés libre de riesgo.

La probabilidad neutral al riesgo es:

$$p = \frac{S_0 e^{rt} - S_d}{S_u - S_d} \quad (2.22)$$

El valor esperado del pago en un mundo neutral al riesgo es:

$$V_0 = e^{-rt} [p f_u + (1-p) f_d] \quad (2.23)$$

(Véase ejemplo en Anexo II)

2.2.7 VALUACIÓN DE OPCIONES POR MODELO BLACK & SCHOLES

A principios de los años setenta, Fischer Black y Myron Scholes realizaron un descubrimiento de mucha importancia en la valoración de opciones sobre acciones.

2.2.7.1 Supuestos

1. El precio de las acciones sigue un recorrido aleatorio (caminata aleatoria) y tiene una distribución log normal. Lo cual significa que los cambios proporcionales en el precio de las acciones en un corto periodo de tiempo se distribuyen normalmente. Una variable con distribución normal puede tomar valores positivos o negativos y es simétrica, mientras que una variable distribuida lognormalmente sólo puede tomar valores positivos y es asimétrica.
2. La tasa de interés y la varianza son conocidas y constantes.
3. Los mercados de capitales son perfectos: no hay costos de transacción o impuestos, los mercados operan continuamente.
4. No hay dividendos sobre las acciones durante la vida de la opción
5. No hay oportunidades de arbitraje
6. Los inversores pueden pedir o dejar prestado al mismo tipo de interés libre de riesgo.

2.2.7.2 Parámetros

Los dos parámetros clave que describen el comportamiento del precio de las acciones son:

- a) El rendimiento esperado
- b) La volatilidad del precio de las acciones

La rentabilidad esperada es la rentabilidad media anual obtenida por los inversores en un corto periodo de tiempo. Se denota como μ como la rentabilidad y la volatilidad como σ para medir los movimientos futuros del precio de las acciones.

El valor esperado de S_t está dado por:

$$E(S_t) = S e^{rt} \quad (2.24)$$

2.2.7.3 Fórmulas

Basándose en los supuestos anteriores, Black & Scholes derivaron una fórmula para opciones europeas sobre una acción que no paga dividendos.

En una posición sobre una opción es equivalente a una opción delta en el activo subyacente. A través del arbitraje, el portafolio deberá tener un rendimiento igual a la tasa libre de riesgo.

El valor o prima de un call europeo es:

$$C(S_t, K, T) = SN(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2) \quad (2.25)$$

Similarmente, el valor de un put europeo es: ³²

$$P(S_t, K, T) = Ke^{-rt} N(-d_2) - SN(-d_1) \quad (2.26)$$

Donde $N(d)$ es la función de distribución acumulada para la distribución normal estándar:

$$N(d) = \int_{-\infty}^d \varphi(x) dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^d e^{-1/2 x^2} dx \quad (2.27)$$

$$d_1 = \frac{\ln(s/k) + (r + 1/2\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{t}} \quad (2.28)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

2.2.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD “LAS GRIEGAS”

Las griegas son un conjunto de factores de sensibilidad que describen la exposición de una posición o cartera ante cambios en los mismos, es decir, se usan para conocer cuánto varía el precio de un instrumento cuando cambian los factores de riesgo. Se utilizan fundamentalmente para medir los riesgos asociados a operaciones con derivados financieros.

³² Hull John C. *Introducción al Mercado de Futuros y Opciones*, Prentice Hall; España 1995; p: 293.

Se conocen como griegas porque cada factor de sensibilidad se nombra con una letra griega.

A) Delta: primera medida de sensibilidad que indica cuánto cambia el precio del derivado cuando cambia en una unidad el precio del activo subyacente. Matemáticamente se define como la primera derivada del precio del derivado.

$$\delta = \frac{\partial V_t}{\partial S_t} \quad (2.29)$$

B) Gamma: es la segunda medida de sensibilidad y mide el efecto que la inestabilidad del mercado produce en delta. Mide el cambio de delta ante un cambio en el precio del subyacente. Es la segunda derivada del precio del derivado.

$$\gamma = \frac{\partial^2 V_t}{\partial S_t^2} \quad (2.30)$$

C) Vega: indica el cambio en el precio de un derivado respecto a una variación en la volatilidad del subyacente. A medida que aumenta la volatilidad, aumenta el valor de la opción.

$$\nu = \frac{\partial V_t}{\partial \Gamma} \quad (2.31)$$

D) Theta: el precio del derivado depende del tiempo, theta muestra dicha sensibilidad, es decir, cuánto varía el precio del derivado ante una variación en el tiempo.

$$\theta = \frac{\partial V_t}{\partial t} \quad (2.32)$$

E) Rho: indica la sensibilidad del precio del derivado a cambios en la tasa de interés libre de riesgo.

$$\rho = \frac{\partial V_t}{\partial r} \quad (2.33)$$

Originalmente las griegas fueron usadas para conocer el riesgo asociado al uso de opciones, pero el concepto puede ser utilizado a otros instrumentos derivados.

2.3 MODELOS DE MEDICIÓN DE RIESGOS

El papel de la administración de riesgos financieros es asegurar que la institución o la persona utilicen eficaz y eficientemente sus fondos disponibles. La clave de un buen manejo o gestión de riesgos radica en que éstos hayan sido bien analizados y luego que la empresa sea capaz de combinar los siguientes elementos: procedimientos, tecnología y la gestión de riesgos.

2.3.1 PROCESO ESTOCÁSTICO

Para explicar el proceso estocástico es necesario conocer un poco de historia acerca de éste.

El proceso estocástico tiene su origen con Robert Brown en 1827, el cual mientras examinaba partículas de polen en el microscopio, observó que cuando éstas se encontraban suspendidas en agua se movían sin cesar. Posteriormente en uno de los artículos de Albert Einstein en 1905, se encontró la formulación matemática del movimiento Browniano. Louis Bachelier en su Tesis “Teoría de la especulación” sobre el comportamiento de los precios de las acciones de la Bolsa de Paris, se anticipó a Einstein con la formulación matemática del movimiento Browniano.

El Movimiento Browniano se encuentra implícito en la teoría financiera sus aspectos teóricos y prácticos es objeto de diversas áreas de finanzas.

2.3.1.1 DEFINICIÓN DE PROCESO ESTOCÁSTICO

Un proceso estocástico es un modelo matemático del comportamiento en el tiempo de un fenómeno aleatorio. La aleatoriedad del fenómeno se define a través de un espacio medible (Ω, F) , es decir un espacio muestral y una sigma álgebra del espacio muestral, o conjunto de eventos o sucesos relevantes.

El proceso estocástico se define como un conjunto de variables aleatorias definidas en un intervalo de tiempo finito o infinito y sobre el espacio medible.

Entonces se puede explicar de la siguiente forma:

Sea (Ω, F, P) un espacio de probabilidad, es decir Ω es un espacio muestral; donde F es una sigma-álgebra sobre el espacio muestral y P es una medida de probabilidad. El intervalo de tiempo T está definido desde cero hasta infinito.

Un proceso estocástico está dado en la función:

$$X(w, t) = X_t(w): \Omega \rightarrow \mathbb{R} \quad (2.34)$$

Es decir, la variable aleatoria X es una función F medible.³³

2.3.1.2 MOVIMIENTO BROWNIANO

Sea (Ω, F, IP) un espacio de probabilidad fijo, el movimiento Browniano es una función:

$$W: [0, \infty) \times \Omega \rightarrow \mathbb{R} \quad (2.35)$$

La familia de variables aleatorias $W(t)$ es denotada como: $(W_t)_{t \geq 0}$, la cual satisface las siguientes condiciones:

1) $W_0 = 0$, es decir, el proceso empieza cuando el tiempo es cero, con probabilidad uno.

2) Para cualquier conjunto de tiempos $0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n$, los incrementos son estocásticamente independientes.

3) Para cualquier par de tiempos t y s con $0 < s < t$, $W_t - W_s \sim N(0, t-s)$.³⁴

³³ Venegas, Martínez; RIESGOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS; México 2008, p: 33.

³⁴ Ibidem, p: 34.

2.3.1.3 CAMINATA ALEATORIA

La caminata aleatoria es una formalización matemática de la trayectoria que resulta de hacer sucesivos pasos aleatorios. Los resultados del análisis de la caminata aleatoria han sido aplicados a la computación, la física, la ecología o la economía.

Algunas series financieras, como los precios de las acciones, muestran lo que se conoce como fenómeno de caminata aleatoria. Lo anterior significa que la mejor predicción para el precio de una acción, es igual a su precio actual, más una parte aleatoria. Entonces, se dice que la serie Y_t es de caminata aleatoria si:

$$Y_t = Y_{t-1} + u_t \quad (2.36)$$

Donde:

Y=variable

T= intervalo de tiempo

U=término de error

2.3.1.4 MARTINGALA

La teoría de martingalas proporciona un esquema de clasificación para las series de tiempo. El análisis de las series de tiempo se explicará con mayor detalle en temas posteriores.

- Si una serie de tiempo no presenta una tendencia perceptible entonces es una martingala dicho comportamiento.
- Si la tendencia es creciente entonces la serie de tiempo se dice ser una submartingala.
- Si la tendencia es decreciente entonces la serie de tiempo se dice ser una supermartingala.

Características:

1.- Un proceso estocástico $\{X_n; n = 0, 1, 2, 3, \dots\}$, o bien $\{X_n\}_{n \in \mathbb{Z}^+}$, es una martingala, si $E[|X_n|] < \infty$ y es tal que $E[X_{n+1}|X_0, \dots, X_n] = X_n$.

2.- Sean $\{X_n; n = 0, 1, 2, 3, \dots\}$, $\{Y_n; n = 0, 1, 2, 3, \dots\}$, o bien $\{X_n\}_{n \in \mathbb{Z}^+}$ $\{Y_n\}_{n \in \mathbb{Z}^+}$, procesos estocásticos.

Entonces $\{X_n\}$ es una martingala en términos de $\{Y_n\}$ Si:

$E[|X_n|] < \infty$

y es tal que $E[X_{n+1}|Y_0, \dots, Y_n] = X_n$.

Siendo Y_0, \dots, Y_n la información disponible o la historia en la etapa n . La martingala implica que el mejor pronóstico para el próximo valor de la variable aleatoria es el valor actual.

2.3.2 CÁLCULO ESTOCÁSTICO Y LEMA DE ITÔ

Una de las herramientas más útiles en las matemáticas financieras es el cálculo estocástico o cálculo de Itô, sobre el cual se explica la teoría económica y el análisis financiero. Este lema se utiliza para obtener diferenciales estocásticas.

El objeto de estudio del cálculo estocástico es la integral. Una notación simple de la integral estocástica es la ecuación diferencial estocástica.

2.3.2.1 REGLAS DE DIFERENCIACIÓN ESTOCÁSTICA

Si t es una variable independiente, se tiene que el cuadrado de una cantidad infinita $(dt)^2 = 0$. En otras palabras, si algo es pequeño, el cuadrado es todavía más pequeño.

Se tiene que si W_t es un movimiento Browniano, entonces:

$$(dW_t)^2 = dt$$

Así mismo, $(dW_t) \cdot (dt) = 0$

Las reglas básicas de diferenciación estocástica, se resumen como:

	dt	dW_t
dt	0	0
dW_t	0	dt

2.3.2.2 INTEGRAL Y DIFERENCIAL ESTOCÁSTICA

El objeto de estudio del cálculo estocástico es la integral estocástica, la cual se define como:

$$V_t = \int_0^t f(s) dW_s \quad (2.37)$$

Donde $(W_t)_{t>0}$ es un movimiento Browniano estándar. Reordenando la integral y aplicando los límites matemáticos, la integral se define como:

$$S_t = S_0 + \int_0^t \mu(S_u, u) du + \int_0^t \sigma(S_u, u) dW_u \quad (2.38)$$

Donde $(W_t)_{t>0}$ es un movimiento Browniano definido sobre un espacio fijo de probabilidad $((\Omega, \mathcal{F}, \mathbb{P}))$.

Para simplificar la integral se denota la ecuación diferencial estocástica, que está dada por:

$$dS_t = \mu(S_t, t) dt + \sigma(S_t, t) dW_t \quad (2.39)$$

2.3.2.3 LEMA DE ITÔ

Como se explicó anteriormente, una ecuación diferencial estocástica es la notación simplificada de una integral estocástica. Se considera la función $y=f(S_t,t)$. Debido a la regla $(dW_t)^2 = dt$, se calcula el diferencial de y , considerando los términos de segundo orden en una expansión en serie de Taylor.³⁵

$$dy = \frac{\partial f}{\partial S_t} dS_t + \frac{\partial f}{\partial t} dt + 1/2 \left(\frac{\partial^2 y}{\partial S_t^2} (dS_t)^2 + \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} (dt)^2 + 2 \frac{\partial^2 y}{\partial S_t \partial t} (dS_t)(dt) \right) \quad (2.40)$$

Sustituyendo y aplicando las reglas básicas de diferenciación estocástica, tenemos que:

$$dy = \left(\frac{\partial y}{\partial t} + \mu S_t \frac{\partial y}{\partial S_t} + 1/2 \sigma^2 S_t^2 \frac{\partial^2 y}{\partial S_t^2} \right) dt + \sigma S_t \frac{\partial y}{\partial S_t} dW_t \quad (2.41)$$

La ecuación 1.54 se le conoce como Lema de Itô en su forma diferencial e integral.³⁶

2.3.3 VOLATILIDAD

Se define como volatilidad de una variable a la desviación estándar del rendimiento de un activo o portafolio.

³⁵ En matemáticas, la serie de Taylor de una función $f(x)$ infinitamente derivable (real o compleja) definida en un intervalo abierto $(a-r, a+r)$ se define como la siguiente suma:

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(a)}{n!} (x - a)^n$$

Donde $n!$ es el factorial de n y $f^{(n)}(a)$ indica la n -ésima derivada de f en el punto a .

³⁶ Venegas, Ob. Cit. P: 70.

Es un indicador indispensable para la medición de riesgos de mercado porque representa una medida de dispersión de los rendimientos respecto a su media. La varianza es el cuadrado de la desviación.

Existen varias formas de medir la volatilidad como:

- a) volatilidad histórica
- b) volatilidad con suavizamiento exponencial
- c) modelos de series de tiempo.

a) Volatilidad histórica

Primer método para calcular la volatilidad, el cual consiste en el pronóstico de las observaciones históricas, donde cada observación tiene el mismo peso.

Para el cálculo de la volatilidad se utiliza la misma fórmula de la desviación estándar, que se establece en el Anexo I del Apéndice.

b) Suavizamiento exponencial

El segundo método para calcular la volatilidad, por ejemplo de los mercados financieros, es mediante el uso del suavizamiento exponencial de las observaciones históricas durante un periodo de tiempo.

El método consiste en asignar mayor peso a los puntos de datos más recientes, para reducir exponencialmente el peso cuando más antiguos son los datos. Este método se utiliza para pronosticar³⁷ un dato futuro a corto plazo. Para calcularlo, se necesitan tres datos: el pronóstico más reciente, una serie observada y una constante de suavizamiento llamado alfa. Esta constante determina el nivel de suavizamiento.

³⁷ Pronóstico es el proceso de estimación en situaciones de incertidumbre. Sinónimo de predicción.

Para enunciar el procedimiento de suavizamiento exponencial, se comienza con un algoritmo para convertir la serie observada “y”, en una serie suavizada \bar{y} y su pronóstico \hat{Y} .

Se llamará \bar{y} al estimador ³⁸ de y en el tiempo t. El parámetro α se encuentra definido en el intervalo $\alpha \in [0,1]$. Cuando menor es α , mayor peso tienen los datos más recientes y el nivel estimado es más liso o suavizado; si α tiende a 0, la serie tiende a ser constante y cuando tiende a 1, las observaciones tendrán un peso uniforme. ³⁹

La ecuación para un pronóstico de suavizamiento exponencial es la siguiente:

$$\bar{y} = \alpha y_t + (1 - \alpha) \bar{y}_{t-1} \quad (2.42)$$

c) Series de tiempo

Datos estadísticos que se recopilan, se observan o se registran en intervalos de tiempo regulares. El análisis de este modelo se explicará a profundidad en el siguiente apartado.

2.3.4 SERIES DE TIEMPO

La predicción es una parte importante dentro del análisis econométrico. Por ejemplo las variables económicas como PIB, inflación, tipo de cambio, precios de las acciones, entre otras, se pronostican a partir de las series de tiempo. En este apartado se analizarán los métodos de predicción de mayor importancia como: autorregresivos y los modelos con heterocedasticidad condicional autorregresiva.

³⁸ Un estimador, conocido también como estadístico, es un método que dice cómo estimar el parámetro poblacional a partir de la información suministrada por la muestra disponible. *Gujarati Damodar; Econometría; México; 2004; p: 47.*

³⁹ Diebold, Francis; *Elementos de Pronóstico; México, 2001; p: 235.*

2.3.4.1 COMPONENTES DE LA SERIE DE TIEMPO

En una serie de tiempo existen cuatro tipos básicos de variación, los cuales contribuyen a los cambios observados en un periodo de tiempo; estos componentes son:

- **Tendencia:** la tendencia de una serie de tiempo se caracteriza el patrón y las variaciones de la propia serie, las cuales afectan el crecimiento o reducción de la misma.
- **Efecto estacional:** es el componente de la serie de tiempo que representa la variabilidad en los datos debida a influencias de las estaciones. Esta variación corresponde a los movimientos de la serie que recurren año tras año en los mismos meses del año.
- **Efecto cíclico:** con frecuencia las series de tiempo presentan secuencias alternas de puntos abajo y arriba de la línea de tendencia.⁴⁰
- **Fluctuación irregular:** se trata de una serie que puede ser explicada por un conjunto de variables, pero el impacto de cada serie no tiene un patrón de comportamiento.

2.3.4.2 TENDENCIA DE LA SERIE DE TIEMPO

Como se mencionó anteriormente, la tendencia es la evolución lenta y a largo plazo de la variable que se desea pronosticar.

- **Tendencia lineal:** la tendencia de una serie viene dada por el movimiento general de la serie a largo plazo, es decir, aumenta o disminuye como si fuera una línea recta. La estimación de la tendencia se realiza a través del modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios. (Véase Anexo III).

⁴⁰ Ibidem. P: 11.

La tendencia lineal se puede expresar de la siguiente forma:

$$T_t = \beta_0 + B_1 \text{Tiempo} \quad (2.43)$$

Donde:

La variable tiempo se forma artificialmente y se le llama variable artificial o variable dummy, del tiempo.

B0= es la ordenada al origen y es el valor de la tendencia en el tiempo t=0

B1= es la pendiente, es positiva si la tendencia es aumentar o negativa si la tendencia es a disminuir.

- **Tendencia no lineal:** cuando la serie de tiempo presenta un comportamiento curvilíneo se dice que este comportamiento es no lineal, por ejemplo cuando una variable aumenta con una rapidez cada vez mayor o menor.

- Cuadrática: $T_t = \beta_0 + B_1 T + \beta_2 T^2$ (2.44)

- Exponencial: $T_t = \beta_0 e^{\beta_1 T}$ (2.45)

2.3.4.3 ESTRUCTURA DE LA SERIE DE TIEMPO

Toda serie de tiempo está determinada por un proceso estocástico. Como se explicó en el capítulo anterior, se llama proceso estocástico a una sucesión de valores aleatorios, y_t , donde t sólo toma valores enteros. Se le llama proceso estocástico estacionario si su media y varianza son constantes y la covarianza entre dos periodos depende del tamaño del intervalo y no del tiempo. Para el pronóstico adecuado de una serie de tiempo, es suponer en primer lugar que la serie es estacionaria.

2.3.4.3.1 SERIES ESTACIONARIA

Si una serie de tiempo es estacionaria, su media, varianza y covarianza permanecen iguales sin importar el momento en el cual se midan.

2.3.4.3.2 SERIES NO ESTACIONARIA

Algunas series de tiempo financieras, como por ejemplo los precios de las acciones, muestran lo que se conoce como fenómeno de caminata aleatoria. Recordando, caminata aleatoria significa que la mejor predicción, por ejemplo para el precio de una acción, es igual a su precio actual, más un efecto aleatorio o llamado también término de error.

Para poder identificar si una serie es estacionaria o no, existen dos métodos: prueba del correlograma y prueba de raíz unitaria, los cuales se explican en el Anexo III de este trabajo.

2.3.4.4 PRONÓSTICO DE LA SERIE DE TIEMPO

Los procesos estocásticos son pronosticados a partir de las series de tiempo. En este apartado se explicarán los modelos de predicción de las series de tiempo.

2.3.4.4.1 PROCESOS AUTOREGRESIVOS (AR)

Si z es un ruido blanco o variable aleatoria que se distribuye de manera normal, el proceso autorregresivo está definido por:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t \quad (2.46)$$

Donde δ es la media de Y y u es el término de error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante, entonces se dice que Y_t sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden., o AR1.

En general se tiene:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t \quad (2.47)$$

En este caso Y sigue un proceso estocástico autorregresivo de orden P o AR(p).⁴¹ Para determinar los parámetros del proceso se pueden estimar por mínimos cuadrados y modelo de regresión lineal, que se explican en el Anexo III de este trabajo. Además, la práctica se apoya del paquete de cómputo especializado en econometría, como E-views.

Para determinar el orden de autorregresivo, una herramienta muy útil es el correlograma, es decir, la gráfica de los coeficientes de autocorrelación rk contra los rezagos k.

2.3.4.4.2 MODELO DE PROMEDIOS MOVILES (MA)

El proceso AR no es el único mecanismo para generar una serie. Se supone un modelo de la forma:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t + \beta_1 u_{t-1} + \dots + \beta_q u_{t-q} \quad (2.48)$$

Donde μ es una constante y u es término de error con ruido blanco. En este modelo, Y en el periodo t es igual a una constante más un promedio móvil en los términos de error. Así, se dice que Y sigue un proceso de media móvil.

2.3.4.4.3 MODELOS AUTOREGRESIVOS Y DE PROMEDIOS MÓVILES (ARMA)

Es probable que existan series de tiempo con características de AR y MA a la vez, por consiguiente, si Y sigue un proceso ARMA, se puede escribir como:

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \beta U_t + \beta_1 U_{t-1} \quad (2.49)$$

⁴¹ Gujarati Damodar; *Econometría; México; 2004; p: 812.*

2.3.4.4.4 MODELOS AUTOREGRESIVOS INTEGRADOS DE MEDIA MOVIL (ARIMA)

Los modelos de series de tiempo antes citados se basan en el supuesto de series estacionarias, pero por ejemplo, algunas las series económicas son no estacionarias, es decir, son integradas. Por consiguiente, se deben obtener diferencias para convertir a la serie en estacionaria y luego aplicar el modelo ARMA, por lo que se dice que la serie de tiempo es ARIMA, es decir, una serie de tiempo autorregresiva integrada de media móvil. Donde p denota el número de términos autorregresivos, d el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerla estacionaria y q el número de términos de media móvil.

2.3.4.4.5 MODELOS ARCH Y GARCH

Las series de tiempo financieras, como el precio de las acciones, tasas de cambio, tasas de inflación, etc. a menudo presentan el fenómeno de acumulación de volatilidad, es decir, existen lapsos en los que los precios muestran grandes variaciones durante periodos prolongados y luego intervalos de tiempo en los que no hay variación. Conocer la volatilidad resulta importante en muchas áreas. Por ejemplo para los países importadores y exportadores que participan en los mercados, la variabilidad en las tasas de interés y de cambio, significan grandes pérdidas o ganancias. Generalmente se supone que la varianza es constante (homocedasticidad) y al serlo, es una condición necesaria para que una serie de tiempo sea estacionaria. Sin embargo, en ocasiones no es así, se presenta el fenómeno de la heterocedasticidad, es decir, la varianza de la serie presenta cambios en el tiempo. Para estos casos, se utilizan los modelos Arch (heterocedasticidad condicional autorregresivo) y Garch (generalización de los modelos Arch). Para corregir la heterocedasticidad se aplican los métodos de MCO para transformar los datos y software como E-views que cuenta con un proceso sencillo para estimar los modelos.⁴²

⁴² Ibidem. P: 835.

2.3.5 SIMULACIÓN MONTECARLO

La simulación de Montecarlo consiste en crear escenarios de rendimiento o precios de un activo mediante la generación de números aleatorios. Este modelo es útil cuando se pretende calcular el riesgo de productos derivados, como futuros, opciones y swaps.

Las técnicas utilizadas del método de Monte Carlo dependen de algún proceso para generar números aleatorios de la mejor manera posible.

2.3.5.1 GENERACIÓN DE NÚMEROS ALEATORIOS

Debido que los precios de activo en mercados eficientes se comportan de acuerdo con un proceso estocástico (movimiento geométrico Browniano), la ecuación matemática que representa este proceso es el modelo de Wiener.

Recordando el modelo, éste indica que los rendimientos de un activo están determinados por un componente determinístico y un componente estocástico que contiene un ruido blanco o choque aleatorio e .

Suponga que el precio de un activo es guiado por la siguiente ecuación diferencial estocástica:

$$\begin{aligned}dSt &= \mu dt + \sigma dz \\ dz &= \varepsilon \sqrt{dt}\end{aligned}\tag{2.50}$$

Donde μ es la media de los rendimientos y σ la desviación estándar de los mismos.

En Excel, la función que genera números aleatorios distribuidos normalmente es: `NORMSINV(RAND())`.

CAPITULO III: MARCO DE REFERENCIA

3.1 PETROLEOS MEXICANOS

Petróleos Mexicanos, organismo descentralizado de la Administración Pública, que opera en forma integrada, fue fundado el 7 de Junio de 1938, con la finalidad de llevar a cabo la exploración y explotación del petróleo y demás actividades estratégicas que constituyen la industria petrolera nacional.

PEMEX opera por conducto de un corporativo y cuatro organismos subsidiarios:

- PEMEX Exploración y Producción: tiene a su cargo la exploración y explotación del petróleo y gas natural
- PEMEX Refinación: produce, distribuye y comercializa combustibles
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica: procesa y distribuye gas natural y gas LP y productos petroquímicos
- PEMEX Petroquímica: elabora, distribuye y comercializa productos petroquímicos

Las áreas geográficas del país corresponden a la división PEMEX-Exploración y Producción. Las cabeceras se ubican a lo largo de la costa del Golfo de México:

- ❖ Región Marina Noreste (Ciudad del Carmen, Campeche)
- ❖ Región Marina Suroeste (Ciudad del Carmen, Campeche)
- ❖ Región Sur (Villahermosa, Tabasco)
- ❖ Región Norte (Poza Rica, Veracruz)

Como resultado de la reestructuración de regiones con respecto a sus activos, los pozos petroleros son: ⁴³

- ❖ Región Marina Noreste: Cantarell, Ku-Maloob-Zaap y Ek-Balam
- ❖ Región Marina Suroeste: Abkatún, Pol-chuc y Litoral Tabasco
- ❖ Región Sur: Muspac, Samaria, Jujo-Tecominoacán, Luna, Chilapilla-José colomo, belloa-Chinchorro y Cinco Presidentes
- ❖ Región Norte: Burgos, Veracruz, Poza Rica y Altamira⁴⁴

Para el 2008, las exploraciones produjeron resultados positivos en la incorporación de nuevas reservas petroleras. Se descubrieron los siguientes campos petroleros en el Golfo de México:

- ❖ Campo Tsimin
- ❖ Campo Ayatsil
- ❖ El campo Kambesah
- ❖ Teocalli
- ❖ Xanab
- ❖ Pit
- ❖ Yaxché

Mientras que los pozos petroleros terrestres descubiertos durante el 2008 son:

- ❖ Cali-se localiza al Suroeste de la ciudad de Reynosa, Tamaulipas.
- ❖ Ricos-e localiza en el municipio Río Bravo, Tamaulipas.
- ❖ Murex-se localiza en el municipio de Guerrero, Tamaulipas.
- ❖ Grande-se ubica en el municipio de Ciudad Mier, Tamaulipas.
- ❖ Peroné-se localiza en el municipio de Reynosa, Tamaulipas.
- ❖ Cauchy-se ubica en la costera del Golfo de México, Veracruz.
- ❖ Aral-se localiza en la ciudad de Cosamaloapan, Veracruz
- ❖ Aris- se ubica en la costera del Golfo de México, ciudad de Cosamaloapan, Veracruz.
- ❖ Kabuki-se ubica en la costera del Golfo de México, ciudad de Cosamaloapan, Veracruz
- ❖ Maderaceo-se localiza en la ciudad de Piedras Negras, Veracruz
- ❖ Rabasa-se ubica en el municipio de Agua Dulce, Veracruz
- ❖ Teotleco-se ubica en la costera del Golfo de México, Chiapas-Tabasco.

⁴³ Un yacimiento es la acumulación de aceite y/o gas en roca porosa tal como arenisca. Un yacimiento petrolero normalmente contiene tres fluidos (aceite, gas y agua) que se separan en secciones distintas debido a sus gravedades variantes. El gas siendo el más ligero ocupa la parte superior del yacimiento, el aceite la parte intermedia y el agua la parte inferior. <http://energia.glosario.net/terminos-petroleo/yacimiento-2123.html>

Un pozo de petróleo es un tubo fino y largo de hierro que atraviesa la roca hasta llegar al estrato que lo contiene. Generalmente se encuentran capas intermedias de agua, antes de llegar al petróleo.

⁴⁴ Cfr. Anuario Estadístico PEMEX 2004.

En Marzo del 2010 Pemex anunció dos yacimientos en la Sonda de Campeche denominados: -Tekel de crudo súper pesado, y Tsimin-Xux de crudo súper ligero.

Asimismo, PEMEX en actividad exploratoria ha descubierto dos series de yacimientos en la Sonda de Campeche: Ayatzil–Tekel, de crudo extra pesado, y Tsimin–Xux de crudo súper ligero. Cada uno de ellos, con más de mil millones de barriles de reservas totales. ⁴⁵

El petróleo es clasificado por su lugar de origen y por su peso, de acuerdo a la medida de grados del Instituto Americano del Petróleo (siglas en inglés API).

a) Clasificación del petróleo según su origen

- Minas- crudo pesado proveniente del Lejano Oriente
- Tapis- crudo ligero proveniente del Lejano Oriente
- Brent- crudo proveniente de Noruega
- Dubai- crudo proveniente de Asia-Pacífico
- West Texas Intermediate (WTI)- crudo proveniente de Estados Unidos.
- Maya- crudo pesado de México
- Istmo- crudo ligero de México
- Olmeca- crudo muy ligero de México

b) Clasificación del petróleo según su peso

Son varios compuestos químicos los que constituyen el petróleo, entre otras propiedades, estos compuestos se diferencian por la temperatura de ebullición. Al calentarse el petróleo, se evaporan los compuestos ligeros, conforme aumenta la temperatura, los componentes pesados se van evaporando. La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo con su densidad API (Instituto Americano del Petróleo):

- Crudo liviano o ligero: gravedad mayor a 31.1 °API
- Crudo medio o mediano: gravedad entre 22.3 y 31,1 °API.
- Crudo pesado: tiene gravedad entre 10 y 22.3 °API.
- Crudo extrapesado: gravedad menor a 10 °API. ⁴⁶

⁴⁵ <http://www.informe.gob.mx/>

⁴⁶ Cfr. <http://www.api.org/aboutoilgas/oilsands/index.cfm>

3.1.1 PRODUCCIÓN DE PETRÓLEO

Durante el periodo comprendido del 2004 al 2010, la producción de crudo ha tenido una disminución de 4.5% aproximadamente.⁴⁷

A partir del 2005, la producción de petróleo ha tenido una disminución, principalmente en el yacimiento petrolero Cantarell, debido principalmente al mal tiempo y a la presencia de tormentas tropicales y huracanes.

Durante el **2005**, el Golfo de México se vio afectado por tormentas y huracanes, el principal de ellos Katrina, el cual se formó sobre las Bahamas en agosto del 2005 provocando grandes impactos destructivos sobre la población de Estados Unidos y grandes daños materiales. El huracán Katrina no sólo tuvo impacto negativo en la población, sino también en la industria petrolera; Katrina interrumpió la producción, importación y el refinado del petróleo de Estados Unidos y de México.⁴⁸

En México, el huracán ocasionó el deterioro de la producción del yacimiento Cantarell. La producción de crudo promedio fue 3,333 miles de barriles diarios, 3% menor a la producción obtenida en el 2004, debido principalmente a condiciones climatológicas adversas. La producción de crudo ligero y supe ligero aumentaron 2 y 7 por ciento, respectivamente, debido, principalmente a la terminación de pozos Jujo, Samaria y Litoral de Tabasco. El número de pozos en operación fue de 5925; el número de pozos perforados fue de 742; además, PEMEX inició la perforación del pozo Noxal-1.⁴⁹

A pesar de que el paso de los huracanes Emily, Katrina, Rita, Stan y Wilma⁵⁰ no causó daños a la infraestructura de PEMEX, ésta tuvo que interrumpir el envío de crudo a las refinerías de Estados Unidos.

⁴⁷ Tasa compuesta de crecimiento anual CAGR con información del Sistema de Información Energética.

⁴⁸ Cfr. <http://smn.cna.gob.mx>

⁴⁹ Cfr. Informe Anual PEMEX 2005.

⁵⁰ Cfr. <http://smn.cna.gob.mx>

En **2006** PEMEX invirtió aproximadamente 12 millones de dólares en exploración y producción.⁵¹ Asimismo, el número total de pozos promedio en operación alcanzó su máximo histórico, al ubicarse en 6,267. La producción de crudo promedio fue 2% menor a lo registrado en el 2005. La producción de crudo pesado disminuyó 6%, debido principalmente a la disminución en la producción del yacimiento Cantarell, mientras que la producción de crudo ligero y super ligero incrementó 4% y 18% respectivamente por los pozos Litoral de Tabasco y Abkatún-Pol-Chuc de la región marina Suroeste. El incremento en la producción de crudo ligero y superligero se lograron gracias a la inversión en los proyectos: Ku-Maloob-Zaap; el cual tuvo como objetivo incrementar la producción de crudo pesado para asegurar el consumo interno y el cumplimiento de los programas de exportación; después de Cantarell, es el segundo mayor productor de crudo pesado. Durante este año, la producción de KU ascendió a 404 miles de barriles diarios de crudo.

En el **2007**, PEMEX invirtió 148,761 millones de pesos en desarrollo, exploración y mantenimiento.⁵² Para el 2007, la disminución del crudo se debió al cierre de pozos en la Región Marina Noreste y Región Sur por condiciones climáticas adversas.

Los volúmenes de crudo pesado durante el 2007 disminuyeron 9%, como resultado del cierre de los pozos en la Región Marina Noreste y Región Sur. En contraste, la producción de super ligero aumentó 10% debido al proyecto Crudo Ligero Marino. La producción de Cantarell fue 1.47 millones de barriles diarios, mientras que la producción de Ku ascendió a 527 mil barriles diarios de crudo. En este año, PEMEX se suscribió con compañías petroleras internacionales como: Petrobrás, Statoil, Chevron, Shell, entre otras, con el propósito de intercambiar conocimientos tecnológicos para generar mayor producción de crudos pesados.

⁵¹ Cfr. Informe Anual PEMEX 2006.

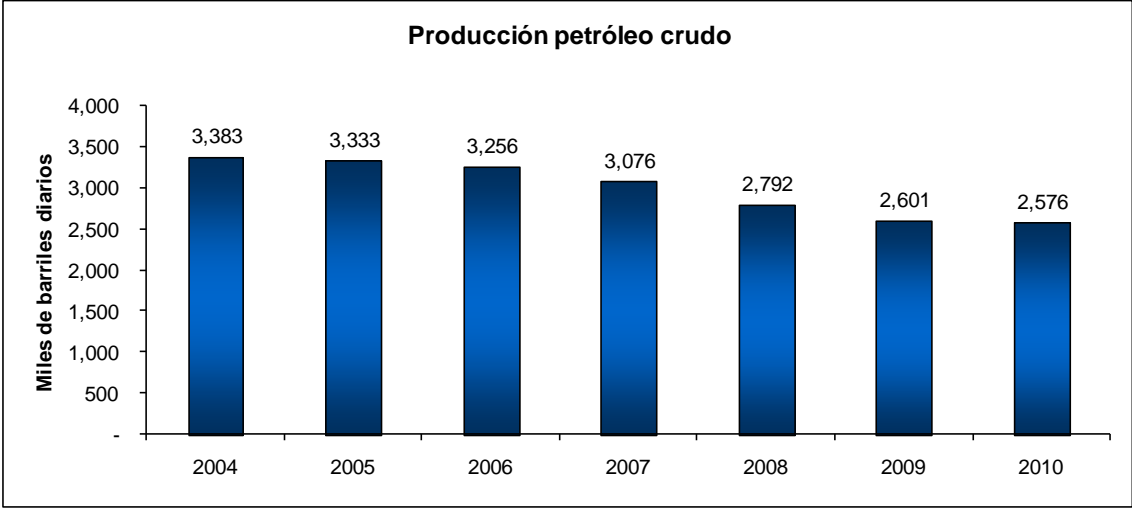
⁵² Cfr. Informe Anual PEMEX 2007.

Durante el **2008**, pese al éxito del programa para incrementar la producción de Ku-Maloob-Zaap, la producción de petróleo crudo se ubicó en 2.8 millones de barriles diarios, lo que representa una disminución de 9.2% respecto al año anterior, como resultado de la declinación de Cantarell.⁵³ Ante al agotamiento de Cantarell, PEMEX aceleró los trabajos en nuevas zonas, donde se supone la existencia de hidrocarburos para mantener la plataforma de producción de petróleo y mediante la actividad exploratoria, encontrar nuevas oportunidades en aguas profundas del Golfo de México, para aumentar la producción de crudo.

En **2009**, derivado de los esfuerzos de PEMEX de optimización en la explotación de Cantarell, la declinación del campo Akal, disminuyó 38% en el primer semestre a 15% en el segundo trimestre del año. En el 2009, la producción de crudo disminuyó 6.8% en comparación al año anterior, de 2.8 a 2.6 millones de barriles diarios; mientras que la producción de gas aumentó 1.6% respecto al 2008.⁵⁴

En el **2010**, la producción de crudo disminuyó 0.96% en comparación al año anterior, de 2.6 a 2.5 millones de barriles diarios.

Producción de petróleo crudo (Figura 3.1)



Fuente: elaboración propia con información del Sistema de Información Energética. Cifras en miles de barriles diarios.

⁵³ Cfr. Informe Anual PEMEX 2008.

⁵⁴ Cfr. Informe Anual PEMEX 2009.

Del periodo 2004-2010 la producción de crudo en Aguas Territoriales y Tamaulipas disminuyó 6% y 3%; mientras que la producción en Tabasco, Veracruz y Chiapas aumentó en 0.7%, 0.98% y 4.5% respectivamente.⁵⁵

A junio de 2010 la inversión ejercida total por parte de la industria petrolera paraestatal alcanzó 115 mil 503 millones de pesos. Con estas inversiones Pemex continúa con las acciones para seguir administrando en forma eficiente la declinación de Cantarell e incrementar el factor de recuperación de hidrocarburos.⁵⁶

3.1.2. RESERVAS DEL PETRÓLEO

Las **reservas probadas** son los volúmenes de hidrocarburos que son recuperables en años futuros bajo las condiciones actuales económicas, métodos operacionales y regulaciones gubernamentales.

PEMEX considera además de las reservas probadas, también las probables y posibles que integran las reservas totales, llamada 3P.

Las **reservas posibles** son la cantidad de hidrocarburos estimada a una fecha específica en trampas no perforadas, con posibilidades de obtener producción de hidrocarburos, al mismo nivel en donde existan reservas probadas.

Las **reservas probables** son la cantidad de hidrocarburos estimados a una fecha específica, en trampas perforadas, localizadas en áreas adyacentes a yacimientos productores, en donde se considera que existen probabilidades de obtener producción de hidrocarburos.

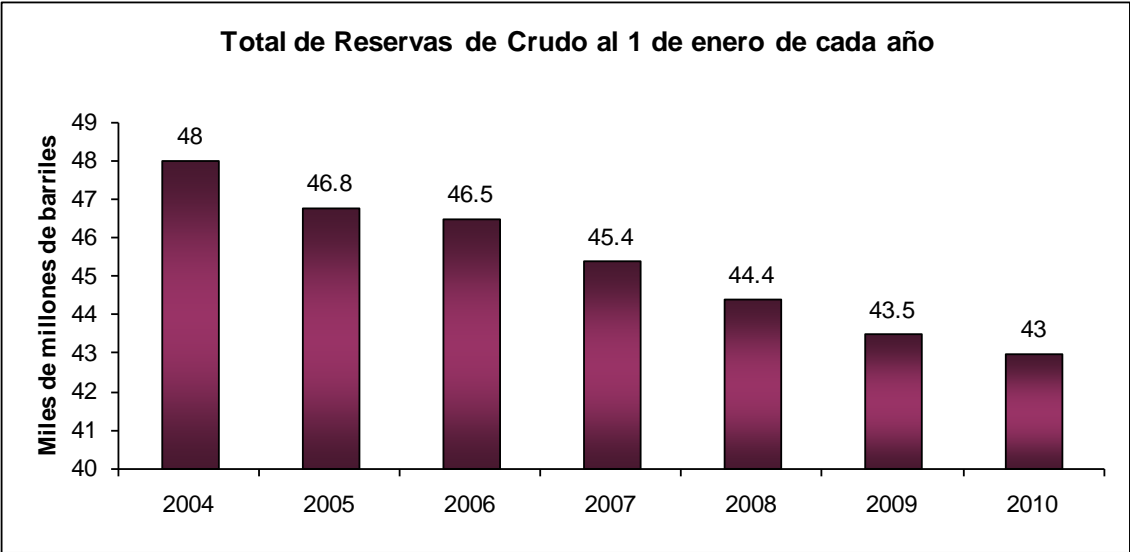
⁵⁵ Tasa compuesta de crecimiento anual CAGR con información del Sistema de Información Energética

⁵⁶ <http://www.informe.gob.mx/>

Del total de reservas probadas, 10 mil 200 millones de barriles de petróleo son de crudo equivalente, de las cuales 71% de las reservas son desarrolladas, es decir, reservas que se recuperan de los pozos existentes. Estas reservas se localizan en las regiones marinas y en la región terrestre del Sureste del país. El porcentaje restante corresponde a las reservas probadas no desarrolladas, las cuales corresponden a volúmenes que se espera producir a través de la perforación de los pozos en el futuro.

A pesar de que a partir del 2000, PEMEX ha aumentado las inversiones en exploración, y a pesar de los nuevos descubrimientos y desarrollos, las reservas han disminuido considerablemente.

Reservas de Crudo (figura 3.2)



Fuente: elaboración propia con información del Sistema de Información Energética. Cifras en miles de millones de barriles diarios.

Durante el periodo 2004-2010, las reservas de crudo han disminuido en 1.81%.

Durante el periodo 2004-2010, las reservas probadas se redujeron en 5.4%, mientras que las probables la reducción fue de 1.94% como consecuencia de reclasificaciones y desarrollo de campos, principalmente en Citam.

Con respecto a las reservas posibles, éstas presentan un incremento de 2.33%.

Al 31 de diciembre del **2004**, PEMEX tenía reservas probadas por 17 mil 650 millones de barriles de petróleo crudo.

Con respecto al crudo, las reservas probadas alcanzaron 12 mil 882 millones de barriles durante el 2004, de los cuáles el 64% corresponde al crudo pesado, 30% al crudo ligero y 6% al crudo super ligero.⁵⁷

Los descubrimientos de hidrocarburos en el **2007** como reservas probadas fueron 183 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, mientras que a nivel total, o 3P, fueron 1053 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.⁵⁸

Al 1 de enero del **2009**, PEMEX contaba con reservas probadas por 14 mil 300 millones de barriles de petróleo crudo.

Las reservas probadas alcanzaron 10 mil 400 millones de barriles durante el 2009, de los cuáles el 61% corresponde al crudo pesado, 31% al crudo ligero y 8% al crudo super ligero. Al 31 de diciembre del 2009, las reservas probadas de hidrocarburos ascendieron a 14 mil millones de barriles de petróleo crudo. Las reservas probables fueron 14.2 mil millones de petróleo crudo, donde 60% de las reservas se ubican en el Proyecto Aceite Terciario del Golfo, en el área de Chicontepec y 28% en regiones marinas. Las reservas posibles alcanzaron 14.8 mil millones de barriles diarios, de las cuales 55% se localizan en Chicontepec y 37% en las regiones marinas. Las reservas 3P totalizaron 43.1 mil millones de barriles diarios de petróleo crudo. La relación reserva-producción de petróleo crudo equivalente es de 31.3 años para la reserva 3P, 20.5 años para la reserva 2P y 10.2 años para las reservas probadas. Las relaciones reserva-producción 3P, 2P y 1P incrementaron con respecto al año anterior 4%, 3% y 3% respectivamente.⁵⁹

⁵⁷ Cfr. Informe Anual PEMEX 2004.

⁵⁸ Cfr. Informe Anual PEMEX 2007.

⁵⁹ Cfr. Informe Anual PEMEX 2009.

Al 1 de enero del **2010**, las reservas probadas de hidrocarburos de PEMEX ascendieron a 13,992 millones de barriles de petróleo crudo, de éstas el 74% corresponde a crudo, 10% a condensados y 16% a gas seco. Del total de reservas probadas, 9626 millones de barriles de petróleo crudo o 69%, son desarrolladas, reservas que se espera sean recuperadas de pozos existentes incluyendo las reservas que pueden ser producidas con la infraestructura actual e inversiones moderadas. El 74% de las reservas desarrolladas se ubican en los complejos Cantarell, Ku-Maloob-Zaap y Antonio J Bermudez y en los campos Jujo-Tecominoacan, Ixtal, Bolontikú, Caan, May y Chuc. El 64% de las reservas se encuentran en los campos de las regiones marinas el restante 36% en campos de las regiones Norte y Sur.

3.1.3 REFINACIÓN

Durante el **2005** el proceso de crudo se ubicó en 1284 miles de barriles diarios, lo que representó una disminución al 1% respecto al 2004. La reducción en el proceso fue consecuencia del mantenimiento de las plantas por la instrumentación del Programa Emergente de Seguridad, Salud y Protección Ambiental. El proceso de crudo se vio afectado por condiciones climatológicas adversas en el Golfo de México y fallas en el suministro de energía eléctrica. La producción de refinados promedió 1554 miles de barriles diarios, 2% menor a la obtenida durante el 2004.⁶⁰

Durante el **2007**, el proceso total de crudo fue de 1.2 millones de barriles diarios, lo que representó una disminución de 1% respecto al 2006, debido principalmente a los actos de sabotaje contra los ductos de PEMEX ocurridos en julio y septiembre 2007, así como a condiciones climatológicas adversas. La producción de petrolíferos fue de 1.5 millones de barriles diarios, 2% menor a 2006. La producción de gasolinas se mantuvo en 456 mil barriles diarios, mientras que la de diesel fue superior en 2% respecto a la del 2006. Durante este año, PEMEX

⁶⁰ Cfr. Informe Anual PEMEX 2005.

comenzó la renovación de su flota petrolera para realizar labores de cabotaje de productos petrolíferos en la costa del Pacífico.

El avance de la reconfiguración de la refinería de Minatitlán fue de 75%. La inversión total estimada del proyecto fue de 3,100 millones de dólares.⁶¹

Para el **2008**, el Sistema Nacional de Refinación procesó 1.3 millones de barriles diarios, lo que representó una disminución de 0.7% respecto al 2007. Lo anterior se debió a mayor actividad de mantenimiento programado, aumento del proceso de crudos pesados. Como resultado del menor proceso de crudo, la producción de petrolíferos disminuyó a 1.5 millones de barriles diarios, una reducción de 1.4% en comparación con 2007.⁶²

En **2009**, el proceso total de crudo aumentó 2.7% respecto a 2008, como resultado de la implementación y ejecución del programa de mantenimiento preventivo en plantas del Sistema Nacional de Refinación. El proceso de crudo ligero aumentó 7.2% y el del pesado disminuyó 4.2%. En el año, la producción de petrolíferos aumentó 2.3% en comparación con 2008, a 1.5 millones de barriles diarios, debido principalmente a mayor producción de combustóleo en la refinería de Tula y mayor producción de gasolinas por mayor proceso de crudo ligero. Se inició los trabajos de planeación y conceptualización de una nueva refinería que será construida en Tula, Hidalgo, con capacidad para procesar 300 mil barriles diarios de crudo Maya, con una inversión estimada de 9 mil millones de dólares.⁶³

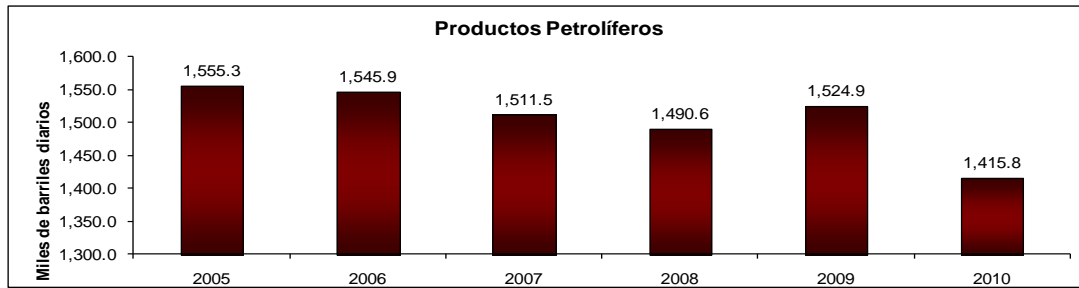
En el **2010**, la producción de petrolíferos disminuyó 7.1% en comparación con 2009, a 1.4 millones de barriles diarios.

Producción de Productos petrolíferos (figura 3.3)

⁶¹ Cfr. Informe Anual PEMEX 2007.

⁶² Cfr. Informe Anual PEMEX 2008.

⁶³ Cfr. Informe Anual PEMEX 2009.



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX. Cifras en millones de barriles diarios.

3.1.4 SITUACION FINANCIERA

3.1.4.1 ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS

Por medio de este análisis podemos conocer en el estado de resultados, los componentes que aumentan y los que reducen la utilidad de PEMEX, además de que mostraremos cuáles han sido las causas y los efectos de pérdida de utilidad; en el balance general, se observará la participación de los componentes de los activos sobre el activo total, y la deuda sobre el capital contable.

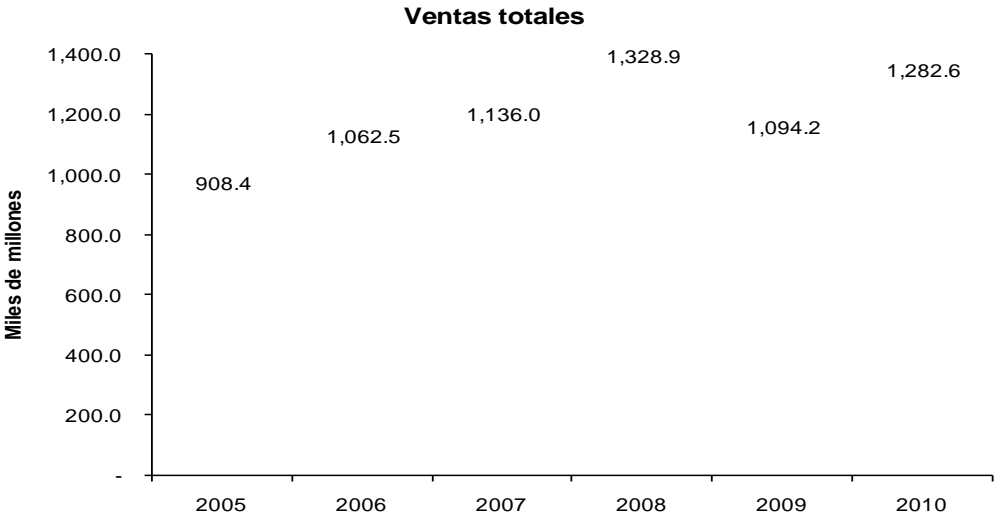
Dentro del estudio, las razones más importantes para mostrar la generación de utilidad son los márgenes. El margen operativo nos muestra que en 2010, PEMEX generó 43% de utilidad (EBIT) para absorber otros gastos y otros ingresos, mientras que en el 2009, generó 44%. El margen bruto, es decir, la utilidad bruta sobre las ventas netas, mostraron que en 2010, la utilidad fue de 51% para absorber los gastos operativos, mientras que en el año anterior, la utilidad bruta fue del 53%. El margen neto, que en el 2010 fue de negativo, nos dice que por cada peso de ventas, PEMEX no generó utilidad.

Asimismo, los impuestos juegan un papel importante dentro de la utilidad de PEMEX durante el 2010, ya que representan el 51% del total de ventas.

En una estimación realizada en el 2007, cuando PEMEX generó una producción de 3076 millones de barriles diarios de petróleo, la empresa pagó una tasa impositiva equivalente al 60% de sus ventas, que ascendió a \$677,256 millones de pesos.

Es importante señalar que en el 2010, PEMEX mostró un aumento del 17% en las ventas. Además los ratios financieros que muestran la participación de los componentes del estado de resultados sobre las ventas, en el 2010 se señala que el 49% de las ventas son primordialmente el costo de ventas y el 8% de las ventas provienen de los gastos administrativos y generales, mientras que un año antes, éstos representaban 47% y 9% respectivamente.

Ventas Totales de Petróleo (figura 3.4)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX.

En el balance general se muestra que en el 2010, que el efectivo tiene una participación del 26% sobre el activo total, los inventarios el 3% sobre el activo total, las cuentas por cobrar el 10% del activo total y 1% corresponde las cuentas por pagar sobre el pasivo a corto plazo. Además, dentro del pasivo encontramos que la deuda a largo plazo de PMEX representa el 38% y la de corto plazo el 6%.

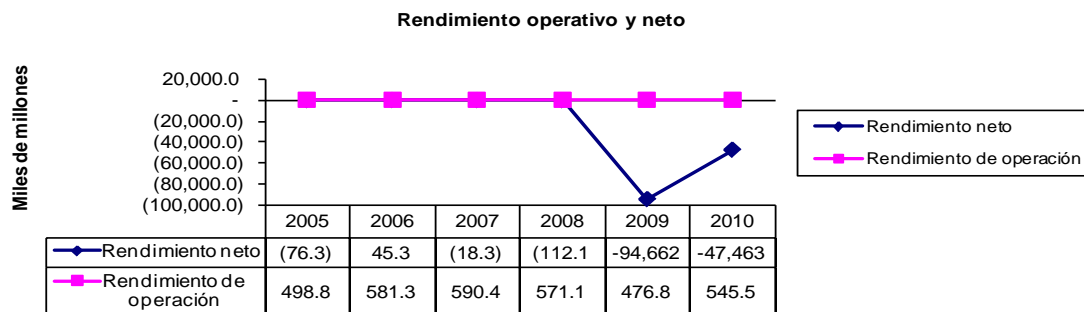
3.1.4.2 ANÁLISIS DE TENDENCIAS

En este análisis se demuestra el crecimiento y la tendencia de cada elemento del estado de resultados y del balance general. Las ventas del 2010 aumentaron con respecto al año anterior 17%. Los gastos de PEMEX no desempeñaron una salida

de dinero importante para la misma, los gastos administrativos que disminuyeron 1.7% con respecto a 2009.

La utilidad operativa de la empresa sufrió un notable decrecimiento del 16.5% con respecto a 2009; la utilidad neta aunque fue negativa, ésta decreció en menor proporción en comparación al 2009.

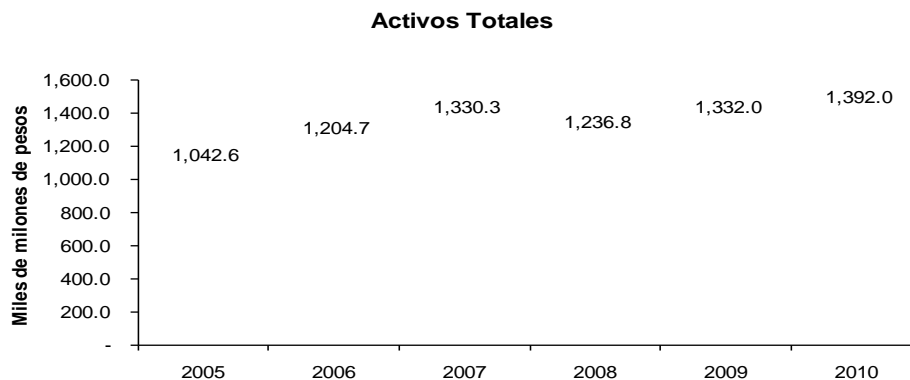
Rendimiento Operativo y Neto de PEMEX (figura 3.5)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX.

Los impuestos disminuyeron, pero éstos representan el 51% del total de las ventas. Dentro de los activos circulantes, caja e inventarios se incrementaron 10%; mientras que las cuentas por cobrar también se incrementaron en 10%. Las inversiones en acciones y valores aumentaron 1% con respecto al 2009. Los activos totales en comparación, crecieron 5%.

Activos totales de PEMEX (figura 3.6)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX.

Por su parte los pasivos circulantes disminuyeron 15% con respecto al 2009. Esto señala que la compañía financia el activo circulante es financiado con deuda a corto plazo, lo que le trae mayor riesgo a la empresa, debido a que no ha logrado alcanzar un nivel óptimo de ventas. Los pasivos a largo plazo de incrementaron 12% y el capital contable aumentó considerablemente 70%. Las cuentas por pagar disminuyeron 24%, mientras que los impuestos aumentaron 8%.

3.1.4.4 RAZONES FINANCIERAS

La razón de **Capital de Trabajo** muestra que PEMEX disminuyó su capital a 106,175.61 MM, es decir 1% inferior con respecto al año anterior.

PEMEX maneja un nivel de 1.51 de liquidez a diciembre 2010, señalada por la **razón circulante**, 1.51 es mayor comparado con el 1.44 del 2009, indicando que ha aumentado su liquidez. Esta razón, pone en peligro la situación de los acreedores, pues no serán cubiertos por los activos. Por lo cual, PEMEX incrementó sus pasivos a corto plazo.

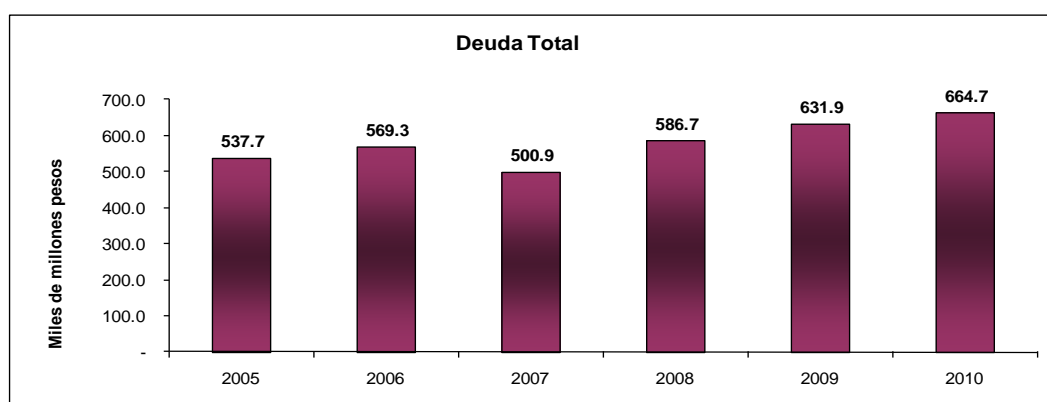
Mediante la **prueba del ácido**, PEMEX cubre sólo 1.33 veces sus obligaciones, si incrementara más sus CXC, la compañía podrá pagar más rápido sus obligaciones.

Las razones de **Eficiencia** muestran que PEMEX presenta dificultades de liquidez, la cual viene a consecuencia del mal comportamiento operativo de la empresa: baja rotación de inventarios, CXC y proveedores.

Por razón de **Activo fijo**, se puede observar que PEMEX no utiliza eficientemente sus activos. Dentro de las razones de manejo de activos, la rotación de activos señala que 0.92 veces, PEMEX no genera volumen de negocios para solventar su inversión en el activo total.

Las razones de financiamiento señalan la estructura de financiamiento de la empresa y su capacidad para financiar sus activos. La compañía muestra que por cada peso de activos, genera 108% del pasivo total, es decir, las deudas representan el 108% de los activos totales comparado con el 105% del año anterior. El **pasivo total** representa una gran proporción del capital de los accionistas, que son solventadas con el total de los activos totales. Por lo tanto, PEMEX presenta un nivel muy alto de deuda.

Deuda Total de PEMEX (figura 3.7)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX.

Dentro las razones de rentabilidad se encuentran el rendimiento de ventas, rendimiento de activos y rendimiento del capital. El cálculo de **ROS** indica la proporción de la utilidad con respecto a las ventas, a pesar de que las ventas aumentaron 17%, éstas no fueron suficientes para generar utilidad.

El **ROE** muestra la eficiencia de la empresa en el flujo de caja. PEMEX generó un ROE de 42% para los socios y accionistas, es decir por cada 100 pesos, los accionistas obtuvieron 42% de utilidad para el año 2010. El **ROA** de PEMEX fue negativo para el 2010, 2009 y 2008, es decir PEMEX tiene serios problemas de eficiencia y rentabilidad; es indispensable la aplicación de reformas para elevar la producción de la empresa, mediante la disminución o venta de activos y el incremento de ventas nacionales y extranjeras, de lo contrario, PEMEX seguirá en una grave crisis.

3.1.5 INVERSIÓN

En el **2004** PEMEX invirtió 122 mil millones, de los cuales el 93% de la inversión se destinó a proyectos de exploración y producción. Las inversiones se dirigieron a 27 proyectos, dentro de los cuales 5 de ellos representaban el 75% del total de la inversión en exploración y producción. Los proyectos eran: Cantarell, Burgos, Bermúdez, programa estratégico de Gas y Ku-Maloob.

Así mismo PEMEX captó US 9.5 miles de millones a través de financiamiento, para fondear proyectos de inversión.⁶⁴

Con el fin de PEMEX de elevar el nivel de reservas, la inversión en exploración durante el **2005** ascendió a 13 miles de millones de pesos.⁶⁵ El desarrollo de los proyectos Ku-Maloob, Crudo Ligero Marino y Chicontepec permitió gradualmente el incremento en la tasa de restitución de reservas, es decir, el porcentaje total restituído de las reservas probadas que fueron extraídas, fue de 26%. PEMEX-Petroquímica incrementó su inversión en infraestructura para la producción de productos petroquímicos; además concluyó las ampliaciones de los trenes de producción de la planta polietileno de baja densidad en el Centro Petroquímico La Cangrejera.

Durante el **2007**, PEMEX invirtió 148,761 millones de pesos en desarrollo, exploración y mantenimiento. En este año PEMEX arrancó la planta de deshidratación de Nohoch para incorporar los pozos con contenido elevado de agua; además perforó los pozos no convencionales de Cantarell para alargar su vida productiva. PEMEX-Refinación invirtió 3,100 millones de dólares en la reconfiguración de la refinería de Minatitlán. PEMEX-Petroquímica inició el

⁶⁴ Cfr. Informe Anual PEMEX 2004.

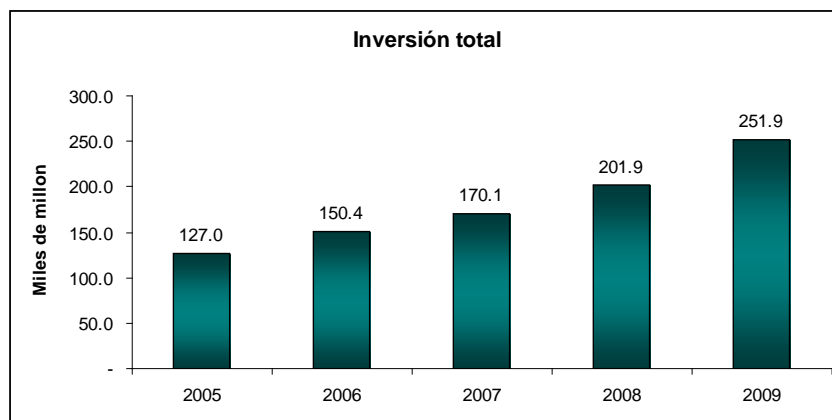
⁶⁵ Cfr. Informe Anual PEMEX 2005.

proyecto para ampliar la capacidad de producción de la planta de óxido etileno en Morelos, el monto estimado de la inversión fue de 522 millones de pesos.⁶⁶

El año **2009** fue un año complicado en los sectores económicos del país. En la industria petrolera, la crisis económica global afectó la demanda de energía, por lo tanto redujo las inversiones destinadas a proyectos para desarrollar nuevos campos petrolíferos y posibilidades de crédito. La inversión total fue de 251.9 mil millones de pesos; de este monto, el 90% se destinó a Exploración y producción, incluyendo 30.4 mil millones de pesos para la actividad exploratoria.⁶⁷

PEMEX-Refinación, inició los trabajos de planeación de una nueva refinería, construida en Tula, Hidalgo para procesar 300 mil barriles diarios de crudo Maya, con una inversión de 9 mil millones de dólares.

Inversión Total de PEMEX (figura 3.8)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX.

En el cuarto Informe de Gobierno, el Presidente de México, Felipe Calderón declaró que el programa de inversiones de PEMEX se orientará a garantizar la oferta de insumos energéticos de calidad a precios competitivos, en un marco de sustentabilidad ambiental. PEMEX invierte para mantener la producción en 2 millones 500 mil barriles diarios de crudo y en 6 mil 200 millones de pies cúbicos diarios de gas en promedio. Las inversiones en exploración han permitido que por

⁶⁶ Cfr. Informe Anual PEMEX 2007.

⁶⁷ Cfr. Informe Anual PEMEX 2009.

segundo año consecutivo se restituya más del 100 por ciento de las reservas totales descubiertas y más del 70 por ciento de las reservas probadas. En 2010 PEMEX invirtió en la construcción de una planta de proceso de gas en Poza Rica y una nueva refinería en Tula, Refinería Bicentenario; en proyectos para dar cumplimiento a las normas nacionales e internacionales de calidad de combustibles y para incrementar la capacidad de almacenamiento y reparto, así como en la modernización del tren de aromáticos del complejo petroquímico La Cangrejera.⁶⁸

3.1.6. RIESGOS DE PEMEX

PEMEX enfrenta riesgos de mercado originados por la volatilidad de los precios de hidrocarburos, tipos de cambio y tasas de interés.

Con el objeto de supervisar y controlarlos, PEMEX ha desarrollado un marco normativo de administración de riesgos, a través de los cuales se promueve un esquema integral de administración de riesgos y se regula el uso de instrumentos financieros derivados.

- **Riesgo por tasa de interés**

PEMEX monitorea el riesgo por la volatilidad de las distintas tasas de interés de referencia, sobre las cuales se encuentra su deuda. Con el objetivo de disminuir la exposición al riesgo, PEMEX contrata swaps de tasa de interés, en donde paga una tasa fija y recibe una tasa flotante. La deuda de PEMEX está denominada en dólares, por lo cual el swap tiene como subyacente la tasa LIBOR.

- **Riesgo de tipo de cambio**

La mayor parte de la deuda de PEMEX está denominada en dólares y pesos. El endeudamiento en distintas monedas genera una exposición por tipo de

⁶⁸ <http://www.informe.gob.mx/>

cambio, el cual incrementa los costos de financiamiento. Por lo anterior, PEMEX contrata swaps de divisa.

- **Riesgo por precio de hidrocarburos**

PEMEX transfiere la mayor parte del riesgo en el precio de los hidrocarburos al Gobierno Federal; dado lo anterior, PEMEX no efectúa coberturas sobre el precio de los hidrocarburos que comercializa.⁶⁹

3.2 BALANZA DE PAGOS

3.2.1 EXPORTACIONES DE PETRÓLEO

PEMEX exporta tres distintas clases de petróleo crudo como:

Itsmo: Ligerito con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso.

Maya: Pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso.

Olmeca: Superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso.⁷⁰

En el **2004**, más de la mitad de producción de crudo de PEMEX fue exportado y 87% de las exportaciones totales de petróleo son de crudo pesado Maya. En 2004 las exportaciones totales de crudo fueron 1.8 millones de barriles diarios. Derivado del aumento en el volumen de exportaciones de crudo y elevados precios internacionales, PEMEX obtuvo ventas con un valor de 26.2 US miles de millones. La mayor parte de las exportaciones de crudo fueron realizadas a Estados Unidos gracias a la cercanía. Por su parte las importaciones jugaron un papel importante, debido a que PEMEX importó 277 mil toneladas de petroquímicos y 310 mil barriles diarios de productos refinados.

⁶⁹ Cfr. Informe Anual PEMEX 2009.

⁷⁰ www.imp.mx

Durante el **2005** los daños que causaron los huracanes Rita y Katrina a diversas refinerías del Golfo de México representaron un reto importante para PEMEX. Las ventas por exportaciones ascendieron a 28,329 millones de dólares; las exportaciones de petróleo crudo fueron 3% menor a las registradas durante el 2004. Aproximadamente 84% de las exportaciones totales de crudo estuvieron compuestas por crudo pesado Maya, 16% por crudo ligero y superligero Istmo y Olmeca. Las importaciones de productos refinados aumentaron 26%, provenientes de mayor importación de gasolina y diesel; mientras que las importaciones de petroquímicos también aumentaron 44%, derivado de un incremento en las importaciones de metano y etano. El volumen de exportación de crudo del 2005 disminuyó 3% con respecto al 2004; del cual 78% fue exportado a Estados Unidos, 11% a Europa, 2% al Lejano Oriente y 9% al resto de América.

En **2007** las exportaciones de petróleo crudo promediaron 1.686 millones de barriles diarios, 6% menor que la registrada durante el 2006, debido a la disminución en la producción. Aproximadamente 88% de las exportaciones totales de petróleo estuvieron compuestas por crudo pesado Maya y el resto por ligero y superligero Istmo y Olmeca. En relación al destino geográfico de las exportaciones de crudo, aumentó la exportación de crudo a Estados Unidos y disminuyó a Europa durante el 2007. El precio de la mezcla mexicana de exportación se ubicó en 61.6 dólares por barril, el cual representó un incremento de 16% comparado con los 53 dólares por barril del 2006. Las importaciones de petrolíferos (gasolina, diesel, combustóleo) aumentaron 15% con respecto al 2006, debido principalmente a mayor demanda en México, que fue de 308 mil barriles diarios.

En el **2009**, la industria petrolera de México exportó 25,693 millones de dólares, lo cual representó 17% del total del valor de las exportaciones hechas por nuestro país en ese año. El volumen de exportaciones de crudo disminuyó 12.7% comparado con el registrado en 2008, debido a menor producción y mayor volumen procesado. Dentro de las exportaciones de hidrocarburos y sus

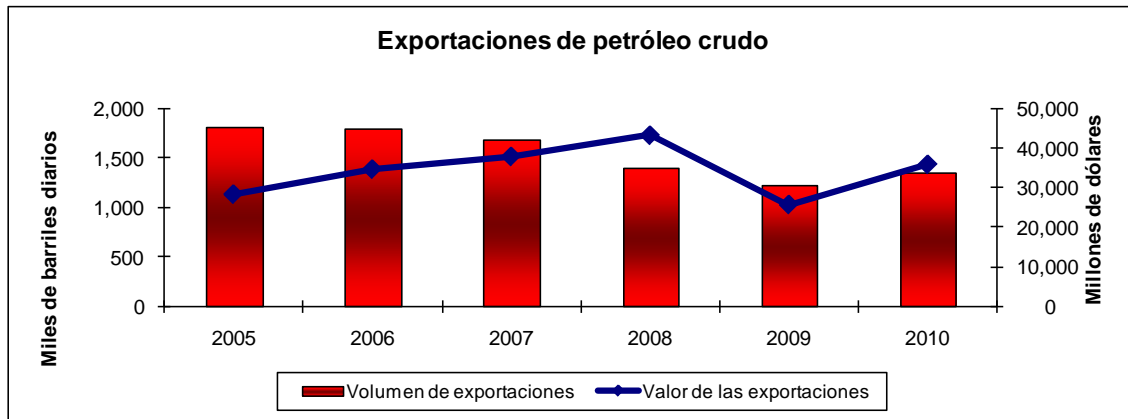
derivados, en el 2009 la exportación del petróleo contribuyó a la balanza comercial con el 84%. Aproximadamente 87% de las exportaciones totales de crudo estuvieron compuestas por crudo pesado Maya y el Olmeca con 12,818 y 1,716 miles de barriles respectivamente.

En el 2009, el 88% de petróleo crudo se exportó a América, el 10% a Asia y el 2% al Lejano Oriente; en mayor medida a los países: E.U.A., España y Portugal. El precio promedio ponderado de la mezcla mexicana de exportación disminuyó 31% de US 84.35 en 2008 a US 57.42 por barril en 2009. Las importaciones de petrolíferos en el año disminuyeron a 506 mil barriles diarios, debido a menores compras de gasolina y diesel.

En el **2010**, la industria petrolera de México exportó 35,919 millones de dólares, lo cual representó un incremento del 40% con respecto al año pasado. El volumen de exportaciones de crudo aumentó 11% comparado con el registrado en 2009, debido a mayor volumen procesado. Las exportaciones totales de crudo estuvieron compuestas por crudo pesado Maya y el Olmeca con 1,074 y 212 miles de barriles respectivamente.

En el 2010, el 87% de petróleo crudo se exportó a América, el 9% a Asia y el 4% al Lejano Oriente; en mayor medida a los países: E.U.A., España y Portugal. El precio promedio ponderado de la mezcla mexicana de exportación aumentó a 72.33 dólares por barril. Las importaciones de petrolíferos en el año aumentaron a 626 mil barriles diarios, debido a mayores compras de gasolina y diesel.

Exportaciones de Petróleo Crudo (figura 3.9)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX.com

3.2.2 CUENTA CORRIENTE DE LA BALANZA DE PAGOS

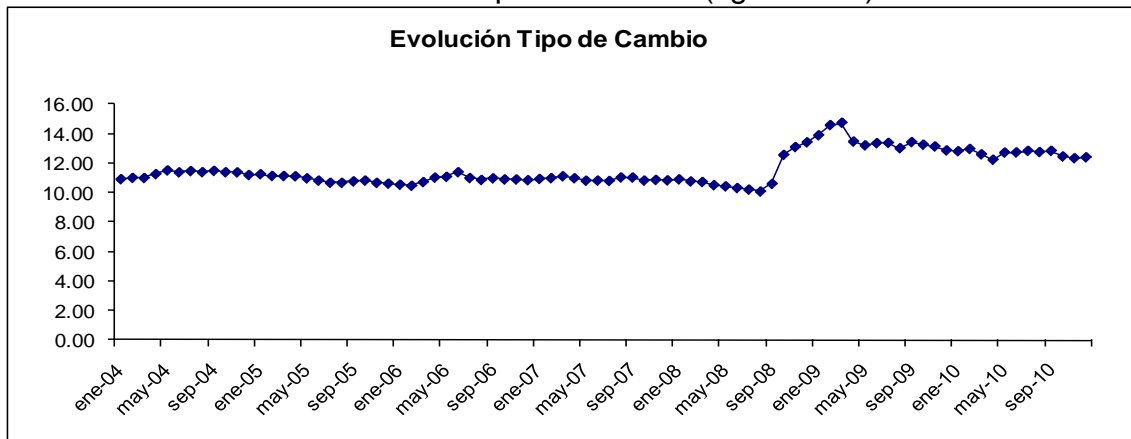
En los años 70-80's México fue un país altamente dependiente de los ingresos provenientes del petróleo y turismo.

Al ser altamente dependientes de un recurso no renovable, provoca una reducción en la competitividad internacional de los bienes no petroleros producidos internamente, debido a la entrada de capitales provenientes de las exportaciones petroleras, lo que ocasiona una apreciación de la moneda.

Si todo lo demás permanece constante, la apreciación de la moneda induce un incremento en la rentabilidad de los depósitos en otras divisas.

Como se muestra en la siguiente gráfica, el tipo de cambio se ha depreciado continuamente.

Evolución del Tipo de Cambio (figura 3.10)



Fuente: Elaboración propia con información del Banco de México

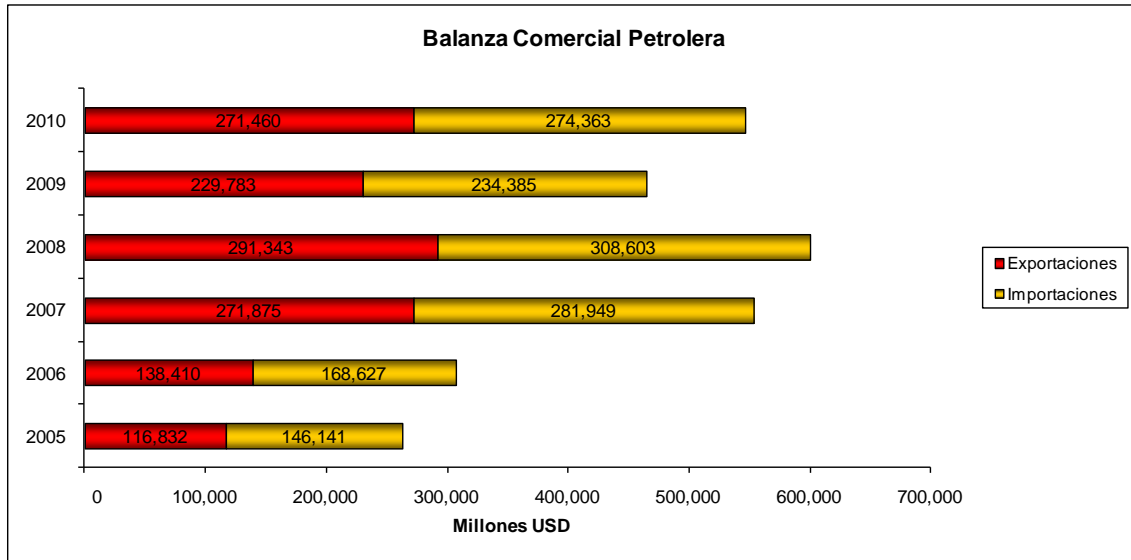
Una disminución en el tipo de cambio muestra un incremento en el poder adquisitivo del peso; esta variación del poder adquisitivo se produce porque los precios en pesos de los productos nacionales aumentarán con relación a los precios en pesos de los productos importados. Con un nivel de precios interno y externo constantes, la disminución en el tipo de cambio hace que los bienes y servicios del exterior sean más baratos que los nacionales.

Consecuentemente las importaciones, de bienes de consumo se incrementan al tiempo que las exportaciones no petroleras tienden a disminuir. La disminución de las exportaciones provoca un decremento del nivel de producción, se tendrá un exceso de oferta y por lo tanto una disminución de la Demanda Agregada.

Con respecto a las importaciones, en los últimos años se ha observado un crecimiento acelerado en las importaciones, principalmente de gasolinas, lo que muestra la incapacidad de refinación de PEMEX para afrontar el problema. La importación de gasolinas pasó de representar 51% en el 2005, a tener una participación del 60% durante el 2010. México, quinto productor de petróleo en el mundo, cuenta con un sistema Nacional de Refinación integrado por seis refinerías, la más nueva de ellas construida en 1979. En respuesta a esta situación, en 2008 se aprobó 12 millones de pesos para la construcción de una

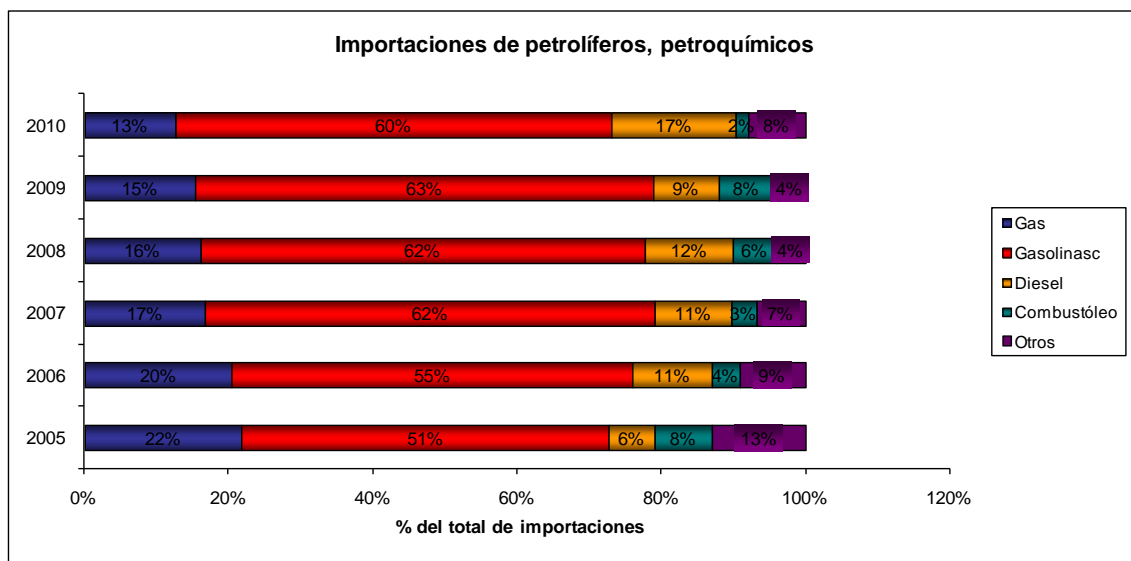
nueva refinería como parte del Programa para Impulsar el crecimiento y empleo lanzado por el Gobierno Federal.

Balanza Comercial Petrolera (figura 3.11)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX

Importaciones de productos petrolíferos y petroquímicos (figura 3.12)



Fuente: Elaboración propia con información de PEMEX

De no construir ninguna refinería en los próximos años, la importación de gasolinas se incrementará más y para el 2016 podría ser 63% mayor de lo que se importó en el 2010, 378 miles barriles diarios.

El desempeño de PEMEX en actividades de refinación ha sido ineficiente, difícilmente tendrá la capacidad para construir todas las refinerías que se necesitan, por lo que el camino viable es el incremento de la participación de los particulares en los procesos industriales y de servicio que PEMEX requiere.

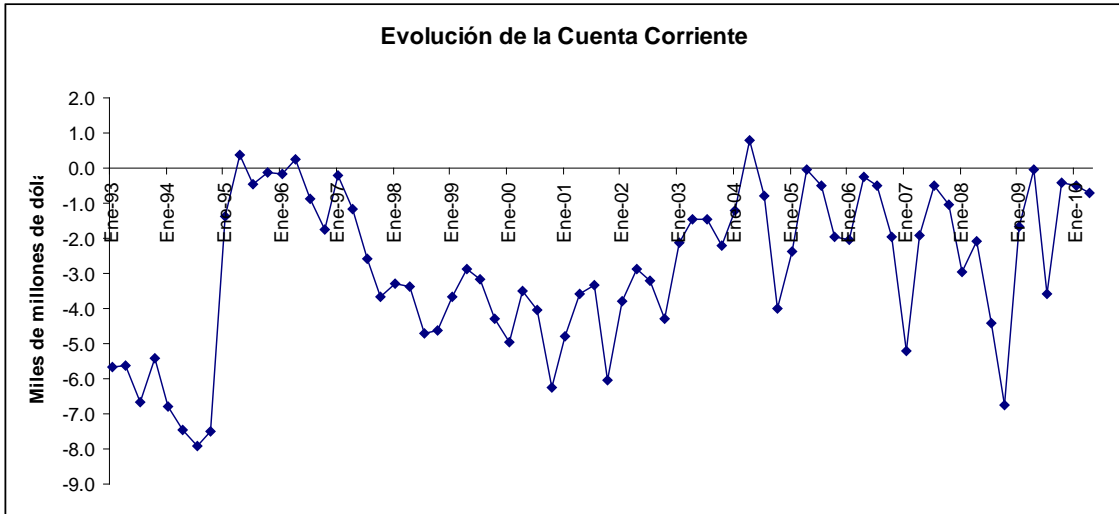
En 2010 Pemex invirtió en la construcción de una nueva refinería en Tula, Refinería Bicentenario.⁷¹

El incremento en las importaciones provocan una disminución de la DA, por lo cual para equilibrar el modelo, se dará un decremento de las tasas de interés, dado el nivel de precios, para fomentar el Consumo, el Gasto y la Inversión. La disminución en la tasa de interés, inducirá en el futuro a una depreciación de la moneda.

Desde 1998 hasta ahora, se ha mantenido un déficit en la balanza comercial, en cambio se observó un superávit de 1995 a 1997 cuando el precio del crudo fue en promedio de 20.4 dólares por barril.

Evolución de la Cuenta Corriente (figura 3.13)

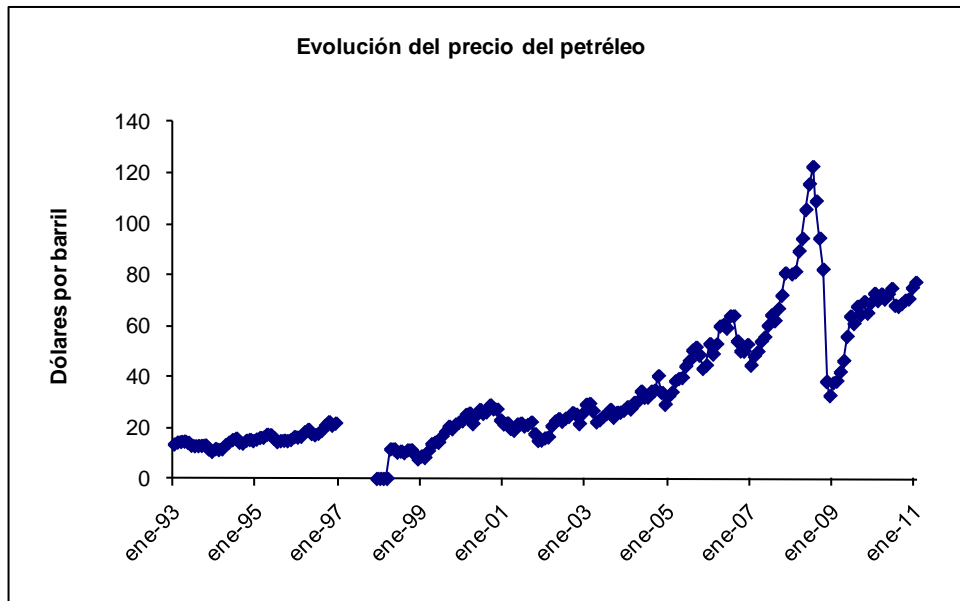
⁷¹ <http://www.informe.gob.mx/>



Fu

ente: Elaboración propia con información de Banco de México/ Instituto Mexicano del Petróleo

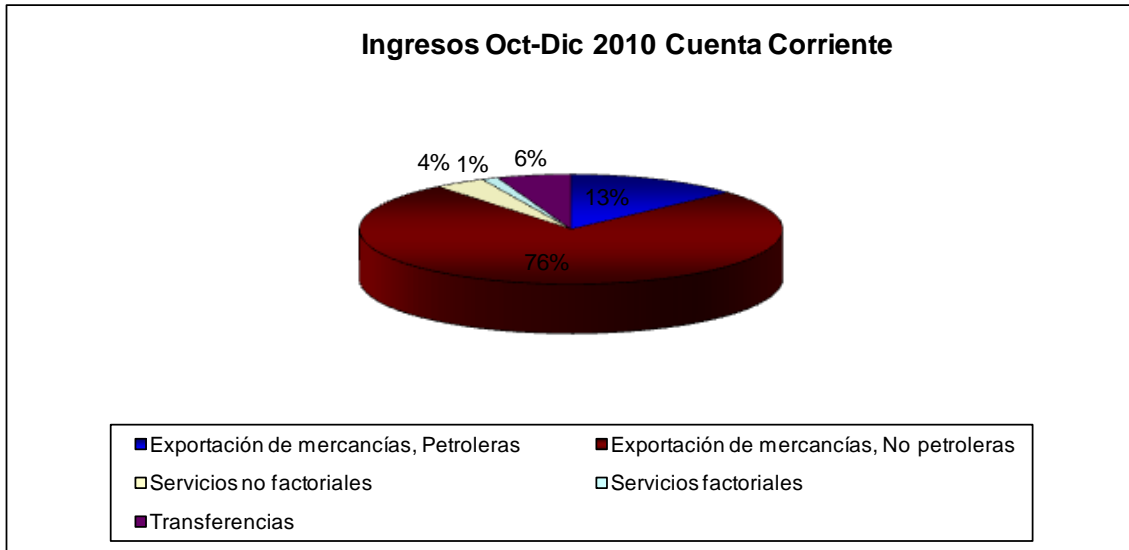
Evolución del precio del petróleo (figura 3.14)



Fuente: Elaboración propia con información de Banco de México/ Instituto Mexicano del Petróleo

Los ingresos en el cuarto trimestre del 2010 de la Cuenta Corriente provienen mayoritariamente de la exportación de mercancías no petroleras, mientras que en los años 80's, los ingresos de la Cuenta corriente provenían de las exportaciones petroleras y del turismo.

Ingresos de la Cuenta Corriente (figura 3.15)



Fuente: elaboración propia con información de Banco de México

3.3 IMPORTANCIA DE PEMEX SOBRE LAS FINANZAS PÚBLICAS

3.3.1 INGRESOS PETROLEROS

Los ingresos petroleros son los recursos que obtiene el Gobierno Federal por concepto de impuestos y derechos, derivados de la extracción, exploración, producción y comercialización del petróleo y sus derivados. Se pueden clasificar en ingresos del Gobierno Federal e Ingresos de Organismos y Empresas, los cuales contemplan los ingresos propios de PEMEX.

Impuestos

Los impuestos comprenden el IEPS petrolero (gasolinas y diesel) y el impuesto a los rendimientos petroleros.

- IEPS a las gasolinas y diesel

- Impuesto sobre rendimientos petroleros

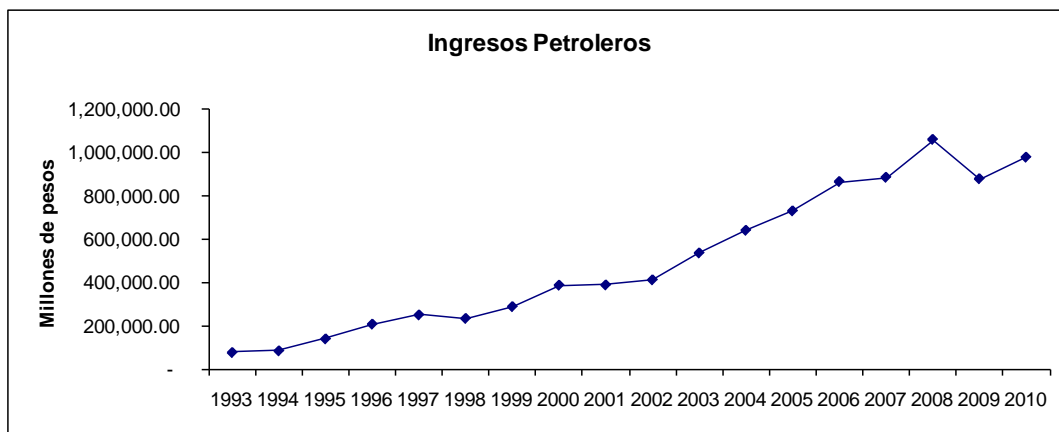
Derechos

Los derechos incluyen los contemplados en el capítulo XII de la Ley Federal de Derechos y en la Ley de ingresos de la Federación, así como el Aprovechamiento sobre Rendimientos Excedentes, aplicable hasta el 2006.

- Derecho Ordinario sobre Hidrocarburos
- Derecho sobre hidrocarburos para el Fondo de Estabilización
- Derecho Extraordinario sobre Exportación de Petróleo
- Derecho para Fiscalización Petrolera
- Derecho para el Fondo de Investigación Científica y Tecnológica ⁷²

Los ingresos petroleros dependen de los precios del petróleo y la producción de hidrocarburos.

Ingresos Petroleros (figura 3.16)

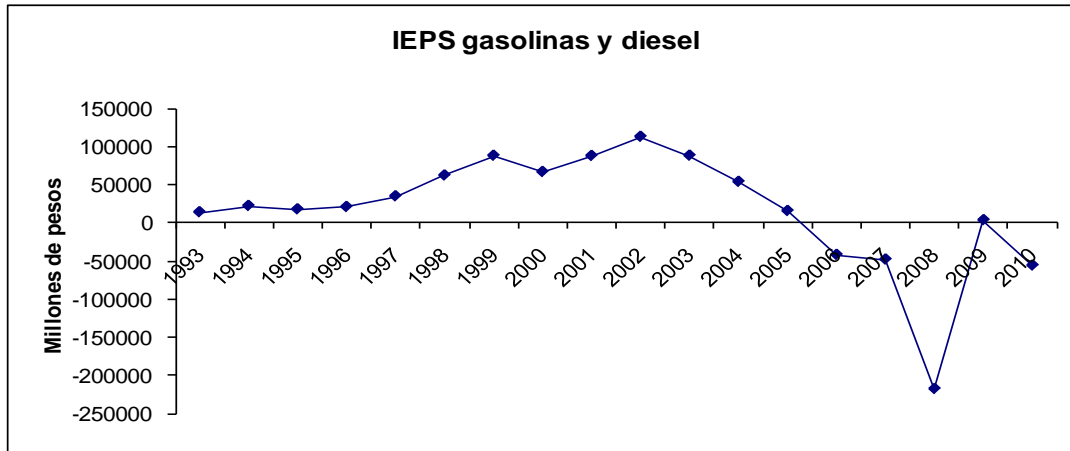


Fuente: elaboración propia con información de Secretaría de Hacienda

Se puede observar en la siguiente gráfica que el IEPS a gasolina y diesel ha mermado el dinamismo de los ingresos petroleros, como resultado del alto precio del petróleo en los mercados internacionales, que impacta de manera directa en elevados precios de las gasolinas, por lo que se generó una tasa de impuesto negativa que implicó en traslado de recursos hacia el consumidor.

⁷² www.Cefp.gob.mx

IEPS a las gasolinas y diesel (figura 3.17)



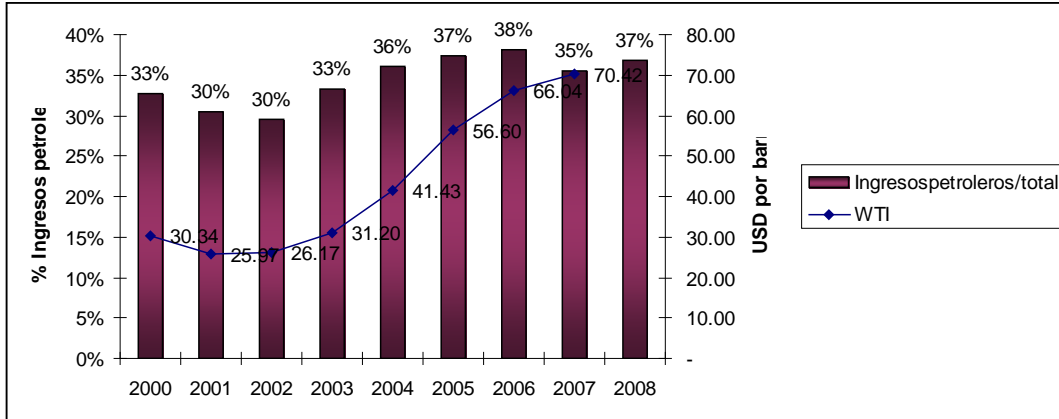
Fuente: elaboración propia con información de Secretaría de Hacienda

3.3.2 PARTICIPACIÓN DE LOS INGRESOS PETROLEROS SOBRE EL TOTAL

En el 2002, la participación de los ingresos petroleros sobre los ingresos totales promedió 30%, la proporción creció a 37% para el 2008 en tan sólo seis años.

El acelerado incremento de la participación de los ingresos petroleros en los gubernamentales pareciera estar relacionado con el incremento en los precios internacionales del crudo, el WTI pasó de un promedio de 30 dólares por barril en 2002 a 100 dólares por barril en 2008, como se muestra en la siguiente gráfica. Tal dependencia en los ingresos petroleros ha repercutido en el detrimento del sistema tributario.

Ingresos petroleros vs precio del petróleo WTI (figura 3.18)



Fuente: elaboración propia con información de Instituto Mexicano del Petróleo y Secretaría de Hacienda

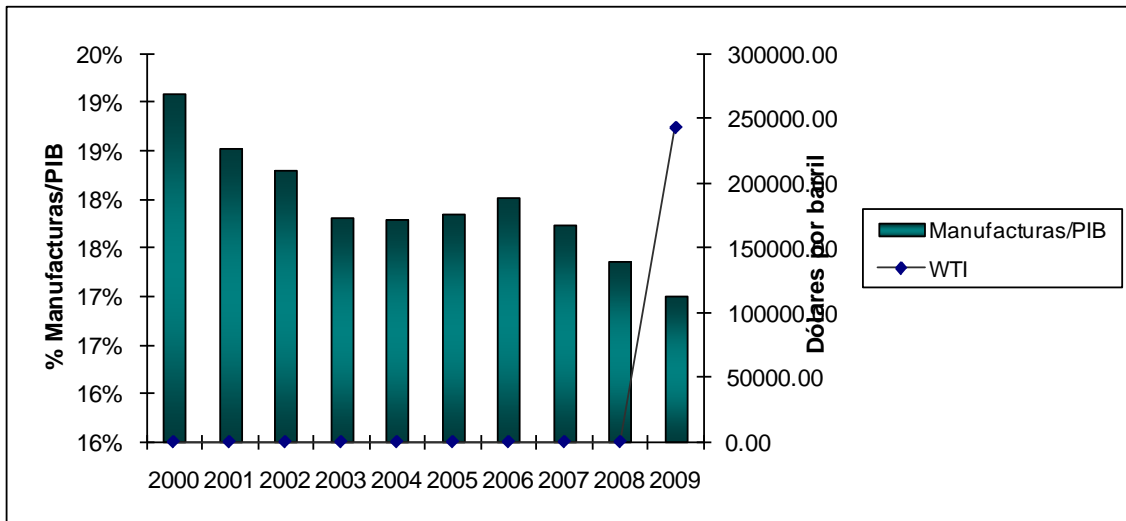
3.3.3 CONSECUENCIAS DE LA DEPENDENCIA DEL PETRÓLEO

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

Una de las consecuencias de la dependencia económica en el sector petrolero se ha observado una disminución de la industria manufacturera sobre el PIB del país.

Como una posible causa se debe al incremento en los precios del petróleo WTI. Mientras en el año 2000 la proporción fue cercana al 20% del PIB, en el año 2009 se ubicó por debajo de 18%.

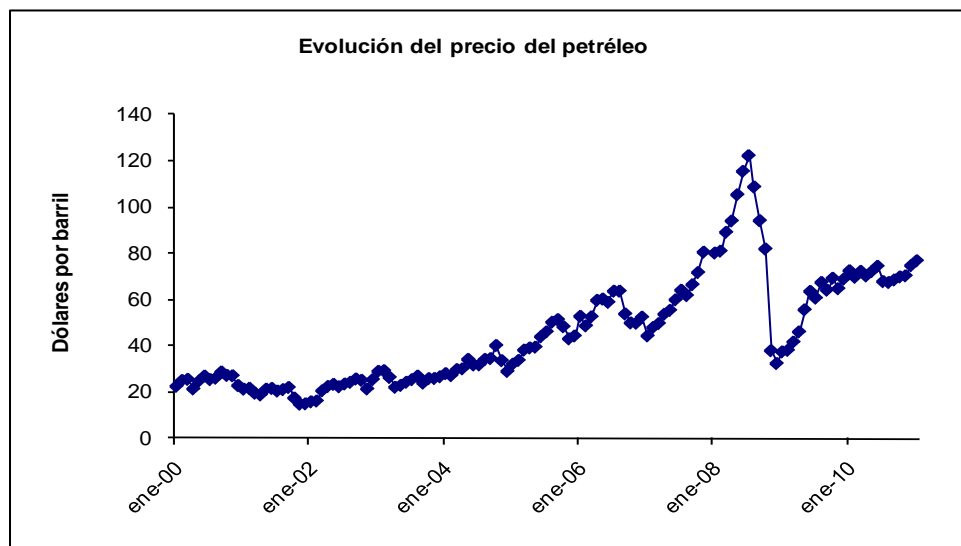
Porcentaje del sector Manufacturero sobre el PIB vs precio WTI (figura 3.19)



Fuente: elaboración propia con información de Instituto Mexicano del Petróleo y del INEGI

La creciente dependencia petrolera ha traído consigo una mayor exposición de riesgo para el Gobierno Federal, pues además de que la base de ingresos se ha hecho más estrecha, el precio del petróleo es altamente volátil. El precio de la mezcla mexicana en el 2002 fue en promedio 21 dólares por barril, mientras que para el 2010 fue de 72 dólares por barril.

Evolución del precio de la Mezcla Mexicana (figura 3.20)



Fuente: elaboración propia con información de INEGI

La volatilidad en el precio del petróleo hace necesario realizar estrategias de coberturas para garantizar un nivel de ingreso, tal que permita hacer frente a los compromisos y obligaciones del gobierno. Otra de las consecuencias es el régimen fiscal, el cual será analizado en el siguiente tema.

3.3.4 RÉGIMEN FISCAL

El régimen fiscal al que se encontraba sujeta la empresa estatal PEMEX, permitía que ésta retuviera únicamente 30% de los recursos obtenidos por la venta del petróleo. Debido a que estos recursos no eran suficientes para cubrir los gastos operativos de la empresa, PEMEX comenzó a adquirir un porcentaje mayor de deuda.

3.3.4.1 RÉGIMEN FISCAL 2005

A finales del 2005 se modificó el régimen fiscal de derechos aplicable a PEMEX, aplicado durante los años 2006 y 2007.

1. El Derecho Ordinario sobre Hidrocarburos, el 76.6% se destina a la Recaudación Federal Participable y el 20% de ésta se destina a los Estados y municipios.
2. El derecho sobre hidrocarburos para el fondo de Estabilización se debe destinar al Fondo para la Estabilización de los Ingresos Petroleros
3. El Derecho Extraordinario sobre la Exportación de Petróleo se destina a los Ingresos de las Entidades Federativas
4. El Derecho para Fiscalización Petrolera se destina a la Auditoría Superior de la Federación
5. El Derecho para el fondo de investigación científica y tecnológica se destina al Instituto Mexicano del Petróleo⁷³

⁷³ www.cefp.gob.mx: Ingresos Petroleros 2001-2008 y el Régimen Fiscal de PEMEX.

3.3.4.3 RÉGIMEN FISCAL 2008

En septiembre del 2007 se aprobó el régimen fiscal con la finalidad de proveer un mayor financiamiento a PEMEX, el cual contempla los cambios:

1. Se reduce la tasa del Derecho Ordinario sobre Hidrocarburos de 79 a 71.5%.
2. Se incrementa el porcentaje que forma parte de la Recaudación Federal Participable de 76.6 a 85.3%.
3. Desaparece el derecho adicional que se pagaba como consecuencia de reducciones en la plataforma de producción de petróleo
4. Se incrementa la tasa aplicable al Derecho para el Fondo de Investigación Científica y Tecnológica de 0.05 al 0.65%
5. Promueve la creación del derecho único que grava al 20% la producción de los pozos abandonados o en proceso de abandono⁷⁴

A finales de Octubre del 2008, se aprobaron los nuevos cambios en la Reforma Energética con el fin de reducir la carga impositiva para el fortalecimiento de PEMEX y aprovechamiento de recursos en desarrollos sustentables. Los cambios se tratarán en el siguiente apartado.

3.3.5 CAMBIOS EN LA REFORMA ENERGÉTICA

La Reforma Energética fue aprobada por el Congreso el 28 de Octubre del 2008, la cual marcará el rumbo de PEMEX y la posibilidad de que México supere los retos que tiene pendientes en materia energética. La Reforma constituye un paso fundamental para el fortalecimiento a la industria petrolera y modernización en el sector energético de México.

⁷⁴ IDEM.

3.3.5.1 CONTRATOS DE DESEMPEÑO

Se mantiene el control exclusivo a PEMEX las actividades de exploración y explotación petrolera; por lo cual no podrá cederse ni suscribirse contratos de producción compartida a otros organismos. ⁷⁵Además, presentó como principal objetivo el mantenimiento de la producción actual de petróleo, es decir, 3.1 millones de barriles diarios.

Uno de los objetivos de la reforma es incrementar las reservas petroleras. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, hacia el 2030, la energía del mundo provendrá hasta 30% de combustibles fósiles, por lo que para México es indispensable continuar produciendo petróleo. La Reforma contribuirá a mantener el valor de la renta petrolera, crecimiento económico, el empleo y la competitividad del país.

Se permite instrumentar contratos sin que la iniciativa privada se apropie de los ingresos petroleros. Así, PEMEX podrá tener mayores recursos disponibles para invertir en actividades de exploración y explotación petrolera. ⁷⁶

Se realizarán esquemas de contratación flexible para explotar la riqueza petrolera de México. Dichos contratos permitirán la adopción de mejores prácticas de la industria con la finalidad de optimizar costos y reducir los tiempos de ejecución de proyectos.

3.3.5.2 GOBIERNO CORPORATIVO Y COMITÉS

Se agrega al Consejo de Administración de PEMEX cuatro consejeros profesionales y se crean comités de administración y apoyo, para el fortalecimiento de PEMEX con el fin de generar confianza y transparencia en el control y rendición de cuentas, además de que transformará la toma de decisiones de la empresa, con el objetivo de generación de valor sustentable de largo plazo.

⁷⁵ http://www.senado.gob.mx/reforma_energetica/content/dof/index_dof.htm

⁷⁶ Reforma Energética Octubre 2008.

3.3.5.3 DEUDA/ BONOS CIUDADANOS

Se libera a PEMEX de las autorizaciones intermedias ante la SHCP para contraer deuda; PEMEX podrá realizar negociaciones y contratar financiamientos que requiera; además podrá emitir bonos ciudadanos, los cuales otorgarán un beneficio económico vinculado al desempeño económico de la empresa y creación de valor de la misma. El endeudamiento no podrá exceder el 5% de la deuda contraída por PEMEX.

3.3.5.4 MODIFICACIONES AL RÉGIMEN FISCAL

El 21 de Octubre del 2009 aprobó la Cámara de Diputados el dictamen de la Ley Federal de Derechos en materia del régimen fiscal de PEMEX. El dictamen contempla lo siguiente:

- Derecho Especial: se reduce a 30% la tasa del Derecho Especial aplicable sobre el valor de la producción menos deducciones autorizadas.
- Derecho Sobre Extracción: se modifica de una tasa variable de entre 10% y 20%, en función del precio del crudo, aplicable sobre el valor de la producción, a una tasa fija de 15% sobre la totalidad de ingresos.
- Derecho Adicional sobre Hidrocarburos: se crea este derecho aplicable cuando el precio del barril de crudo supere los US 60.

SEGUNDA PARTE

CAPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

4.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN

Cobertura del riesgo del precio del petróleo en las exportaciones con derivados (Años 2004-2010)

Existe una exposición al riesgo para países dependientes del petróleo cuando su precio se ve expuesto a volatilidades del mismo y fluctuaciones del tipo de cambio. La disminución del precio provoca una baja en los ingresos provenientes de exportaciones petroleras y por ende una baja producción del mismo.

Para cubrir el riesgo potencial de las Finanzas Públicas al que se enfrenta la mayoría de los países subdesarrollados, como México, es necesario contar con una planeación o estrategia de protección que cubra el riesgo asociado y permita que las exportaciones petroleras mantengan la ventaja competitiva frente al resto del mundo.

Un precio alto cotizado en el comercio internacional, ayudará a México a disminuir el déficit en la balanza comercial, fortalecimiento de las Finanzas Públicas y por ende una mayor participación de las exportaciones en la balanza de pagos de México.

Así mismo, una buena administración de riesgos, conllevará a una mejor planeación de los ingresos de PEMEX y aprovechamiento de los recursos en proyectos sustentables que proporcionen valor agregado y crecimiento económico para México.

4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

a) Explicativa.

“Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.”⁷⁷

b) Desarrollar el tipo de investigación

De acuerdo a la definición del tipo de **investigación explicativa** de Sampieri, el trabajo parte de explicar los aspectos generales de los derivados, analizando sus características, para establecer el por qué disminuyen los ingresos petroleros a través de la comprensión de sus causas y de las condiciones en las cuales se manifiesta; Además, proporcionará el profundo conocimiento de los derivados financieros como instrumentos para la cobertura de riesgos.

4.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

a) No Experimental

“La investigación no experimental podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.”⁷⁸

⁷⁷ Cfr. Hernández Sampieri, Roberto; METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN; México, 2010; p:83.

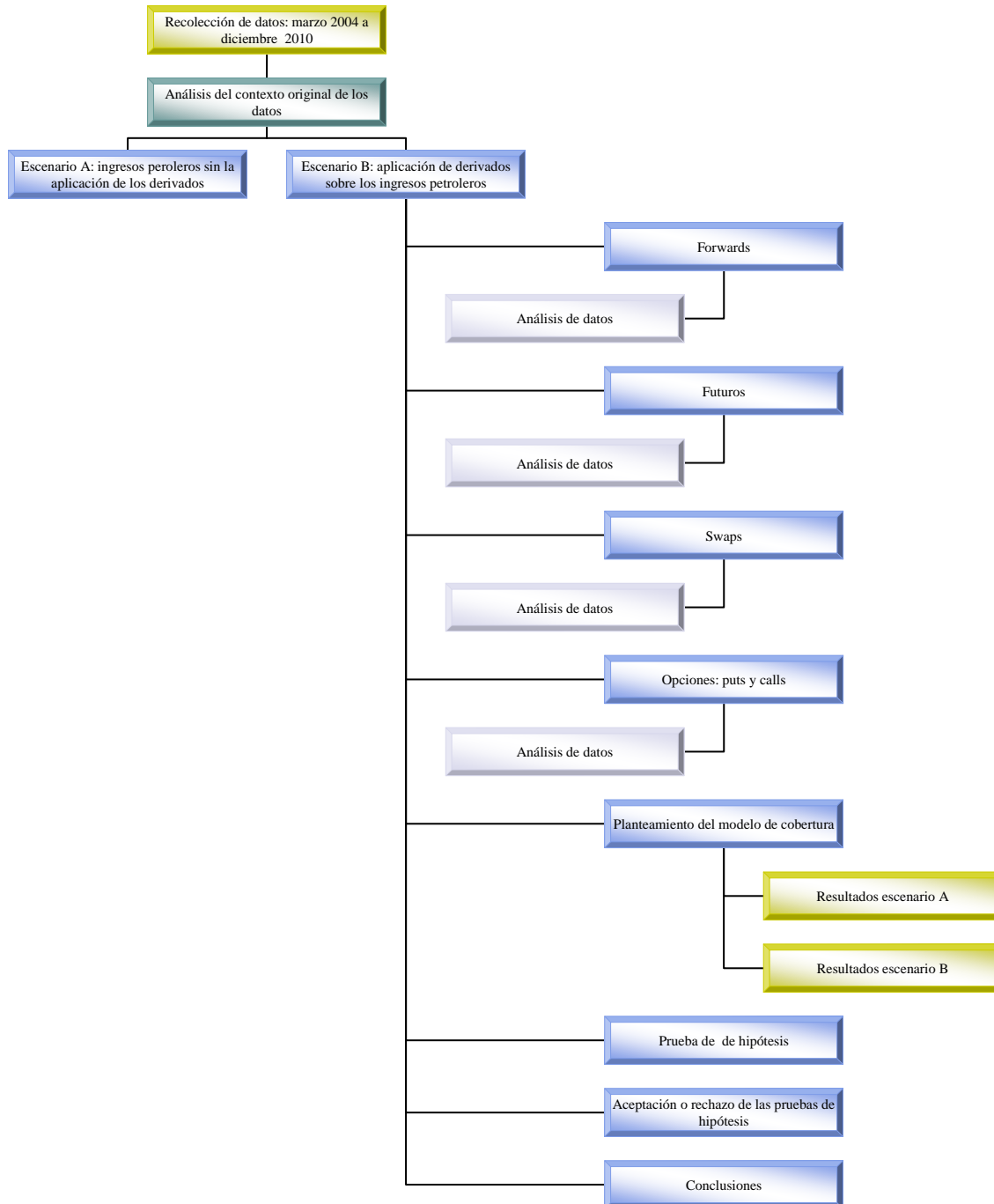
⁷⁸ Ibidem p: 149.

b) Desarrollo

De acuerdo a la definición del diseño **no experimental** de Sampieri, este estudio no manipulará variables, sino que se observarán tal cual ocurrieron en su contexto natural. Es decir, por medio del análisis de series de tiempo, se recopilará una serie de datos históricos trimestrales de los precios del petróleo en el comercio internacional de los años 2004 al 2010, para posteriormente analizar sus cambios a través del tiempo (fluctuaciones).

Además, por medio de la investigación transeccional correlacional-causal, se analizará la relación causa efecto entre el precio del petróleo y el volumen de producción del crudo. Una vez analizados los datos se podrá demostrar que con la aplicación de los derivados a la variable dependiente, los ingresos petroleros de los años 2004-2010 de PEMEX hubieran sido diferentes a los obtenidos en los años antes mencionados.

4.4 DIAGRAMA DEL FLUJO DE INFORMACIÓN



4.5 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se recolectan datos históricos trimestrales del periodo marzo 2004 a diciembre 2010 de las variables: tipo de cambio, precio del petróleo, volumen de exportación de petróleo y valor de exportación para medir la variable dependiente: ingresos petroleros. Los datos se obtienen de fuentes de consulta pública: Banco de México, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, INEGI y del Sistema de Información Energética, para tener certeza de la confiabilidad de la información.

SINTESIS OPERATIVA Y FINANCIERA						
Fuente:	INEGI	BANXICO	INEGI	INEGI	SIE	
cifras:	dólares por barril	pesos por dólar	millones de dolares	miles de barriles	miles de barriles	miles de dólares
MES	MEZCLA	Tipo de cambio	Valor de exportación	Volumen de exportación	Producción	Ingresos petroleros
mar-04	27.86	11.00	1,545.00	1,789.00	3,367.58	49,841.54
jun-04	30.04	11.38	1,663.00	1,846.00	3,435.54	55,453.84
sep-04	34.81	11.49	1,978.00	1,894.00	3,430.78	65,930.14
dic-04	28.96	11.21	1,773.00	1,974.00	3,221.94	57,167.04
mar-05	38.43	11.14	2,210.00	1,856.00	3,251.61	71,326.08
jun-05	44.68	10.83	2,407.00	1,796.00	3,425.02	80,245.28
sep-05	50.97	10.78	2,564.00	1,677.00	3,366.73	85,476.69
dic-05	45.09	10.63	2,582.00	1,848.00	3,387.56	83,326.32
mar-06	51.37	10.73	3,163.00	1,986.00	3,349.69	102,020.82
jun-06	55.67	11.39	2,966.00	1,776.00	3,287.28	98,869.92
sep-06	51.31	10.98	2,583.00	1,678.00	3,257.58	86,098.18
dic-06	49.77	10.86	2,352.00	1,525.00	2,978.22	75,899.25
mar-07	50.47	11.12	2,789.00	1,782.00	3,182.48	89,937.54
jun-07	60.00	10.83	3,126.00	1,737.00	3,205.90	104,220.00
sep-07	67.49	11.04	3,399.00	1,679.00	3,136.90	113,315.71
dic-07	79.57	10.85	3,690.00	1,496.00	2,931.22	119,036.72
mar-08	89.35	10.74	4,510.00	1,628.00	2,838.79	145,461.80
jun-08	114.15	10.33	4,846.00	1,415.00	2,832.95	161,522.25
sep-08	85.57	10.61	2,721.00	1,060.00	2,722.49	90,704.20
dic-08	33.70	13.40	1,387.00	1,327.00	2,717.04	44,719.90
mar-09	42.03	14.71	1,580.00	1,213.00	2,652.15	50,982.39
jun-09	64.36	13.34	2,386.00	1,236.00	2,518.72	79,548.96
sep-09	64.73	13.41	2,191.00	1,128.00	2,599.24	73,015.44
dic-09	69.80	12.86	2,787.00	1,288.00	2,592.65	89,902.40
mar-10	72.14	12.59	2,977.00	1,331.00	2,595.27	96,018.34
jun-10	67.41	12.72	2,245.00	1,110.00	2,545.64	74,825.10
sep-10	69.90	12.83	2,804.00	1,337.00	2,569.75	93,456.30
dic-10	81.75	12.39	3,790.00	1,501.00	2,573.61	122,706.75

CAPITULO V: “COBERTURA DEL RIESGO DEL PRECIO DEL PETRÓLEO EN LAS EXPORTACIONES CON DERIVADOS, AÑOS (2004-2010)”

Los ingresos petroleros de las Finanzas Públicas en los últimos años han experimentado varias fluctuaciones debido a la falta de competitividad del precio del petróleo en el comercio exterior, provocado por alta volatilidad del mismo y del tipo de cambio.

El objetivo del presente trabajo es demostrar la relación que existe entre los ingresos petroleros y su precio de exportación, para finalmente comprobar que con la aplicación de los derivados podemos blindar los ingresos petroleros ante una baja en el precio del petróleo.

El primer escenario consiste en tomar las series originales para observar su comportamiento. El segundo escenario consiste en la aplicación de los instrumentos financieros, derivados, sobre los ingresos petroleros con el fin de minimizar el riesgo. Posteriormente se compararán ambos resultados para finalmente establecer una cobertura del precio del petróleo ante las fluctuaciones que sufre en el mercado internacional.

5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS INGRESOS PETROLEROS (ESCENARIO A)

Para lo anterior se trabaja con una base de datos trimestral de marzo 2004 a diciembre de 2010 en cifras nominales para las series: tipo de cambio (nominal), ingresos petroleros (dólares), precio del petróleo (dólares por barril) y volumen de exportación (miles de barriles).

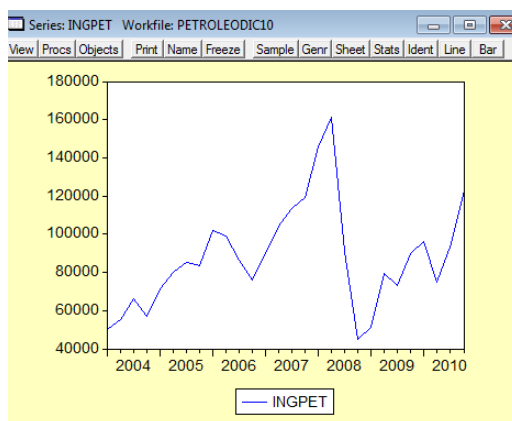
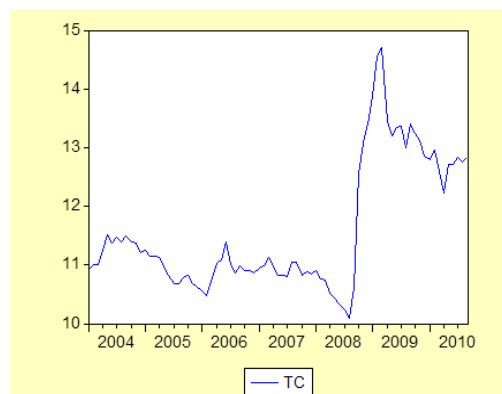
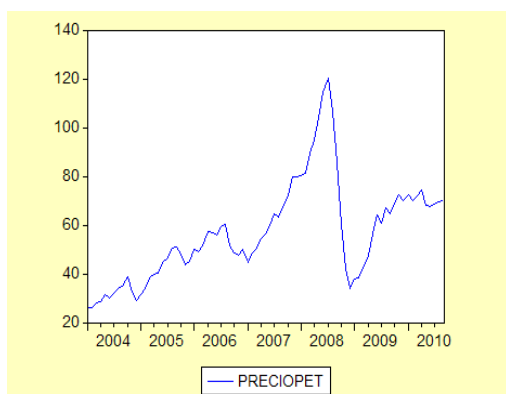
Mediante un modelo de mínimos cuadrados ordinarios, se probará la relación que existe entre los ingresos petroleros y el precio del petróleo. A través del modelo de series de tiempo recopilaremos datos estadísticos en el intervalo de tiempo trimestral que ayudarán a la estimación del modelo que mejor se ajuste a las variables analizadas.

5.1.1 ESTIMACIÓN DEL MODELO

Con ayuda del programa E-views se podrán visualizar las series de tiempo para poder determinar las características de las mismas y observar su tendencia.

Se realizó una regresión en Excel con las series descritas anteriormente para calcular la correlación de las variables mediante un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y se obtuvieron los siguientes resultados:

Se grafican las series para verificar si existe o no tendencia en las mismas, se obtuvieron las siguientes gráficas:



De las mismas podemos demostrar que las series no muestran tendencia, es decir, presentan altas volatilidades. El comportamiento del tipo de cambio muestra una alza del 2004 al 2007, una fuerte caída en el 2008 y un alza nuevamente para el 2009.

A continuación se calcula la regresión entre el precio del petróleo sobre los ingresos petroleros para comprobar una relación de las variables:

Dependent Variable: INGPET
 Method: Least Squares
 Date: 02/27/11 Time: 15:05
 Sample: 2004:1 2010:4
 Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	118853.9	22310.28	5.327314	0.0000
PRECIO	1111.722	98.98102	11.23167	0.0000
TC	-8183.583	1804.447	-4.535230	0.0001
R-squared	0.861655	Mean dependent var	87893.89	
Adjusted R-squared	0.850588	S.D. dependent var	27477.16	
S.E. of regression	10620.99	Akaike info criterion	21.48001	
Sum squared resid	2.82E+09	Schwarz criterion	21.62274	
Log likelihood	-297.7201	F-statistic	77.85412	
Durbin-Watson stat	1.656378	Prob(F-statistic)	0.000000	

Una vez obtenido el modelo observamos los siguientes criterios:

- T-Statistic: Mayores a dos en valores absolutos
- R-Squared: Lo más cercano a uno.
- La suma de los errores al cuadrado: Lo más cercano a cero
- Log Likelihood: El más grande
- F-Statistic: Lo más alto posible

Analizando los datos se obtiene una R^2 ajustada = **0.86** El valor del R^2 es alto, por lo que se puede concluir que la bondad de ajuste del modelo es muy buena. El estadístico t señala que la variable precio del petróleo es significativa, pero el tipo de cambio no lo es, dicho argumento será comprobado mediante la prueba Wald.

Si el valor del estadístico Durbin-Watson cae en el rango de 1.8–2.2 se puede comprobar que no existe autocorrelación. De la ecuación original se aprecia que el valor de Durbin-Watson es de **1.65**, por lo tanto puede existir autocorrelación; la cual será analizada más adelante.

Se puede observar que existe una relación directa entre las variables, además de que la regresión resulta significativa según el estadístico $F = 77.85$, en donde su probabilidad es menor a 0.05, **Prob (F-statistic) = 0.000000**

Prueba Wald- mediante esta prueba se asegura si la variable es o no significativa para el modelo estudiado.

Ho= no significativa $P > 0.05$

Ha= sí significativa $P < 0.05$

Wald Test:
Equation: EQ01

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	126.1503	(1, 25)	0.0000
Chi-square	126.1503	1	0.0000

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(2)	1111.722	98.98102

Restrictions are linear in coefficients.

La probabilidad de $F < .05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que el precio del petróleo es una variable no significativa al modelo. Precio del petróleo= estadísticamente significativa $P < 0.05$.

Wald Test:
Equation: EQ01

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	20.56831	(1, 25)	0.0001
Chi-square	20.56831	1	0.0000

Null Hypothesis Summary:

Normalized Restriction (= 0)	Value	Std. Err.
C(3)	-8183.583	1804.447

Restrictions are linear in coefficients.

La probabilidad de $F < .05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que el tipo de cambio es una variable no significativa al modelo. Tipo de cambio= estadísticamente no significativa $P < 0.05$.

Se probará el modelo sin la variable TC para verificar la estimación:

Dependent Variable: INGPET
Method: Least Squares
Date: 02/27/11 Time: 15:14
Sample: 2004:1 2010:4
Included observations: 28

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	21470.75	8017.512	2.677982	0.0127
PRECIO	1147.077	130.6308	8.781062	0.0000
R-squared	0.747835	Mean dependent var		87893.89
Adjusted R-squared	0.738136	S.D. dependent var		27477.16
S.E. of regression	14060.79	Akaike info criterion		22.00892
Sum squared resid	5.14E+09	Schwarz criterion		22.10407
Log likelihood	-306.1248	F-statistic		77.10705
Durbin-Watson stat	0.703946	Prob(F-statistic)		0.000000

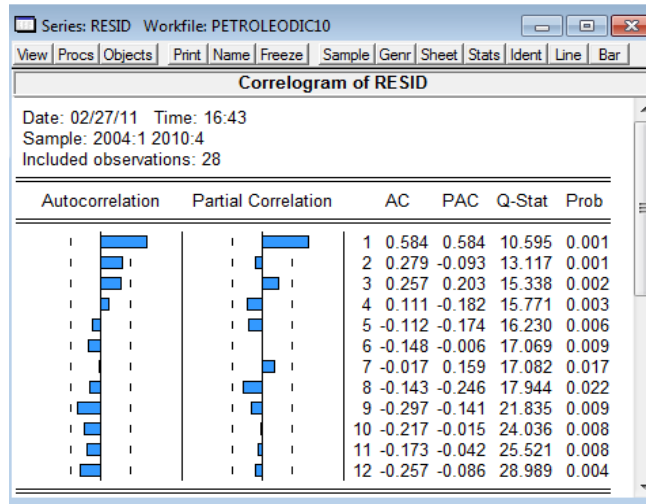
La R^2 resulta menor que en el modelo anterior **0.74**. La suma de los errores es mayor que el modelo anterior y el valor de Durbin-Watson = **0.70**. La significancia global del modelo indicado por el estadístico F disminuye a **77.10** por lo que este modelo es menos significativo, con una probabilidad de 0.

El precio del petróleo sigue siendo una variable significativa al modelo, según el estadístico t.

5.1.2 AUTOCORRELACIÓN

Después de haber estimado y analizamos el modelo, se detectó la presencia de Autocorrelación. La autocorrelación se puede definir como la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo. En el modelo de regresión lineal supone que no existe autocorrelación de los errores.

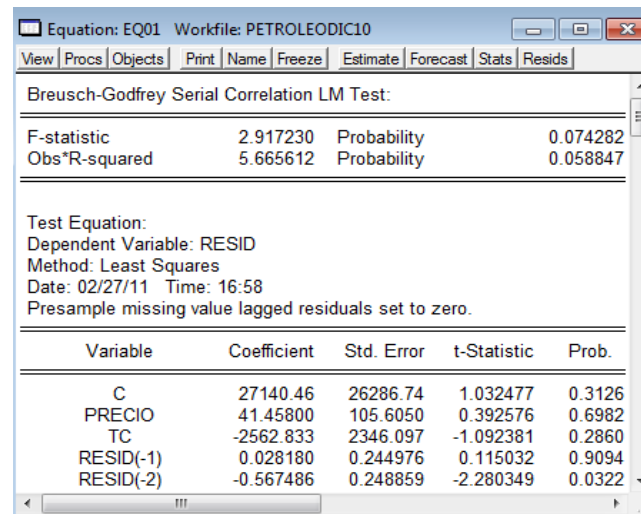
Para identificarla, primero se obtiene el **correlograma** de los residuos para comprobar la autocorrelación.



Como los residuos sólo se salen de las barras en un periodo, existe autocorrelación de orden 1, es decir AR (1).

Estadístico Durbin-Watson- si el valor cae en el rango de 1.8 –2.2 se puede comprobar que no existe autocorrelación. De la ecuación original se aprecia que el valor de Durbin-Watson es de 1.70, por lo tanto éste se ubica en la región de incertidumbre.

Se realiza el test de Breusch-Godfrey con 1 y 2 retardos para comprobar que se acepta/ rechaza la hipótesis nula de incorrelación entre las perturbaciones.



Como la probabilidad es mayor a 0.05, por lo tanto se acepta la hipótesis nula de que no existe autocorrelación.

5.1.3 HETEROCEDASTICIDAD

Uno de los supuestos de la estimación por MCO establece que existe homocedasticidad o igual varianza de los errores. Para demostrar este supuesto se realiza la prueba White.

Contraste White- contraste más general que determina si existe o no heterocecasticidad. El error es función de otra cosa y tiene una forma funcional definida.

Si la $F < 0.05$ se rechaza H_0 , es decir, existe heterocedasticidad.

$F > 0.05$ existe homocedasticidad.

White Heteroskedasticity Test:

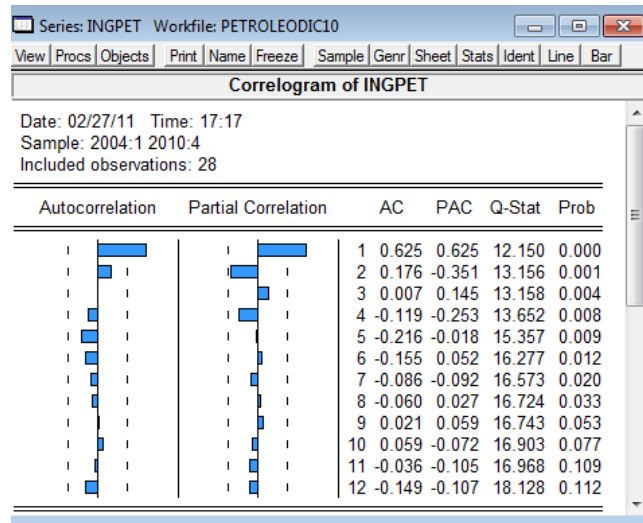
F-statistic	0.932922	Probability	0.478929
Obs*R-squared	4.898217	Probability	0.428428

Dados los resultados anteriores, se demuestra que no existe heterocedasticidad, debido a que la probabilidad es > 0.05 .

5.1.4 ESTACIONARIEDAD

Toda serie de tiempo está determinada por un proceso estocástico. Se llama proceso estocástico a una sucesión de valores aleatorios, y_t , donde t sólo toma valores enteros. Se le llama proceso estocástico estacionario si su media y varianza son constantes y la covarianza entre dos periodos depende del tamaño del intervalo y no del tiempo. Para el pronóstico adecuado de una serie de tiempo, es suponer en primer lugar que la serie es estacionaria.

Para saber si una serie es estacionaria, se tienen dos métodos: método del correlograma y prueba de raíz unitaria.



Como muestra el correlograma, la serie toca las bandas, por lo tanto es una serie que pudiera ser no estacionaria, por lo cual se realizará la prueba de raíz unitaria para verificar el argumento anterior.

Prueba de raíz unitaria:

a) Niveles

Null Hypothesis: INGPET has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.127074	0.0368
Test critical values: 1% level	-3.711457	
5% level	-2.981038	
10% level	-2.629906	

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

Si **ADF < Critical Value** => la serie es estacionaria. Dado que **ADF < Critical Value**, la serie es estacionaria para un nivel de confianza del 95%.

Para saber el orden de autoregresivo se obtiene nuevamente la prueba, pero en primeras diferencias.

b) Primeras diferencias

Null Hypothesis: D(INGPET) has a unit root

Exogenous: Constant

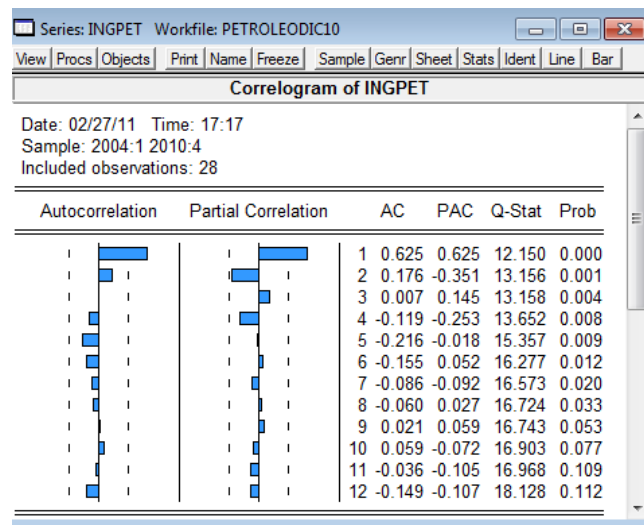
Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.661129	0.0011
Test critical values: 1% level	-3.724070	
5% level	-2.986225	
10% level	-2.632604	

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

Como el valor de **ADF** es **menor** al **valor crítico** al 5%, por lo tanto la serie es integrada de orden 1.

A continuación se obtiene nuevamente el correlograma para conseguir los rezagos no significativos:



Rezagos no significativos (barras fuera de la banda)

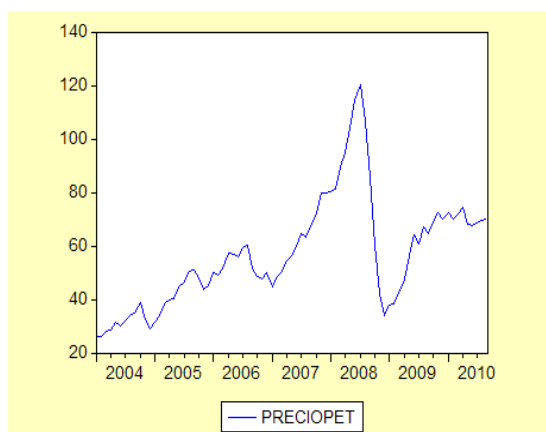
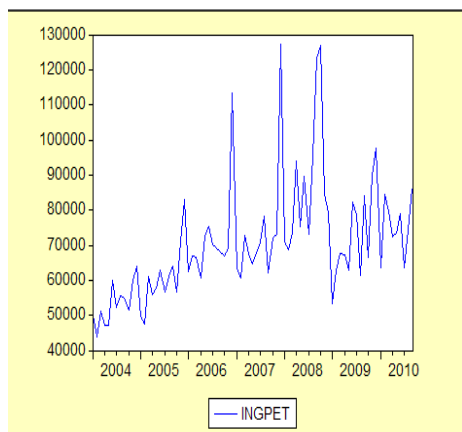
P=1

Por lo tanto la serie de tiempo es un modelo autoregresivo de orden 1.

En Conclusión:

Después de haber analizado los estadísticos t de cada variable, que en el modelo no existe heterocedasticidad a través del estadístico White ni autocorrelación de los errores con el estadístico Durbin Watson, se concluye que el modelo a analizar será aquel en donde la variable precio del petróleo y el tipo de cambio expliquen el comportamiento de los Ingresos petroleros.

Del periodo trimestral enero 2004 a diciembre del 2010 el precio del petróleo ha sufrido diversas fluctuaciones, en Julio del 2008 el precio llegó a un punto máximo y luego experimentó fuertes caídas, provocando que los ingresos petroleros disminuyeran considerablemente. Por lo tanto, en el siguiente capítulo se aplicarán instrumentos financieros para proteger al precio del petróleo de altas volatilidades y por ende poder garantizar un nivel óptimo de ingresos petroleros.



5.2 APLICACIÓN DE DERIVADOS EN LOS INGRESOS PETROLEROS (ESCENARIO B)

La progresiva liberación de los mercados financieros creó un entorno favorable para la utilización de los instrumentos existentes y para el surgimiento de nuevas modalidades que responden a necesidades infinitas de los agentes económicos, que no solo se reducen a la protección de riesgos.

Los derivados básicos son los contratos forward, los futuros, opciones y los swaps, aunque en la práctica no son los únicos.

El petróleo crudo es uno de los commodities más importantes del mundo, por lo que su precio se ve afectado por las fluctuaciones que éste sufre. Dado que México es un país productor y exportador del mismo, se analizarán coberturas para proteger al precio de altas volatilidades, para con ello garantizar un nivel óptimo de ingresos petroleros.

En el siguiente apartado utilizaremos los derivados para cubrir el riesgo que presenta el precio del petróleo en el comercio internacional.

5.2.1 FORWARDS

Como se vio en el capítulo II, los contratos forwards son aquellos en los que se acuerda a comercializar un activo en una fecha determinada, estableciendo el precio en el momento del acuerdo.

Los forwards sobre commodities son habitualmente utilizados por productores que desean establecer un precio de venta, por lo cual utilizaremos una operación en corto.

Suponemos que hoy es 1ero de diciembre del 2008 y negociamos un contrato a plazo para vender barriles de petróleo crudo el 1ero marzo del 2009. Se acordó que el precio que tendrá validez en el contrato es el precio promedio de la mezcla mexicana del año anterior. Por lo tanto, México está en una posición en la que ganará por cada dólar que disminuya en el precio.

El efecto de protección que se obtiene con el uso de los forwards consiste en la fijación anticipada del precio de venta del petróleo.

Supuestos:

Pay off: el pago de una posición corta (vender) en un contrato forward de una unidad de activo es:

$K - S_t$

Donde:

K: precio de entrega

S_t : precio de maduración

Forward Price:

Es el precio de mercado que se acordó hoy en día para la entrega del activo en una fecha de maduración determinada.

$$f = S_t e^{r(T-t)} \tag{5.1}$$

El valor de un contrato forward corto es:

$$f = (K - F_0) e^{-rT} \tag{5.2}$$

Datos:

- El precio spot de marzo 2009 es de: 42.03 dólares por barril
- La tasa libre de riesgo: LIBOR a 3 meses de marzo 2009: 1.24%.
- Precio promedio de la mezcla mexicana durante el 2008: 84.41 dólares por barril.

(Fuente: inegi.org.mx)

Operaciones:

Aplicando la fórmula (5.1) se obtiene el precio forward, f , que está dado por:

$$F = (42.03.) \exp(1.24\%) = 42.16 \text{ dólares por barril}$$

De tal manera para obtener el valor del contrato forward corto se utiliza la fórmula (5.2):

$$f = (84.41 - 42.57) \exp(-1.27\%) = 42.12 \text{ dólares por barril}$$

Resultados:

Dado que el valor del contrato forward es positivo, se obtiene una ganancia que compensa la disminución en el precio del petróleo.

Trabajando el modelo hacia atrás, calcularemos el valor del forward trimestral para los trimestres Marzo 2004 a Diciembre 2010. Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.1

Aplicación de un contrato Forward Corto sobre el precio del petróleo
(Dólares por barril)

TRIMESTRAL								
FORWARD (posición corta)								
FECHA	Precio Mezcla	Precio promedio Mezcla	LIBOR	TASA	Fo	Ke-Fo	EXP	Contrato forward
	Mexicana	Mexicana(Ke)						
mar-04	27.86	24.75	1.12	0.01	27.94	3.19	0.99	-3.18
jun-04	30.04	24.75	1.30	0.01	30.14	5.39	0.99	-5.37
sep-04	34.81	24.75	1.75	0.02	34.96	10.22	0.98	-10.17
dic-04	28.96	24.75	2.30	0.02	29.13	4.38	0.98	-4.36
mar-05	38.43	30.96	2.84	0.03	38.70	7.74	0.97	-7.69
jun-05	44.68	30.96	3.28	0.03	45.05	14.09	0.97	-13.97
sep-05	50.97	30.96	3.77	0.04	51.45	20.49	0.96	-20.30
dic-05	45.09	30.96	4.34	0.04	45.58	14.62	0.96	-14.46
mar-06	51.37	42.76	4.76	0.05	51.99	9.22	0.95	-9.12
jun-06	55.67	42.76	5.21	0.05	56.40	13.64	0.95	-13.46
sep-06	51.31	42.76	5.43	0.05	52.01	9.25	0.95	-9.13
dic-06	49.77	42.76	5.37	0.05	50.44	7.68	0.95	-7.58
mar-07	50.47	53.05	5.36	0.05	51.15	1.90	0.95	1.88
jun-07	60.00	53.05	5.36	0.05	60.81	7.75	0.95	-7.65
sep-07	67.49	53.05	5.44	0.05	68.41	15.36	0.95	-15.15
dic-07	79.57	53.05	5.03	0.05	80.58	27.52	0.95	-27.18
mar-08	89.35	61.71	3.26	0.03	90.08	28.37	0.97	-28.14
jun-08	114.15	61.71	2.75	0.03	114.94	53.23	0.97	-52.86
sep-08	85.57	61.71	2.91	0.03	86.19	24.48	0.97	-24.31
dic-08	33.70	61.71	2.72	0.03	33.93	27.78	0.97	27.59
mar-09	42.03	84.41	1.24	0.01	42.16	42.25	0.99	42.12
jun-09	64.36	84.41	0.85	0.01	64.50	19.92	0.99	19.87
sep-09	64.73	84.41	0.41	0.00	64.80	19.62	1.00	19.60
dic-09	69.80	84.41	0.27	0.00	69.85	14.57	1.00	14.56
mar-10	72.14	57.56	0.26	0.00	72.19	14.62	1.00	-14.61
jun-10	67.41	57.56	0.44	0.00	67.48	9.92	1.00	-9.91
sep-10	69.90	57.56	0.39	0.00	69.97	12.40	1.00	-12.39
dic-10	81.75	57.56	0.29	0.00	81.81	24.25	1.00	-24.23

En los trimestres de los años 2004 a diciembre del 2010, excepto los trimestres del 2009, el valor del forward es negativo debido al aumento en el precio del petróleo, por lo que se vende en corto el activo y se toma una posición larga en el contrato a plazo del petróleo. Por el contrario, a partir de Diciembre del 2008 hasta Diciembre del 2009 el valor del forward es positivo debido a la disminución en el precio del petróleo, el cual compensa los ingresos petroleros sobre caídas en el precio.

Sin embargo, México también se enfrenta al riesgo cambiario debido al diferencial que existe en los flujos de ingresos petroleros en dólares y de egresos en pesos para atender sus gastos operativos, lo que provoca un riesgo financiero.

Para poder administrar este riesgo, México tendría que entrar en un forward de divisa, por lo cual para obtener el valor del forward sobre tipo de cambio es:

$$F_0 = S_0 e^{(r-r_f)T}$$

Donde:

r: tasa libre de riesgo del país residente

rf: Tasa libre de riesgo del país extranjero

Tabla 5.2
Aplicación de un contrato Forward de Tipo de Cambio
(Dólares por barril)

TRIMESTRAL FORWARD (TIPO DE CAMBIO)												
FECHA	Precio promedio Mezcla		Tipo de Cambio promedio	TIPO DE CAMBIO	CETES	LIBOR	Fo	K-Fo	EXP(LIBOR)	EXP(CETES)	Contrato forward	
	Mexicana	Mexicana (ke)										
mar-04	27.86	24.75	10.79	11.00	0.06	0.01	28.17	-	3.43	1.00	0.99	11.13
jun-04	30.04	24.75	10.79	11.38	0.07	0.01	30.43	-	5.69	1.00	0.98	11.54
sep-04	34.81	24.75	10.79	11.49	0.08	0.02	35.43	-	10.68	1.00	0.98	11.65
dic-04	28.96	24.75	10.79	11.21	0.08	0.02	29.63	-	4.89	0.99	0.98	11.38
mar-05	38.43	30.96	11.29	11.14	0.09	0.03	39.54	-	8.58	0.99	0.98	11.32
jun-05	44.68	30.96	11.29	10.83	0.10	0.03	46.17	-	15.21	0.99	0.98	11.01
sep-05	50.97	30.96	11.29	10.78	0.10	0.04	52.93	-	21.97	0.99	0.98	10.93
dic-05	45.09	30.96	11.29	10.63	0.09	0.04	47.09	-	16.13	0.99	0.98	10.74
mar-06	51.37	42.76	10.90	10.73	0.08	0.05	53.88	-	11.12	0.99	0.98	10.80
jun-06	55.67	42.76	10.90	11.39	0.07	0.05	58.65	-	15.89	0.99	0.98	11.45
sep-06	51.31	42.76	10.90	10.98	0.07	0.05	54.17	-	11.41	0.99	0.98	11.03
dic-06	49.77	42.76	10.90	10.86	0.07	0.05	52.51	-	9.75	0.99	0.98	10.91
mar-07	50.47	53.05	10.90	11.12	0.07	0.05	53.25	-	0.19	0.99	0.98	11.17
jun-07	60.00	53.05	10.90	10.83	0.07	0.05	63.30	-	10.25	0.99	0.98	10.89
sep-07	67.49	53.05	10.90	11.04	0.07	0.05	71.27	-	18.21	0.99	0.98	11.09
dic-07	79.57	53.05	10.90	10.85	0.08	0.05	83.67	-	30.62	0.99	0.98	10.92
mar-08	89.35	61.71	10.93	10.74	0.08	0.03	92.31	-	30.60	0.99	0.98	10.85
jun-08	114.15	61.71	10.93	10.33	0.08	0.03	117.33	-	55.62	0.99	0.98	10.46
sep-08	85.57	61.71	10.93	10.61	0.08	0.03	88.09	-	26.38	0.99	0.98	10.75
dic-08	33.70	61.71	10.93	13.40	0.08	0.03	34.63	-	27.08	0.99	0.98	13.58
mar-09	42.03	84.41	11.14	14.71	0.07	0.01	42.55	-	41.86	1.00	0.98	14.94
jun-09	64.36	84.41	11.14	13.34	0.05	0.01	64.91	-	19.50	1.00	0.99	13.49
sep-09	64.73	84.41	11.14	13.41	0.05	0.00	65.00	-	19.42	1.00	0.99	13.55
dic-09	69.80	84.41	11.14	12.86	0.05	0.00	69.99	-	14.43	1.00	0.99	13.00
mar-10	72.14	57.56	13.51	12.59	0.05	0.00	72.33	-	14.76	1.00	0.99	12.73
jun-10	67.41	57.56	13.51	12.72	0.05	0.00	67.71	-	10.14	1.00	0.99	12.86
sep-10	69.90	57.56	13.51	12.83	0.05	0.00	70.17	-	12.61	1.00	0.99	12.96
dic-10	81.75	57.56	13.51	12.39	0.04	0.00	81.99	-	24.43	1.00	0.99	12.52

En los trimestres en los que se espera que el tipo de cambio será menor que el valor del forward, conviene adquirir dólares y convertirlos a pesos para obtener ganancias libre de riesgo; por el contrario, para los trimestres en los que se espera que el tipo de cambio será mayor que el valor del forward, conviene adquirir pesos y convertirlos a dólares.

En conclusión:

1. El contrato forward se usará para el manejo de riesgos de la variación del precio del petróleo para compensar a los ingresos petroleros de fuertes caídas en el precio y además permite asegurar los ingresos petroleros del Gobierno Federal.
2. Una de las ventajas de estos contratos es que están hechos a la medida, lo que permite que se adecue a situaciones específicas de PEMEX.
3. Los costos iniciales son menores que cualquier otro instrumento financiero.
4. Para los años en los que se espera o se estima una disminución en el precio del petróleo, es conveniente tomar una posición corta en contrato forward para compensar la disminución en el precio y proteger los ingresos petroleros.
5. A través de los estudios de Calificadoras y analistas financieros acerca de las expectativas sobre la evolución del precio del petróleo en el 2011, se pronostica un valor alto para el precio del petróleo en el comercio exterior, por lo que es necesario que PEMEX se anticipe y contrate un contrato forward para cubrirse. De cualquier forma si el precio llegara a ser mayor que el valor del forward, PEMEX recibirá ingresos derivados del precio de mercado del petróleo.
6. Para disminuir el riesgo de tipo de cambio, es beneficioso contratar un contrato forward sobre éste. Si el tipo de cambio es menor que el valor del forward, se obtendrán ganancias por arbitraje si se adquieren dólares y se convierten en pesos; a diferencia si el tipo de cambio es mayor que el valor del forward, se adquieren pesos y se convierten en dólares.

5.2.2 FUTUROS

Al igual que con los forwards, los futuros se utilizan para asegurarse contra posibles variaciones de tasas de interés, tipo de cambio, o precio de las mercancías como el petróleo, el cual puede afectar la competitividad de las exportaciones petroleras. La principal utilidad de los futuros es limitar el riesgo de movimientos adversos de los precios mediante la compra o venta de futuros, de forma tal que se garantice que cualquier pérdida en uno sea compensada con una ganancia en el otro.

La principal característica de los futuros es que se comercializan en bolsas donde los contratos son estandarizados, se hacen sobre un mismo tipo de activo. El hecho de que se comercialicen en bolsas brinda la ventaja a los futuros sobre otros instrumentos financieros de que la Cámara de Compensación garantice la liquidación de los contratos, de manera que prácticamente no existen riesgos de insolvencia de la contraparte.

Se consultó la página Chicago Mercantile Exchange para poder determinar el precio de un contrato futuro del petróleo, pero para ello se necesitaría contratar un futuro sobre el precio del petróleo WTI y o Brent y esperar su vencimiento, los vencimientos por lo general son mayores a un año. Por lo que, para efectos de este trabajo no se utilizará la cobertura de los futuros para los precios de la mezcla mexicana del petróleo.

Para poder cubrir el riesgo financiero en tipo de cambio, se puede cotizar la compra de futuros del peso con respecto al dólar en la Bolsa de Derivados de México, MEXDER, para así garantizar la liquidez del peso y hacer frente a los compromisos de PEMEX.

5.2.3 SWAPS

Como se explicó en el capítulo II, los swaps son un contrato mediante el cual ambas partes acuerdan intercambiar flujos de efectivo sobre un principal durante un periodo de tiempo dado. Los swaps son utilizados para reducir o mitigar los riesgos de tasas de interés, tipos de cambio y precios de materias primas. A través de los Swaps de materias primas, o commodities, se puede generar mayor liquidez y gestionar el riesgo por variaciones de precios, para así abaratar los costos de financiamiento.

En este tipo de transacciones la primera parte realiza un pago a precio fijo, por cierto volumen de petróleo, y la segunda parte le paga a la primera un precio variable por un volumen de petróleo.

México, exportadora de petróleo, desea despejar su incertidumbre acerca del precio futuro de éste, puede realizar un swap que le permitirá intercambiar durante un plazo determinado su precio variable por un precio fijo, y asegurarse así un flujo estable de ingresos, independientemente de lo que ocurra con el precio del petróleo en los mercados internacionales.

Suponemos que hoy es 1ero de diciembre del 2008 y negociamos un swap para vender barriles de petróleo crudo el 1ero marzo del 2009. Se acordó que el precio que tendrá validez es el precio promedio de la mezcla mexicana del año anterior. Por lo tanto, México está en una posición en la que ganará por cada dólar que disminuya en el precio.

Supuestos:

Un Swap sobre petróleo: esta transacción es un intercambio de dinero basado en el precio del petróleo. (No hay entrega de petróleo en ningún momento).

Variable: el precio de mercado del petróleo

Fijo: El precio fijo establecido en el swap, es decir, precio promedio de la mezcla mexicana.

Es decir, si el precio del petróleo baja por debajo del precio establecido, Swap dealer paga a México la diferencia, y si sube, México paga al Swap dealer la diferencia.

Datos:

- El precio spot de marzo 2009 es de: 42.03 dólares por barril
- Precio promedio de la mezcla mexicana durante el 2008: 84.41 dólares por barril

(Fuente: inegi.org.mx)

	FIJO	FLOTANTE
México	Precio promedio Spot	Precio variable del petróleo
Swap Dealer	Precio variable del petróleo	Precio promedio Spot

Operaciones:

Cada empresa tiene los siguientes flujos de caja:

México:

Paga variable a Swap Dealer

Recibe fijo de Swap Dealer

Flujo: Si el precio del petróleo sube, México paga al Swap dealer la diferencia.

Swap Dealer:

Paga fijo a México

Recibe variable de México

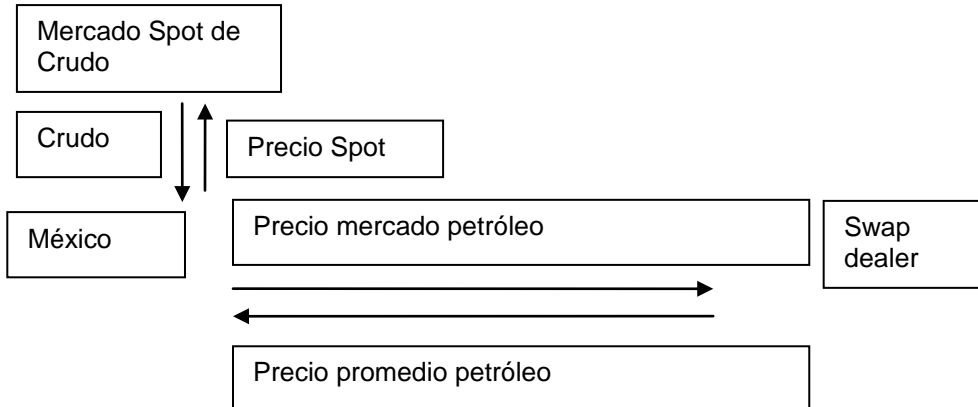
Flujo: Si el precio del petróleo baja por debajo del establecido, paga a México el Diferencial.

Precio Mercado-precio promedio Spot= $42.03 - 84.41 = -42.38$ dólares por barril

Resultados:

Dado que el precio de mercado del petróleo es menor que el precio establecido, Swap dealer pagará a México la diferencia de 42.38 dólares por barril. Es decir, se obtiene una ganancia que compensa la disminución en el precio del petróleo.

1er Diagrama proceso operación de Swaps: petróleo



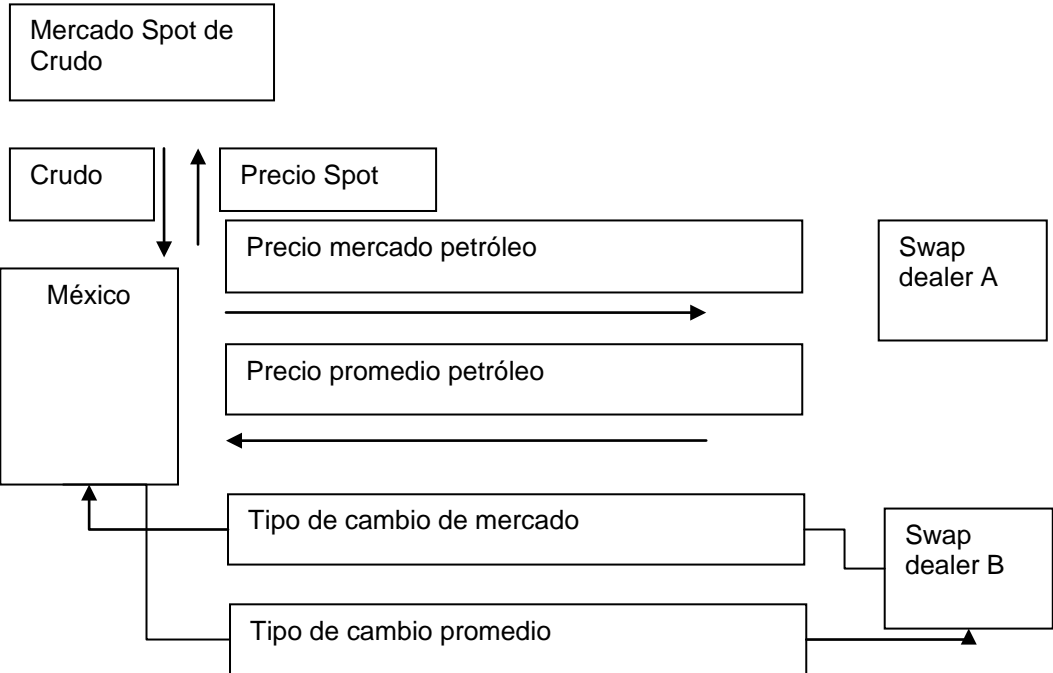
Trabajando el modelo hacia atrás, calcularemos el valor del swap trimestral para los años 2004 al 2010. Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.3
Aplicación de un contrato SWAP sobre el precio del petróleo
(Dólares por barril)

TRIMESTRAL			
SWAP PETROLEO			
FECHA	Precio Mezcla Mexicana		Diferencia
	Precio Variable (Variable)	Precio promedio Mezcla (Fijo)	
mar-04	27.86	24.75	-3.11
jun-04	30.04	24.75	-5.29
sep-04	34.81	24.75	-10.06
dic-04	28.96	24.75	-4.21
mar-05	38.43	30.96	-7.47
jun-05	44.68	30.96	-13.72
sep-05	50.97	30.96	-20.01
dic-05	45.09	30.96	-14.13
mar-06	51.37	42.76	-8.61
jun-06	55.67	42.76	-12.91
sep-06	51.31	42.76	-8.55
dic-06	49.77	42.76	-7.01
mar-07	50.47	53.05	2.58
jun-07	60.00	53.05	-6.95
sep-07	67.49	53.05	-14.44
dic-07	79.57	53.05	-26.52
mar-08	89.35	61.71	-27.64
jun-08	114.15	61.71	-52.44
sep-08	85.57	61.71	-23.86
dic-08	33.70	61.71	28.01
mar-09	42.03	84.41	42.38
jun-09	64.36	84.41	20.05
sep-09	64.73	84.41	19.68
dic-09	69.80	84.41	14.61
mar-10	72.14	57.56	-14.58
jun-10	67.41	57.56	-9.85
sep-10	69.90	57.56	-12.34
dic-10	81.75	57.56	-24.19

En los trimestres de los años 2004 a septiembre del 2008 y 2010, el diferencial es negativo debido al aumento en el precio del petróleo, por lo que conviene recibir a tasa flotante (precio de mercado), mientras que a partir de diciembre del 2008 hasta diciembre del 2009, el diferencial es positivo debido a la disminución en el precio del petróleo, por lo que se recibe en tasa fija (precio promedio de la mezcla en el año anterior) por lo tanto el swap compensa la caída en el precio y además permite asegurar los ingresos petroleros del Gobierno Federal. Sin embargo, México también se enfrenta al riesgo cambiario al convertir los dólares recibidos por la venta de petróleo en pesos para poder pagar gastos operativos, por lo que tendría que entrar en un swap de divisa para administrar el riesgo; el cual se muestra a continuación el diagrama de los Swaps.

2ndo Diagrama proceso operación de Swaps: petróleo y tipo de cambio



Operaciones:

Cada empresa tiene los siguientes flujos de caja:

- México:
- Paga precio variable petróleo a Swap Dealer A
- Recibe precio fijo petróleo de Swap Dealer A
- Paga TC fijo a Swap Dealer B
- Recibe TC variable de Swap Dealer B

Swap Dealer A:
 Paga precio variable petróleo a México
 Recibe precio fijo petróleo de México

Swap Dealer B:
 Paga TC variable a México
 Recibe TC fijo de México

Tabla 5.4
 Aplicación de un SWAP sobre el precio del petróleo y tipo de cambio
 (Dólares por barril)

TRIMESTRAL				TRIMESTRAL			
SWAP PETROLEO				SWAP TIPO DE CAMBIO			
FECHA	Precio promedio Mezcla Mexicana		Diferencia	FECHA	Tipo de Cambio promedio		Diferencia
	(Variable)	(Fijo)			(Variable)	(Fijo)	
mar-04	27.86	24.75	-3.11	mar-04	11.00	10.79	0.21
jun-04	30.04	24.75	-5.29	jun-04	11.38	10.79	0.59
sep-04	34.81	24.75	-10.06	sep-04	11.49	10.79	0.69
dic-04	28.96	24.75	-4.21	dic-04	11.21	10.79	0.42
mar-05	38.43	30.96	-7.47	mar-05	11.14	11.29	-0.15
jun-05	44.68	30.96	-13.72	jun-05	10.83	11.29	-0.46
sep-05	50.97	30.96	-20.01	sep-05	10.78	11.29	-0.51
dic-05	45.09	30.96	-14.13	dic-05	10.63	11.29	-0.66
mar-06	51.37	42.76	-8.61	mar-06	10.73	10.90	-0.17
jun-06	55.67	42.76	-12.91	jun-06	11.39	10.90	0.50
sep-06	51.31	42.76	-8.55	sep-06	10.98	10.90	0.09
dic-06	49.77	42.76	-7.01	dic-06	10.86	10.90	-0.04
mar-07	50.47	53.05	2.58	mar-07	11.12	10.90	0.22
jun-07	60.00	53.05	-6.95	jun-07	10.83	10.90	-0.07
sep-07	67.49	53.05	-14.44	sep-07	11.04	10.90	0.14
dic-07	79.57	53.05	-26.52	dic-07	10.85	10.90	-0.05
mar-08	89.35	61.71	-27.64	mar-08	10.74	10.93	-0.19
jun-08	114.15	61.71	-52.44	jun-08	10.33	10.93	-0.60
sep-08	85.57	61.71	-23.86	sep-08	10.61	10.93	-0.32
dic-08	33.70	61.71	28.01	dic-08	13.40	10.93	2.47
mar-09	42.03	84.41	42.38	mar-09	14.71	11.14	3.57
jun-09	64.36	84.41	20.05	jun-09	13.34	11.14	2.20
sep-09	64.73	84.41	19.68	sep-09	13.41	11.14	2.27
dic-09	69.80	84.41	14.61	dic-09	12.86	11.14	1.72
mar-10	72.14	57.56	-14.58	mar-10	12.59	13.51	-0.92
jun-10	67.41	57.56	-9.85	jun-10	12.72	13.51	-0.79
sep-10	69.90	57.56	-12.34	sep-10	12.83	13.51	-0.68
dic-10	81.75	57.56	-24.19	dic-10	12.39	13.51	-1.12

En los trimestres de los años 2004 y 2009, por ejemplo el diferencial positivo debido al aumento en el tipo de cambio con respecto al tipo de cambio promedio del año anterior, por lo que conviene recibir tipo de cambio flotante, mientras que en los trimestres de los años 2005, 2008 y 2010, el diferencial es negativo debido a la disminución en el tipo de cambio de mercado con respecto al tipo de cambio promedio del año anterior, por lo cual conviene recibir tipo de cambio fijo. Por lo tanto el swap permite asegurar la liquidez del peso del Gobierno Federal.

En conclusión:

1. Se adquiere un swap para gestionar el riesgo por variaciones del precio de mercancías como el petróleo y tipos de cambio.
2. Los swaps posibilitan el acceso para la captación de fondos con un costo menor que no es posible lograr en el momento de financiamiento.
3. Los swaps abaratan los costos y asegurar así un flujo estable de ingresos.
4. Al reducir el riesgo, genera mayor liquidez y solidez en los activos.
5. Los swaps ofrecen un plazo mayor de cobertura.
6. México puede encontrar posibilidades que mejor se adapte a sus necesidades y características.
7. México puede intercambiar el precio flotante del petróleo por precio fijo.
8. Los swaps pueden ser combinado con opciones.
9. Para proteger el riesgo cambiario, es favorable adquirir un swap de tipo de cambio.
10. Para los años en los que se espera un incremento de precio, conviene recibir un precio variable del petróleo, mientras que si se espera o se estima una disminución en el precio del petróleo, es conveniente recibir un precio fijo, para compensar la disminución en el precio y proteger los ingresos petroleros.
11. A través de los estudios de Calificadoras y analistas financieros acerca de las expectativas sobre la evolución del precio del petróleo, es necesario que PEMEX se anticipe y contrate un SWAP para cubrirse.
12. De acuerdo a las expectativas en el precio del petróleo para el 2011, es favorable recibir un precio variable del petróleo.

5.2.4 OPCIONES

Como se vio en capítulos anteriores, las opciones son contratos que conceden el derecho, más no la obligación de comprar o vender un activo a un precio y en fecha determinada.

Hay dos tipos básicos de opciones: de compra (call) y de venta (put).

Existen también otras clasificaciones:

Con relación al momento en que puede ejercerse la opción:

- Opción Europea: su ejercicio sólo es posible en la fecha de expiración
- Opción Americana: su ejercicio puede efectuarse en cualquier momento de su plazo de validez

Las opciones pueden comercializarse en bolsas o fuera de éstas, en los mercados OTC.

Estrategias de cobertura:

Opciones de Compra: se adquieren opciones de compra cuando se espera un incremento de los precios de mercancías. Si el precio de ejercicio es menor que el precio de mercado se ejerce la opción.

Opciones de Venta: se adquieren opciones de venta cuando se espera una caída de precios de mercancías, títulos o divisas. Si el precio de ejercicio es mayor que el precio de mercado, se ejercen.

Para el caso de México, la estrategia de cobertura será con opciones de venta de debido a que el precio del petróleo es altamente volátil, por lo que se utilizarán opciones de venta de tipo europeo para poder garantizar un precio de venta para el petróleo y compensar las pérdidas por disminuciones de precio.

Suponemos que hoy es 1ero de diciembre del 2008 y negociamos una opción de venta europea para vender barriles de petróleo crudo el 1ero marzo del 2009. Se acordó que el precio que tendrá validez es el precio promedio de la mezcla mexicana del año anterior.

Supuestos:

Una opción de venta es un contrato que da el derecho mas no la obligación de vender, es decir si el precio de ejercicio es mayor que el precio de mercado, se ejerce la opción.

Pay off: el pago de una posición corta (vender) en una opción de venta de una unidad de activo es:

$$\text{Máx. } (K - S_t, 0)$$

Donde:

Ke: precio de entrega

St: precio de maduración

La opción se ejerce si $S_t < K_e$.

Datos:

- El precio spot de marzo 2009 es de: 42.03 dólares por barril
- Precio promedio de la mezcla mexicana durante el 2008: 84.41 dólares por barril

(Fuente: inegi.org.mx)

Operaciones:

$$\text{Máx. (Precio promedio Spot-Precio de Mercado, 0)} = \text{máx. } (84.41 - 42.03, 0)$$

$$= \text{máx. } (42.38, 0) = 42.38 \text{ dólares por barril}$$

Resultados:

Dado que el valor de la opción es positivo, se obtiene una ganancia que compensa la disminución en el precio del petróleo.

Trabajando el modelo hacia atrás, calcularemos el valor del put trimestral para los años 2004 al 2010. Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5.5
Aplicación de un PUT sobre el precio del petróleo
(Dólares por barril)

TRIMESTRAL				
PUT (venta)				
FECHA	Precio Mezcla Mexicana	Precio promedio Mezcla Mexicana	Ke-St	PUT
	(St)	(Ke)		
mar-04	27.86	24.75	3.11	0.00
jun-04	30.04	24.75	5.29	0.00
sep-04	34.81	24.75	10.06	0.00
dic-04	28.96	24.75	4.21	0.00
mar-05	38.43	30.96	7.47	0.00
jun-05	44.68	30.96	13.72	0.00
sep-05	50.97	30.96	20.01	0.00
dic-05	45.09	30.96	14.13	0.00
mar-06	51.37	42.76	8.61	0.00
jun-06	55.67	42.76	12.91	0.00
sep-06	51.31	42.76	8.55	0.00
dic-06	49.77	42.76	7.01	0.00
mar-07	50.47	53.05	2.58	2.58
jun-07	60.00	53.05	6.95	0.00
sep-07	67.49	53.05	14.44	0.00
dic-07	79.57	53.05	26.52	0.00
mar-08	89.35	61.71	27.64	0.00
jun-08	114.15	61.71	52.44	0.00
sep-08	85.57	61.71	23.86	0.00
dic-08	33.70	61.71	28.01	28.01
mar-09	42.03	84.41	42.38	42.38
jun-09	64.36	84.41	20.05	20.05
sep-09	64.73	84.41	19.68	19.68
dic-09	69.80	84.41	14.61	14.61
mar-10	72.14	57.56	14.58	0.00
jun-10	67.41	57.56	9.85	0.00
sep-10	69.90	57.56	12.34	0.00
dic-10	81.75	57.56	24.19	0.00

En los trimestres de los años 2004 a septiembre del 2008 el valor del put es negativo debido al aumento en el precio del petróleo, por lo que se vende en corto el activo y se toma una posición larga en el futuro. Por el contrario, a partir de diciembre del 2008 hasta diciembre del 2009, el valor del put es positivo debido a la disminución en el precio del petróleo, por lo tanto la opción compensa la caída en el precio y además permite asegurar los ingresos petroleros del Gobierno Federal.

Sin embargo, México también se enfrenta al riesgo cambiario y tendría que entrar en otra opción de divisa para administrar el riesgo, por lo cual se muestra a continuación la tabla siguiente.

$$\text{Max}(S_t e^{-r_f T} - K e^{-r T}, 0)$$

Donde:

r: tasa libre de riesgo del país residente

rf. Tasa libre de riesgo del país extranjero

Tabla 5.6
Aplicación de un CALL sobre el tipo de cambio

TRIMESTRAL						
CALL TC (compra)						
FECHA	Tipo de Cambio (St)	Tipo de Cambio promedio (Ke)	St-Ke	CETES	LIBOR	CALL
mar-04	11.00	10.79	0.21	0.0565	0.0112	0.3327
jun-04	11.38	10.79	0.59	0.0677	0.0130	0.7361
sep-04	11.49	10.79	0.69	0.0752	0.0175	0.8444
dic-04	11.21	10.79	0.42	0.0847	0.0230	0.5776
mar-05	11.14	11.29	0.15	0.0926	0.0284	0.0322
jun-05	10.83	11.29	0.46	0.0989	0.0328	-
sep-05	10.78	11.29	0.51	0.0952	0.0377	-
dic-05	10.63	11.29	0.66	0.0864	0.0434	-
mar-06	10.73	10.89	0.16	0.0758	0.0476	-
jun-06	11.39	10.89	0.50	0.0724	0.0521	0.5503
sep-06	10.98	10.89	0.09	0.0718	0.0543	0.1365
dic-06	10.86	10.89	0.03	0.0718	0.0537	0.0171
mar-07	11.12	10.90	0.22	0.0720	0.0536	0.2667
jun-07	10.83	10.90	0.07	0.0731	0.0536	-
sep-07	11.04	10.90	0.14	0.0736	0.0544	0.1864
dic-07	10.85	10.90	0.05	0.0754	0.0503	0.0155
mar-08	10.74	10.93	0.19	0.0752	0.0326	-
jun-08	10.33	10.93	0.60	0.0764	0.0275	-
sep-08	10.61	10.93	0.32	0.0829	0.0291	-
dic-08	13.40	10.93	2.47	0.0810	0.0272	2.5981
mar-09	14.71	11.14	3.57	0.0740	0.0124	3.7312
jun-09	13.34	11.14	2.20	0.0542	0.0085	2.3224
sep-09	13.41	11.14	2.27	0.0463	0.0041	2.3862
dic-09	12.86	11.14	1.72	0.0462	0.0027	1.8349
mar-10	12.59	13.51	0.92	0.0463	0.0026	-
jun-10	12.72	13.51	0.79	0.0464	0.0044	-
sep-10	12.83	13.51	0.68	0.0463	0.0039	-
dic-10	12.39	13.51	1.12	0.0439	0.0029	-

Se adquiere un CALL cuando se espera un incremento del tipo de cambio.

Cuando el tipo de cambio promedio (precio de ejercicio) es menor que el precio de mercado se ejerce la opción.

En conclusión:

1. Se adquiere una opción para protegerse contra movimientos adversos en el precio del petróleo.
2. Se debe pagar una prima por la compra de opciones en correspondencia con el precio del subyacente.
3. Para los años en los que se estima una disminución en el precio del petróleo, es conveniente una opción de venta para compensar la disminución en el precio y proteger los ingresos petroleros.
4. A través de los estudios de Calificadoras y analistas financieros acerca de las expectativas sobre la evolución del precio del petróleo en el 2011, se pronostica un valor alto para el precio del petróleo en el comercio exterior, por lo que es necesario que PEMEX se anticipe y contrate un contrato PUT para cubrirse. De cualquier forma si el precio llegara a ser mayor que el valor del PUT, PEMEX recibirá ingresos derivados del precio de mercado del petróleo.
5. Para disminuir el riesgo de tipo de cambio, es beneficioso utilizar una opción de compra sobre éste.

5.3 PLANTEAMIENTO DEL MODELO DE COBERTURA: ESCENARIO A VS ESCENARIO B

Desde hace aproximadamente dos décadas, los ingresos petroleros han desempeñado un papel importante en el financiamiento del sector público. El principal problema derivado de la dependencia respecto a los ingresos provenientes de la venta de petróleo se debe a que el mercado es altamente volátil, y por lo tanto poco predecible.

En el apartado 5.1 se analizaron los ingresos petroleros y el precio del petróleo original. El precio del petróleo fluctuó entre 27.86 y 81.75 dólares por barril para los trimestres 2004 al 2010.

Tabla 5.7
Ingresos petroleros sin derivados
(Cifras en dólares por barril)

FECHA	Precio Mezcla (dólares por barril)	Volumen de exportacion (miles de barriles)	Ingresos (dólares)	Tipo de cambio	Ingresos (pesos)
mar-04	27.86	1,789	49,841.54	11.00	548,476.24
jun-04	30.04	1,846	55,453.84	11.38	631,303.15
sep-04	34.81	1,894	65,930.14	11.49	757,273.59
dic-04	28.96	1,974	57,167.04	11.21	640,722.47
mar-05	38.43	1,856	71,326.08	11.14	794,472.67
jun-05	44.68	1,796	80,245.28	10.83	868,992.19
sep-05	50.97	1,677	85,476.69	10.78	921,267.76
dic-05	45.09	1,848	83,326.32	10.63	885,492.14
mar-06	51.37	1,986	102,020.82	10.73	1,094,367.13
jun-06	55.67	1,776	98,869.92	11.39	1,126,365.68
sep-06	51.31	1,678	86,098.18	10.98	945,444.11
dic-06	49.77	1,525	75,899.25	10.86	824,129.24
mar-07	50.47	1,782	89,937.54	11.12	1,000,132.43
jun-07	60	1,737	104,220.00	10.83	1,128,973.57
sep-07	67.49	1,679	113,315.71	11.04	1,250,642.83
dic-07	79.57	1,496	119,036.72	10.85	1,291,238.92
mar-08	89.35	1,628	145,461.80	10.74	1,561,605.15
jun-08	114.15	1,415	161,522.25	10.33	1,668,573.30
sep-08	85.57	1,060	90,704.20	10.61	962,416.91
dic-08	33.7	1,327	44,719.90	13.40	599,170.64
mar-09	42.03	1,213	50,982.39	14.71	750,114.10
jun-09	64.36	1,236	79,548.96	13.34	1,061,302.45
sep-09	64.73	1,128	73,015.44	13.41	979,326.89
dic-09	69.8	1,288	89,902.40	12.86	1,155,812.23
mar-10	72.14	1,331	96,018.34	12.5939	1,209,245.37
jun-10	67.41	1,110	74,825.10	12.7225	951,962.33
sep-10	69.9	1,337	93,456.30	12.8281	1,198,866.76
dic-10	81.75	1501	122,706.75	12.1353	1,489,083.22

Se concluyó que el precio del petróleo ha sufrido diversas fluctuaciones, provocando que los ingresos petroleros disminuyeran considerablemente.

En el apartado 5.2 se le aplicó al precio del petróleo una cobertura financiera para protegerlo de las volatilidades. Se determinó que para los trimestres en los que se pronostica una baja en el precio del petróleo, se recomienda una cobertura corta para compensar la caída en el precio y mantener un nivel óptimo de ingresos petroleros.

A continuación se muestra el resultado de la aplicación trimestral de los derivados al precio del petróleo de marzo 2004 a diciembre 2010.

Tabla 5.8
Comparación de los instrumentos financieros sobre el precio del petróleo
(Dólares por barril)

FECHA	FORWARD	SWAP	PUT
mar-04	-3.18	-3.11	0.00
jun-04	-5.37	-5.29	0.00
sep-04	-10.17	-10.06	0.00
dic-04	-4.36	-4.21	0.00
mar-05	-7.69	-7.47	0.00
jun-05	-13.97	-13.72	0.00
sep-05	-20.30	-20.01	0.00
dic-05	-14.46	-14.13	0.00
mar-06	-9.12	-8.61	0.00
jun-06	-13.46	-12.91	0.00
sep-06	-9.13	-8.55	0.00
dic-06	-7.58	-7.01	0.00
mar-07	1.88	2.58	2.58
jun-07	-7.65	-6.95	0.00
sep-07	-15.15	-14.44	0.00
dic-07	-27.18	-26.52	0.00
mar-08	-28.14	-27.64	0.00
jun-08	-52.86	-52.44	0.00
sep-08	-24.31	-23.86	0.00
dic-08	27.59	28.01	28.01
mar-09	42.12	42.38	42.38
jun-09	19.87	20.05	20.05
sep-09	19.60	19.68	19.68
dic-09	14.56	14.61	14.61
mar-10	-14.61	-14.58	0.00
jun-10	-9.91	-9.85	0.00
sep-10	-12.39	-12.34	0.00
dic-10	-24.23	-24.19	0.00

En los trimestres en los que se pronosticó un decremento del precio del petróleo, se aplicaron coberturas cortas, es decir un Forward corto, un PUT y un SWAP de precio fijo que mitigue los choques negativos en el mercado petrolero.

A continuación se muestran los ingresos petroleros para los trimestres marzo 2004 a diciembre 2010.

Tabla 5.9

Comparación Ingresos petroleros sin derivados vs Ingresos petroleros con derivados
(Cifras en dólares por barril)

FECHA	Ingresos Petroleros(USD)	Ingresos (Forward)	Ingresos (SWAP)	Ingresos (PUT)
mar-04	49,841.54	55,536.57	55,412.78	49,841.54
jun-04	55,453.84	65,375.09	65,226.87	55,453.84
sep-04	65,930.14	85,196.66	84,991.67	65,930.14
dic-04	57,167.04	65,765.47	65,485.81	57,167.04
mar-05	71,326.08	85,596.46	85,190.40	71,326.08
jun-05	80,245.28	105,340.95	104,886.40	80,245.28
sep-05	85,476.69	119,520.94	119,033.46	85,476.69
dic-05	83,326.32	110,055.51	109,438.56	83,326.32
mar-06	102,020.82	120,123.92	119,118.63	102,020.82
jun-06	98,869.92	122,779.97	121,796.60	98,869.92
sep-06	86,098.18	101,411.73	100,443.68	86,098.18
dic-06	75,899.25	87,457.29	86,588.23	75,899.25
mar-07	89,937.54	86,590.20	94,542.53	94,542.53
jun-07	104,220.00	117,510.80	116,284.91	104,220.00
sep-07	113,315.71	138,757.47	137,553.47	113,315.71
dic-07	119,036.72	159,696.22	158,704.41	119,036.72
mar-08	145,461.80	191,276.00	190,459.72	145,461.80
jun-08	161,522.25	236,323.11	235,724.85	161,522.25
sep-08	90,704.20	116,469.41	115,995.80	90,704.20
dic-08	44,719.90	81,333.53	81,889.17	81,889.17
mar-09	50,982.39	102,076.45	102,393.37	102,393.37
jun-09	79,548.96	104,113.40	104,334.88	104,334.88
sep-09	73,015.44	95,119.90	95,218.24	95,218.24
dic-09	89,902.40	108,651.91	108,724.37	108,724.37
mar-10	96,018.34	115,467.92	115,418.77	96,018.34
jun-10	74,825.10	85,823.69	85,753.98	74,825.10
sep-10	93,456.30	110,023.67	109,949.31	93,456.30
dic-10	122,706.75	159,073.03	159,009.69	122,706.75

La tabla 5.9 muestra los ingresos adicionales que el Gobierno Federal hubiera logrado con la aplicación de instrumentos financieros, es decir, si el Gobierno Federal hubiera contratado un forward como cobertura en marzo del 2004, se

hubieran alcanzado ingresos por 55,536 US, o 55,412.78 US para SWAPS o 49,841 US para opciones tipo PUT.

En los trimestres en los que el precio de mercado del petróleo fue mayor que el valor del derivado, se puede tomar la decisión de no ejercer la opción PUT, debido a que como se explicó anteriormente, la opción PUT es un contrato que da el derecho mas no la obligación de vender el activo subyacente al precio pactado (K_e). Así mismo, para los forwards, a pesar de obtener una pérdida en el valor del mismo, los ingresos no disminuyen porque éstos se obtienen a precio de mercado.

Por lo tanto, se concluye que con la aplicación de instrumentos financieros se disminuyen los riesgos, se compensan los ingresos de efectos negativos y además se puede conseguir una ganancia adicional.

5.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

A lo largo de este trabajo se ha demostrado que los derivados financieros constituyen mecanismos útiles para la cobertura de riesgos financieros, por lo cual puede concluirse que si bien los derivados financieros son instrumentos útiles y resultan los más eficientes para la cobertura de riesgos, el aprovechamiento de sus ventajas supone garantizar una definición de objetivos, la instrumentación de un sistema de administración de riesgos que incluya una eventual combinación con otros métodos de cobertura, el establecimiento de supervisión y regulación y por lo tanto la gestión de los riesgos generados por el uso de estos instrumentos.

Por otra parte, algunas de las características de los derivados financieros se ajustan a la situación económica de México. Por ejemplo, su flexibilidad permite conformar estrategias para adaptarse a situaciones eventuales en los mercados.

En hecho de que la mayoría de las operaciones con instrumentos se lleven en los mercados OTC o a través de intermediarios, nos brinda oportunidades de acceso a los contratos hechos a la medida.

La ampliación y extensión del uso de derivados financieros de manera apropiada contribuye a favorecer la recuperación de la economía, a través de la minimización los riesgos por movimientos adversos de precios en los mercados internacionales, compensación de pérdidas y reducción de costos.

La economía mexicana, abierta y dependiente de la venta de petróleo en el comercio exterior, se encuentra en condiciones en que la escasez de recursos financieros la hace particularmente vulnerable a las fluctuaciones que se operan en los mercados internacionales.

Sobre estas oscilaciones no se tiene capacidad de control, por lo que esto determina como una necesidad, el uso de mecanismos financieros de protección.

5.4.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS FUNDAMENTAL

En el apartado 4.1.6 del cuarto capítulo de este trabajo se planteó como hipótesis fundamental que “A Mayor Cobertura del precio del petróleo de las exportaciones, mayores serán los Ingresos percibidos por PEMEX y mejor será el manejo de las Finanzas Públicas por parte del Gobierno Federal”.

Por lo tanto, se confirma la hipótesis, debido a que el precio del petróleo fue protegido mediante coberturas cortas y se obtuvieron ganancias mayores a diferencia de los Ingresos sin la aplicación de instrumentos financieros.

Tabla 5.10
 Comparación Ingresos petroleros sin derivados vs Ingresos petroleros
 con derivados
 (Cifras en dólares por barril)

FECHA	Ingresos Petroleros(USD)	Ingresos (Forward)	Ingresos (SWAP)	Ingresos (PUT)
mar-04	49,841.54	55,536.57	55,412.78	49,841.54
jun-04	55,453.84	65,375.09	65,226.87	55,453.84
sep-04	65,930.14	85,196.66	84,991.67	65,930.14
dic-04	57,167.04	65,765.47	65,485.81	57,167.04
mar-05	71,326.08	85,596.46	85,190.40	71,326.08
jun-05	80,245.28	105,340.95	104,886.40	80,245.28
sep-05	85,476.69	119,520.94	119,033.46	85,476.69
dic-05	83,326.32	110,055.51	109,438.56	83,326.32
mar-06	102,020.82	120,123.92	119,118.63	102,020.82
jun-06	98,869.92	122,779.97	121,796.60	98,869.92
sep-06	86,098.18	101,411.73	100,443.68	86,098.18
dic-06	75,899.25	87,457.29	86,588.23	75,899.25
mar-07	89,937.54	86,590.20	94,542.53	94,542.53
jun-07	104,220.00	117,510.80	116,284.91	104,220.00
sep-07	113,315.71	138,757.47	137,553.47	113,315.71
dic-07	119,036.72	159,696.22	158,704.41	119,036.72
mar-08	145,461.80	191,276.00	190,459.72	145,461.80
jun-08	161,522.25	236,323.11	235,724.85	161,522.25
sep-08	90,704.20	116,469.41	115,995.80	90,704.20
dic-08	44,719.90	81,333.53	81,889.17	81,889.17
mar-09	50,982.39	102,076.45	102,393.37	102,393.37
jun-09	79,548.96	104,113.40	104,334.88	104,334.88
sep-09	73,015.44	95,119.90	95,218.24	95,218.24
dic-09	89,902.40	108,651.91	108,724.37	108,724.37
mar-10	96,018.34	115,467.92	115,418.77	96,018.34
jun-10	74,825.10	85,823.69	85,753.98	74,825.10
sep-10	93,456.30	110,023.67	109,949.31	93,456.30
dic-10	122,706.75	159,073.03	159,009.69	122,706.75

5.4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

Para poder afirmar o refutar la hipótesis se utiliza para una muestra pequeña, la distribución t de Student, la cual comparará la media de dos poblaciones con las mismas varianzas.

El estadístico de prueba t está dado por:

$$t = \frac{(Y_1 - Y_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (5.1)$$

Donde:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad 79 \quad (5.2)$$

Las hipótesis están dadas por:

$$\begin{aligned} H_0 &= \mu_1 - \mu_2 = D_0 \\ H_a &= \mu_1 - \mu_2 \neq D_0 \end{aligned} \quad (5.3)$$

La hipótesis nula establece que no existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos con aplicación de forwards, frente a la hipótesis alternativa que establece que si existe diferencia entre los ingresos.

Por lo cual la Región de Rechazo será:

$$|t| > t_{\alpha/2} \quad (5.4)$$

⁷⁹ Mendenhall, William; ESTADÍSTICA MATEMÁTICA CON APLICACIONES; México; 2002; p.492.

5.4.2.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS FORWARD

De acuerdo con la información de la tabla 5.10, donde la muestra 1 representa los ingresos obtenidos con la aplicación de los forwards y la muestra 2 representa los ingresos sin la aplicación de los forwards, tenemos que:

Tabla 5.11
Estadística descriptiva forwards vs ingresos originales

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	
Y1	113,195.47
Y2	87,893.89
Y1DESV	38,750.91
Y1VARIANZA	1,501,633,225.77
Y2DESV	27,477.16
Y2VARIANZA	754,994,481.98
N1	28
N2	28
Sp^2	1,128,313,853.87
Sp	33,590.38
U	54
t0.975	1.960

Por lo tanto, aplicando la fórmula 4.2 obtenemos el valor observado del estadístico de prueba $S_p=33590.38$, un estadístico t con valor de 1.960 a un nivel de confianza del 95% y 54 grados de libertad. La región de rechazo para $\alpha=0.05$ es $|t| > t_{\alpha/2} = t_{0.025}$. En este caso, $t_{0.025}=1.960$, ya que t está basado en $(n_1+n_2-2)=54$ grados de libertad.

Por consiguiente, el intervalo de confianza observado es:

$$(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) \pm t_{\alpha/2} S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (5.5)$$

$$(113,195.47 - 87,893.89) \pm (1.960)(33,590.38) \sqrt{\frac{1}{28} + \frac{1}{28}}$$

$$25301.58 \pm 1795.71$$

Después de haber establecido lo anterior, se probará la hipótesis nula frente a la hipótesis alternativa, que están dadas para cierto valor fijo D . La hipótesis nula establece que no existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos con aplicación de forwards, frente a la hipótesis alternativa que establece que si existe diferencia. Se deduce que, si la hipótesis nula es verdadera, entonces:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = D_0$$

$$H_a = \mu_1 - \mu_2 \neq D_0$$

El estadístico de prueba tiene una distribución t de Student con 54 grados de libertad. Utilizando la fórmula 4.1 tenemos que:

$$t = 2.82$$

Por consecuente, este valor cae en la región de Rechazo 4.4 ($t > 1.960$); por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y por consiguiente se concluye que existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos obtenidos con la aplicación de los forwards.

5.4.2.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS SWAPS

De acuerdo con la información de la tabla 4.10, la muestra 1 representa los ingresos obtenidos con la aplicación de los SWAPS y la muestra 2 representa los ingresos sin la aplicación de los SWAPS, tenemos que:

Tabla 5.12
Estadística descriptiva SWAPS vs ingresos originales

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	
\bar{Y}_1	111,770.38
\bar{Y}_2	87,893.89
Y1DESV	37,973.96
Y1VARIANZA	1,442,021,559.13
Y2DESV	27,477.16
Y2VARIANZA	754,994,481.98
N1	28.00
N2	28.00
Sp ²	1,098,508,020.56
Sp	33,143.75
U	54.00
t _{0.975}	1.960

Por lo tanto, aplicando la fórmula 5.2 obtenemos el valor observado del estadístico de prueba $S_p=33590.38$, una t con valor de 1.960 a un nivel de confianza del 95% y 54 grados de libertad. La región de rechazo para $\alpha=0.05$ es $|t| > t_{\alpha/2} = t_{0.025}$. En este caso, $t_{0.025}=1.960$, ya que t está basado en $(n_1+n_2-2)=54$ grados de libertad.

Por consiguiente, el intervalo de confianza observado es:

$$(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) \pm t_{\frac{\alpha}{2}} s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (5.5)$$

$$(111,770.38 - 87,893.89) \pm (1.960)(33,143.75) \sqrt{\frac{1}{28} + \frac{1}{28}}$$

$$23,876.49 \pm 17,361.75$$

Después de haber establecido lo anterior, se probará la hipótesis nula frente a la hipótesis alternativa, que están dadas para cierto valor fijo D_0 . La hipótesis nula establece que no existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos con aplicación de swaps, frente a la hipótesis alternativa que establece que si existe diferencia. Se deduce que, si la hipótesis nula es verdadera, entonces:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = D_0$$

$$H_a = \mu_1 - \mu_2 \neq D_0$$

El estadístico de prueba tiene una distribución t de Student con 54 grados de libertad. Utilizando la fórmula 4.1 tenemos que:

$$t = 2.70$$

Por consiguiente, este valor cae en la región de Rechazo 4.4 ($t > 1.960$); por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y por consiguiente se concluye que existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos obtenidos con la aplicación de los SWAPS.

5.4.2.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS PUTS

De acuerdo con la información de la tabla 5.10, donde la muestra 1 representa los ingresos obtenidos con la aplicación de los PUTS y la muestra 2 representa los ingresos sin la aplicación de los mismos, tenemos que:

Tabla 5.13
Estadística descriptiva PUTS vs ingresos originales

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	
\bar{Y}_1	93,572.32
\bar{Y}_2	87,893.89
Y1DESV	25,095.88
Y1VARIANZA	629,803,441.17
Y2DESV	27,477.1629
Y2VARIANZA	754,994,481.9846
N1	28
N2	28
Sp ²	692,398,961.58
Sp	26,313.47
U	54
t _{0.975}	1.960

Por lo tanto, aplicando la fórmula 5.2 obtenemos el valor observado del estadístico de prueba $S_p=26,313.47$, un estadístico t con valor de 1.960 a un nivel de confianza del 95% y 54 grados de libertad. La región de rechazo para $\alpha=0.05$ es $|t| > t_{\alpha/2} = t_{0.025}$. En este caso, $t_{0.025}=1.960$, ya que t está basado en $(n_1+n_2-2)=54$ grados de libertad.

Por consiguiente, el intervalo de confianza observado es:

$$(93572.32 - 87,893.89) + -(1.960)(26313.47)\sqrt{\frac{1}{28} + \frac{1}{28}}$$
$$5678.43 + -13780.68$$

Después de haber establecido lo anterior, se probará la hipótesis nula frente a la hipótesis alternativa, que están dadas para cierto valor fijo D . La hipótesis nula establece que no existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos con aplicación de PUTS, frente a la hipótesis alternativa que establece que si existe diferencia. Se deduce que, si la hipótesis nula es verdadera, entonces:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = D_0$$

$$H_a = \mu_1 - \mu_2 \neq D_0$$

El estadístico de prueba tiene una distribución t de Student con 54 grados de libertad. Utilizando la fórmula 4.1 tenemos que:

$$t = 0.81$$

Por consecuente, este valor NO cae en la región de Rechazo 4.4 ($t > 1.960$); por lo tanto, NO se rechaza la hipótesis nula y por consiguiente se concluye que NO existe diferencia entre los ingresos originales y los ingresos obtenidos con la aplicación de los PUTS para los años en que el precio del petróleo es ALTO y por lo tanto se puede NO ejercer la opción, pero SI existe diferencia entre los ingresos para los trimestres en los cuales el precio del petróleo es BAJO, por lo tanto SI se ejerce la opción y se reciben ingresos adicionales que compensan la caída en el precio.

CONCLUSIONES

I. REFERENTE A LA INVESTIGACIÓN

A partir del análisis realizado sobre la utilización de los derivados financieros como instrumentos de cobertura de riesgos, se relacionan a continuación algunas conclusiones para su implementación en México:

- 1.1 La utilización de derivados financieros debe ser parte de un proceso más amplio de identificación, medición y gestión de riesgos. Para ello es necesario el estudio, comprensión y aplicación de los distintos tipos de análisis, modelos y métodos de medición de riesgos que existen, para elegir el más adecuado.
- 1.2 Los procedimientos de gestión de riesgos deben valorarse y revisarse frecuentemente, dada la rápida evolución de los mercados, de los instrumentos y de los riesgos.
- 1.3 La vulnerabilidad de la economía mexicana hace necesaria la utilización de instrumentos de cobertura.
- 1.4 Las entidades financieras deben avanzar hacia estrategias basadas en el uso de forwards, swaps y opciones, que son los instrumentos más flexibles y además brindan más posibilidades de cobertura.
- 1.5 De los instrumentos financieros analizados, se recomienda en concreto la utilización de las siguientes estrategias:
 - 1.5.1 Para compensar pérdidas del precio del petróleo:

Forward corto: contrato hecho a la medida, presenta la ventaja de tener costos iniciales menores que cualquier otro instrumento; permite cubrir el riesgo contra movimientos adversos.

Swap de Commodities a tasa fija: fijar un precio a futuro, cuando se espera que el precio de mercado del petróleo sea menor que el precio promedio del año anterior. Los SWAPS tienen la ventaja de no tener que buscar una contraparte interesada directamente en el producto que se intercambia. Posibilitan el acceso a la captación de fondos con un costo menor que no es posible lograr en el momento de financiamiento. Abaratan los costos y asegurar así un flujo estable de ingresos.

Opciones PUT: protección contra caídas de los precios de eventos que se realizarán en el futuro. Se debe pagar una prima por la compra de opciones en correspondencia con el precio del subyacente. Si el precio resulta ser mayor que el establecido en el contrato, de cualquier forma no habría pérdida, la opción no sería ejercida y el cobro de la prima también serviría para compensar los bajos precios del petróleo.

1.5.2 Para protección del tipo de cambio:

Forward de divisa: fijación anticipada del precio de compra de la tasa de cambio.

Swaps de divisas a tasa flotante: protección de movimientos adversos de la tasa de cambio. Se espera que el tipo de cambio de mercado sea mayor que el tipo de cambio promedio del año anterior.

Opciones CALL de divisa: se adquiere cuando se espera que el precio de la divisa aumente.

II. CONCLUSIONES GENERALES

- 2.1 La evolución de la economía mundial, como parte del proceso de globalización, ha contribuido a formar un entorno inestable que afecta a las empresas, instituciones y países. La vulnerabilidad de las empresas se traduce como riesgos financieros.
- 2.2 Dentro del conjunto de riesgos financieros, tienen un peso importante los relacionados con la variación de los precios de los productos de exportación, tipo de cambio y tasas de interés, los cuales se conocen como riesgos de mercado.
- 2.3 La evolución de los mercados financieros internacionales ha posibilitado el surgimiento de métodos e instrumentos para la protección de riesgos, tales como: forwards, futuros, opciones y swaps.
- 2.4 La administración de riesgos es un proceso que comienza con su identificación y medición.
- 2.5 Cada derivado tiene sus características y ventajas para la cobertura de determinado riesgo. Sin embargo, entre los derivados financieros se destacan los forwards, swaps y opciones por ser más flexibles.
- 2.6 Los derivados permiten garantizar ingresos y reducir pérdidas económicas.
- 2.7 La economía mexicana, dependiente del comercio exterior, es vulnerable a fluctuaciones de los precios y del tipo de cambio. Esto determina que la utilización de derivados con fines de cobertura, más que una alternativa, constituye una necesidad, para un mejor aprovechamiento de los recursos.
- 2.8 Dada la importancia de las coberturas de precios, se concluye que se debe tener un mercado de derivados eficiente en México (MEXDER), de tal forma que permita a las empresas e instituciones, cubrir el riesgo ante fluctuaciones de precios de los insumos energéticos y agrícolas.

- 2.9 Existen métodos simples y otros más complejos para medir los riesgos. Entre los primeros son muy usadas las medidas estadísticas para calcular la volatilidad.
- 2.10 Para calcular la volatilidad de los riesgos de una inversión, se encuentra el Modelo de Valoración de Activos o Capital Asset Pricing Model.
- 2.11 Las variables económicas como: tipo de cambio, y precios se pronostican a partir de las series de tiempo.
- 2.12 A través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios podemos estimar la tendencia lineal de una serie de tiempo.
- 2.13 Las Finanzas Públicas, de los países en desarrollo, como México, son altamente dependientes de los ingresos provenientes de exportaciones petroleras.
- 2.14 Petróleos Mexicanos, empresa paraestatal encargada de la explotación de petróleo y gas, es un factor importante para el desarrollo económico de México.
- 2.15 La extracción de petróleo y gas representó el 45% del PIB de la industria manufacturera durante el 2010.
- 2.16 Los ingresos petroleros del sector público representaron el 33% durante el 2010.
- 2.17 PEMEX se enfrenta a tres tipos de riesgos principalmente: riesgo por tasas de interés, riesgo de tipo de cambio y riesgo por precio de hidrocarburos.
- 2.18 La producción de petróleo ha disminuido considerablemente, provocando una disminución de las reservas, debido a la disminución de la producción del campo Akal, el más importante del Activo Integral Cantarell.
- 2.19 Durante el 2010, el rendimiento neto de PEMEX fue negativo en 47 mil millones de pesos en comparación con una pérdida neta de 94.6 mil millones

de pesos en 2009. Esta reducción se explica por una variación en el resultado integral de financiamiento favorable. A pesar de esto, PEMEX debe seguir realizando esfuerzos continuos para mejorar su situación financiera.

2.20 Las hipótesis, dentro de un proceso metodológico, son el centro medular para explicar el fenómeno investigado, pues constituyen lo que se trata de probar, se derivan a partir de la teoría.

2.21 La hipótesis fundamental de este trabajo consistió en demostrar que a mayor cobertura del precio del petróleo, mayores hubieran sido los ingresos percibidos por PEMEX.

2.22 La hipótesis fundamental fue probada a través la utilización de instrumentos financieros, derivados, sobre el precio del petróleo. Mediante la comparación de los ingresos petroleros sin la utilización de derivados sobre el precio del petróleo contra los ingresos con la aplicación de derivados, se demostró que los ingresos con la aplicación de coberturas fueron mayores que sin dicha aplicación.

2.23 Para la hipótesis estadística, se utilizó un estadístico de prueba t, de la distribución T de Student, la cual comparó la media de las poblaciones de ingresos petroleros sin derivados contra la media de los ingresos petroleros con la aplicación de los instrumentos financieros: FORWARDS, PUTS y SWAPS sobre el precio del petróleo. El estadístico de prueba fue menor al estadístico observado para los FORWARDS y SWAPS, por lo tanto se rechazó la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa en donde si existe diferencia entre los ingresos. Mientras que con la aplicación de PUTS sobre el precio del petróleo, el estadístico de prueba fue mayor al observado, por lo tanto se aceptó la Hipótesis Nula. A pesar de haberse aceptado la hipótesis, se tiene la opción de no ejercer el PUT al vencimiento.

GLOSARIO

Riesgo Sistémico: como aquel que influye en un elevado número de activos, cada uno de ellos en menor o mayor proporción.

Riesgo No Sistémico: el cual se define como aquel que afecta a un solo activo o a un pequeño grupo de activos.

Riesgo Crediticio: Pérdida por Incumplimiento de la contraparte con sus obligaciones de pago.

Riesgo de Mercado: Riesgo sobre el valor de mercado de determinados activos y/o pasivos por variaciones de precios de mercancías.

Riesgo de Liquidez: Pérdidas que puede sufrir una institución al requerir una mayor cantidad de recursos para financiarse.

VaR: máxima pérdida esperada que puede sufrir un portafolio durante un periodo de tiempo específico a un nivel de confianza definido.

CAPM: Modelo de Valoración de Activos de Capital, plantea cómo calcular el retorno que demandan los inversionistas.

Beta: sensibilidad de los retornos del activo debido a cambios en el valor de los activos del mercado.

Derivado: contrato privado cuyo valor depende en su mayor parte de algún activo subyacente, tasa de referencia o índice, como puede ser una acción, un bono, una divisa o un producto.

Forward: Contrato en que se acuerda comercializar un activo en fecha determinada en el futuro, estableciendo el precio en el momento del acuerdo.

Futuros: Se obliga la compra o venta de un determinado número de activos a un precio y una fecha estipulados en el contrato.

Opciones: Conceden el derecho mas no la obligación, de comprar o vender un activo a un precio y una fecha estipulada.

Swaps: Contrato que transforma flujos monetarios relacionados con activos subyacentes a través del intercambio.

Commodity: Es un futuro cuyo activo subyacente es una mercancía.

Call: contrato que da a la posición larga el derecho mas no la obligación de comprar un activo a una fecha determinada y a un cierto precio.

PUT: contrato que da a la posición corta el derecho mas no la obligación de vender un activo a una fecha determinada y a un cierto precio.

Crudo ligero: Crudo liviano o ligero: gravedad mayor a 31.1 °API

Crudo medio o mediano: gravedad entre 22.3 y 31,1 °API.

Crudo pesado: tiene gravedad entre 10 y 22.3 °API.

Crudo extrapesado: gravedad menor a 10 °API.

BIBLIOGRAFIA

1. De Lara Haro Alfonso, *Medición y Control de Riesgos Financieros*, Limusa 3ª edición, México 2009.
2. Venegas Martínez Francisco, *Riesgos Financieros*, CENGAGE Learning 2ª edición, México 2008.
3. Hull John C., *Risk Managment and Financial Institutions*, Pearson Education, Estados Unidos 2007.
4. Jorion Philippe, *Valor en Riesgo*, Limusa, México 2009.
5. Hull John C., *Options, Futures and other derivatives*, Prentice Hall, 5a edición, Estados Unidos 2003.
6. Hull John C. *Introducción al Mercado de Futuros y Opciones*, Prentice Hall 2ª edición, España 1995.
7. Hull John C. *Fundamentals of Futures and Options Markets*, Prentice Hall 4ª edición, España 2001.
8. Ross, Jordan, Westerfield, *Fundamentos de Finanzas Corporativas*, Mc Graw-Hill 5ª edición, México 2001.
9. Bodie; Merton; *Finanzas*; Pearson Education; México; 2003.
10. Mendehall III William, *Estadística Matemática con Aplicaciones*, Thomson Editores 6ª edición, México 2002.
11. Weimer, Richard W, *Estadística*, Compañía Editorial Continental, 2ª edición, México 2006.
12. Gujarati Damodar; *Econometría*; Mc. Graw-Hill; México; 2004.
13. Diebold, Francis X; *Elementos de Pronósticos*; Thomson Learning; México; 2001.
14. Krugman Paul; *Economía Internacional*. 4ª edición; Mc. Graw-Hill.

WEBGRAFIA

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, www.inegi.gob.mx
2. Secretaría de Energía, www.sener.gob.mx
3. Sistema de Información Energética, <http://sie.energia.gob.mx>
4. Instituto Mexicano del Petróleo, www.imp.mx
5. Banco de México, www.banxico.org.mx
6. PEMEX, www.pemex.com
7. Secretaría de Economía, www.economia.gob.mx
8. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, www.shcp.gob.mx
9. Mexder, www.mexder.com.mx
10. Sistema Meteorológico Nacional <http://smn.cna.gob.mx>
11. Presidencia de la República: <http://www.informe.gob.mx/>
12. Cámara de Senadores:
http://www.senado.gob.mx/reforma_energetica/content/dof/index_dof.htm
13. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas: <http://www.cefp.gob.mx/>
14. <http://energia.glosario.net/terminos-petroleo/yacimiento-2123.html>
15. www.cnnexpansion.com

REVISTAS ESPECIALIZADAS

1. The Journal of Future Markets, Vol. 31, No.1, 55-80(2011).
2. National Bureau Economic Research
3. Journal of Management, Finance and Economics, vol 3, núm 2(2009), pp. 40-60.
4. International Research Journal of Finance and Economics, Vol. 2 (2006).
5. What Explains the Growth in Commodity Derivatives? Basu, Parantap; Gavin, William T.. Review (00149187), Jan/Feb2011, Vol. 93 Issue 1, p37-48, The Federal Reserve Bank.
6. A Survey of Emerging Derivative Markets; Lien, Donald; Mei Zhang. Emerging Markets Finance & Trade, Mar/Apr2008, Vol. 44 Issue 2, p39-69. Academic Journal.
7. U.S. Securities: Energy Trading Is Growing, Profitable; Hintz, Brad; Buechs, Todd; Levy, Matthew. White Book - U.S. Securities: Energy Trading Is Growing, Profitable, Uncorrelated, May2005, p1-80, 78p.

ANEXO 1: CONCEPTOS DE ESTADÍSTICA

1.1 VARIABLE ALEATORIA DISCRETA

Una distribución de probabilidad describe el número de veces que puede ocurrir un evento en un experimento.

Se define como variable aleatoria a una función de valores reales definida en un espacio muestral.⁸⁰

Si la variable aleatoria puede adoptar un número finito de valores, se dice que es discreta, si adopta cualquier valor dentro de un intervalo se le conoce como continua.

Las probabilidades de la variable aleatoria se definen en una función de distribución de probabilidad:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (1.0)$$

Con el fin de obtener medidas descriptivas numéricas para la distribución de probabilidad, se determinará la media y la varianza de la variable aleatoria.

El valor esperado $E(X)$ o media, se puede estimar como la suma de todos los valores posibles, cada uno ponderado por su probabilidad, entonces:

$$E(X) = \sum_{i=1}^n xp(x) \quad (1.1)$$

Para abreviar $E(X)$ se puede escribir como μ . Para obtener la dispersión alrededor de $E(X)$ de manera sencilla, se obtiene la varianza. La varianza de una variable aleatoria se define como la suma ponderada de las desviaciones respecto de la media al cuadrado.

$$V(X) = E[(X - \mu)^2] \quad (1.2)$$

La desviación estándar o la volatilidad se precisa como la raíz cuadrada de la varianza.

⁸⁰ Mendenhall, William; ESTADÍSTICA MATEMÁTICA CON APLICACIONES; México; 2002; p.83.

$$\sigma = \sqrt{V(x)} \quad (1.3)$$

1.2 VARIABLE ALEATORIA CONTINUA

Recordando que si una variable aleatoria adopta cualquier valor dentro de un intervalo, entonces se le llama continua.

Por la tanto, la función de probabilidad de una variable aleatoria continua está dada por:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1 \quad (1.4)$$

Redefiniendo, la media y la varianza de una variable aleatoria continua están dadas por:

$$E(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx \quad (1.5)$$

$$V(x) = \int_{-\infty}^{\infty} [x - E(X)]^2 f(x)dx \quad (1.6)^{81}$$

La distribución de probabilidad continua que se utiliza más es la distribución normal. Se le llama también distribución de Gauss por la forma acampanada de su función de densidad.

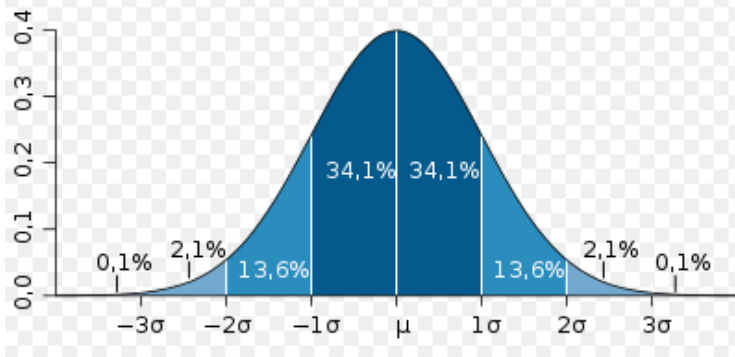
Su importancia radica en que permite modelar varios fenómenos naturales, sociales y psicológicos.

1.3 DISTRIBUCIÓN NORMAL

La distribución de probabilidad continua que se utiliza más es la distribución normal. Se le llama también distribución de Gauss por la forma acampanada de su función de densidad.

⁸¹ Ibidem. p: 162.

Su importancia radica en que permite modelar varios fenómenos naturales, sociales y psicológicos.



(figura1)

Se dice que una variable aleatoria X tiene una distribución de probabilidad normal si su función de densidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} \quad (1.7)$$

Los parámetros de la variable aleatoria con distribución normal son:

$$E(X)=\mu \quad V(x)= \sigma^2 \quad (1.8)$$

Las áreas bajo la función de densidad normal se evalúan con la integral:

$$\int_a^b \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/(2\sigma^2)} dx \quad (1.9)$$

Recordando, el cálculo para la media y la desviación estándar son:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n} \quad (1.10)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Ri - \mu)^2}{n-1}}$$

⁸² Mendenhall. Op. Cit. p.170.

La distribución normal tiene un papel importante en cualquier campo de la estadística y en particular en la medición de riesgos. Los parámetros que la definen son la media, desviación estándar, siendo este último una forma elemental de calcular la volatilidad. El valor esperado $E(X)$ o media, se puede estimar como la suma de todos los valores posibles, cada uno ponderado por su probabilidad. Para abreviar $E(X)$ se puede escribir como μ . Para obtener la dispersión alrededor de $E(X)$ de manera sencilla, se obtiene la varianza. La varianza de una variable aleatoria se define como la suma ponderada de las desviaciones respecto de la media al cuadrado. Otros indicadores importantes son el sesgo y la kurtosis. El sesgo debe ser cero y la kurtosis de tres desviaciones estándar.

El **sesgo** mide la asimetría de la curva, si es una curva normal perfecta, el sesgo debe ser cero. ⁸³

$$sesgo = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \mu)^3}{(n-1)\sigma^{3/2}} \quad (1.11)$$

La **kurtosis** mide el nivel de levantamiento de la curva respecto a la horizontal.

$$kurtosis = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \mu)^4}{(n-1)\sigma^4} \quad (1.12)$$

1.4 COVARIANZA

La covarianza es una medida lineal entre dos variables aleatorias describiendo su movimiento conjunto. ⁸⁴

$$COV(R_i, R_j) = \sum_{i=1}^n P_i [R_i - \mu][R_j - \mu] \quad (1.13)$$

⁸³ Weimer, Richard W, *Estadística, México 2006*, p: 350.

⁸⁴ *Ibidem*. P: 142.

1.5 CORRELACION

Uno de objetivos principales en estadística es la posibilidad de estimar el valor de una variable que dependa de otra.

La correlación es un método utilizado para estudiar la relación entre dos o más variables y predecir los valores de cada uno de ellos.

Si dibujamos los puntos en un diagrama de dispersión y observamos que éstos caen en una línea recta, se dice que la relación entre las variables tiene una correlación lineal perfecta.

Si el coeficiente tiene signo positivo significa que las variables se mueven en la misma dirección, si es negativo se mueven en sentido contrario. Si el coeficiente es igual a cero, se dice que no hay correlación entre las variables.

Entre más cercano es el coeficiente a cero, mayor será el grado de independencia entre las variables.

$$\text{Corr}(x_i, y_i) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \mu_y)^2}} \quad (1.14)$$

ANEXO 2: EJEMPLOS DE DERIVADOS

2.1 FORWARDS

Suponga que el subyacente paga dividendos de manera continua a tasa constante q . El contrato forward con precio K y fecha de maduración T . ¿Cuál es el precio forward?

b) Suponga que la tasa actual es 12.2 pesos por dólar. El precio de un bono 180 días con valor de carátula 100 pesos es de 99.48 pesos. El precio del instrumento equivalente con valor de carátula 100 dólares es de 99.46 dólares. ¿Cuál es la tasa de cambio forward de 180 días? Si la tasa de cambio forward de 180 días en el mercado es de 12.1 por dólar, tenemos una oportunidad de arbitraje.

a) Pay off de 1: forward largo + $K \exp(-r(T-t))$
Pay off de 2: $\exp(-q(t-t))$ unidad del subyacente

$$ft + Ke^{-r(T-t)} = Ste^{-q(T-t)}$$

$$Ft = Ste^{-q(T-t)} - Ke^{-r(T-t)}$$

$$Ft = Ste^{(r-q)(T-t)}$$

b) $S_0=12.2$
 $\exp(-rt) = .9948$
 $\exp(-qt) = .9946$

$$Ft = S_0 e^{(r-q)T} = S_0 \frac{e^{-qT}}{e^{-rT}} = 12.2 * .9946 / .9948 = 12.1975$$

En 180 días pago 12.1 pesos, recibo 1 dólar. Con ese dólar pago el préstamo. Me quedan por lo tanto:
¡12.1975-12.1=0.0975 ganancias por arbitraje!

2.2 FUTUROS

Dados los siguientes datos, calcule el valor del futuro.

Valor de S&P 500=1000 Tasa libre de riesgo=8%

Valor de la cartera: 5 millones Tasa de dividendo S&P 500: 4%

Beta de la cartera: 1/3

Respuesta: un contrato de futuros requiere la entrega de 500 dólares por el índice, entonces el precio del futuro es:

$$1000 \exp(0.08 - 0.04) * (1/3) = 1013.42262$$

El precio del contrato de futuros es: $(500) (1013.42262) = 506711.31$ US

2.3 SWAPS

Existen 2 empresas A y B, desean pedir prestados 10,000,000 durante 5 años y les han ofrecido los siguientes tipos de interés:

	FIJO	FLOTANTE
A	10%	LIBOR 6 meses+0.30%
B	11.2%	LIBOR 6 meses+1.0%

Si B quiere pedir prestado a un tipo de interés fijo, mientras que A desea pedir prestado fondos, con tasa flotante vinculada a LIBOR a 6 meses, A tiene mejor calificación crediticia que B.

B tiene una ventaja comparativa en mercados de tipo flotante y A en mercados de tipo fijo.

Las dos empresas entran en contacto y acuerdan lo siguiente:

A se compromete a liquidar a B los intereses de un LIBOR a 6 meses sobre 10000000.

B se compromete a liquidar a A los intereses a un tipo fijo del 9.95% anual.

Cada empresa tiene los siguientes flujos de caja:

Empresa A:

Paga el 10% anual a A

Recibe 9.95% de B

Paga LIBOR a B

Flujo: LIBOR+0.05%, ahorro anual de 0.25%

Empresa B:

Paga un LIBOR+1% anual a B

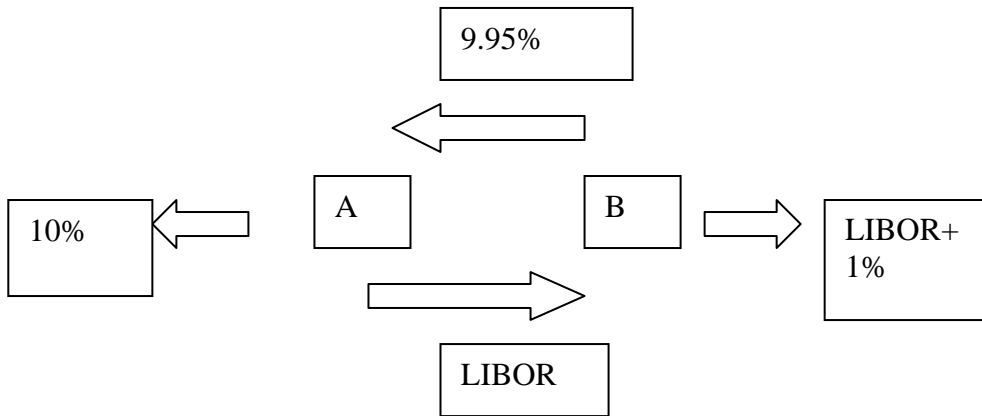
Recibe un LIBOR de A

Paga un 9.95% anual a A

Flujo: Paga 10.95% anual fijo, un ahorro de 0.25% anual.⁸⁵

⁸⁵ Hull, *Fundamentals of Futures and Options Markets*, Prentice Hall; 2001, p: 50.

EL SWAP (figura 3)

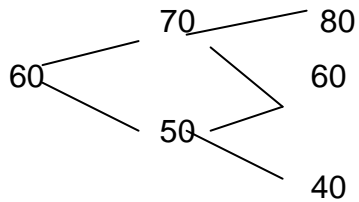


2.4 OPCIONES

Opción de Compra (call)

Se considera un activo que no paga dividendos y cuyo proceso de precios está restringido al árbol dado por: $S_0=60$; $S_u=70$, $S_d= 50$, $S_{uu}=80$; $S_{ud}= 60$ y $S_{dd}= 40$. La tasa libre de riesgo es 0. Considere un call con $K=60$ y madura al final del segundo periodo.

a) encuentre el valor de la call trabajando el árbol hacia atrás.



La probabilidad neutral al riesgo es:

$$p = \frac{S_0 e^{rt} - S_d}{S_u - S_d} = (70 \cdot 1) - 60 / 80 - 60 = 1/2$$

Dado que es un call, entonces: $\text{máx. } [S_t - K, 0]$

$$F(4) = \text{máx. } (80 - 60, 0) = 20$$

$$F(5) = \text{máx. } (60 - 60, 0) = 0$$

$$F(6) = \text{máx. } (40 - 60, 0) = -20, \text{ pero como es el máximo entonces es cero.}$$

Los siguientes nodos del árbol se obtendrán por el valor esperado del pago, es decir:

$$V_0 = e^{-r} [p f_u + (1-p) f_d]$$

$$F(3) = [1/2(20) + 1/2(0)] = 10$$

$$F(2) = [1/2(0) + 1/2(0)] = 0$$

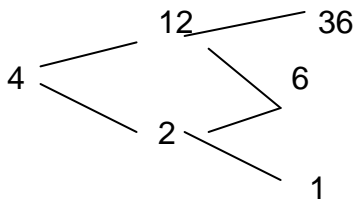
$$F(1) = [1/2(10) + 1/2(0)] = 5$$

El valor de un call es igual a 5.

Opción de Venta (put)

Considere un activo que no paga dividendos cuyo precio es restringido a un árbol binomial multiplicativo de dos periodos con $u=3$ y $d=1/2$. Suponga que $S_0=4$ y $\exp(r\&t)=2$. El precio de ejercicio es 3.

¿Cuál es el portafolio que replica al tiempo $t=0$?



La probabilidad neutral al riesgo es:

$$p = \frac{S_0 e^{rt} - S_d}{S_u - S_d} = \frac{(2-1/2)}{(3-1/2)} = 3/5 \quad 1-p=2/5$$

Dado que es un put, entonces: $\max. [K - S_t, 0]$

$$F(4) = \max(3-36, 0) = 0$$

$$F(5) = \max(3-6, 0) = 0$$

$$F(6) = \max(3-1, 0) = 2$$

Los siguientes nodos del árbol se obtendrán por el valor esperado del pago, es decir:

$$V_0 = e^{-r} [p f_u + (1-p) f_d]$$

$$F(3) = [3/5(0) + 3/5(0)] = 0$$

$$F(2) = [3/5(0) + 3/5(2)] = 2/5$$

$$F(1) = [3/5(0) + 3/5(2/5)] = 2/5$$

El valor de un put es igual a 2/5.

ANEXO 3: CONCEPTOS DE ECONOMETRÍA

3.1 MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

Modelo de estimación con propiedades estadísticas, para ser uno de los más eficaces y populares del análisis de regresión.

La función de regresión poblacional está dada por:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u \quad (3.1)$$

La función es estimada a partir de:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i + \hat{u} \quad (3.2)$$

Se generan las ecuaciones normales para poder estimar los parámetros β_1 y β_2 y se obtienen:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{n \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.3)$$

$$\hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X}$$

$$\hat{u} = Y_i - \hat{Y} \quad (3.4)$$

Supuestos del Modelo de Regresión Lineal:

- 1) El modelo de regresión es lineal en parámetros
- 2) Los valores de X son fijos en muestreo repetido.
- 3) El valor medio de los errores es igual a cero.
- 4) Homocedasticidad o igual varianza de los errores.
- 5) No existe autocorrelación entre los errores
- 6) La covarianza entre u y X es cero.
- 7) El número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros a estimar
- 8) No todos los valores de X en una muestra dada son iguales.
- 9) El modelo de regresión está correctamente especificado, no hay un sesgo o error en el modelo utilizado.
- 10) No hay multicolinealidad perfecta, no hay relaciones perfectamente lineales entre las variables. ⁸⁶

⁸⁶ Gujarati Damodar; *Econometría; México; 2004; p: 72.*

3.2 HETEROCEDASTICIDAD

El supuesto 4 del modelo clásico de regresión lineal plantea que las perturbaciones de la función de regresión son homocedásticas, es decir todas tienen la misma varianza.

a) Fuentes de la heterocedasticidad:

1. Con base a los modelos de aprendizaje sobre los errores, a medida que la gente aprende, los errores de comportamiento se hacen menores, por lo tanto la varianza se reduce.
2. A medida que aumenta el ingreso, la gente posee mayores posibilidades de selección con respecto a la forma de disponer de su ingreso. En consecuencia es probable que la varianza aumente con el ingreso.
3. A medida que mejoran las técnicas de recolección de información, es probable que la varianza se reduzca.
4. Puede surgir también en presencia de factores atípicos, es decir, una observación atípica es aquella que es muy diferente con relación a las demás observaciones.
5. También se presenta cuando alguna de las variables importantes del modelo son omitidas.

b) Consecuencias de la heterocedasticidad:

1. Los intervalos de confianza serán grandes
2. El estimador se puede sobreestimar o subestimar, en general no se puede decir si el sesgo es positivo (sobreestimación) o negativo, pues éste depende de la naturaleza de la relación entre la varianza y los valores tomados por la variable explicativa.
3. Las conclusiones del modelo pueden ser erróneas.⁸⁷

c) Soluciones para eliminar la heterocedasticidad:

1. Excluir variables
2. Realizar MCO en 2 etapas
3. Realizar prueba White en E-views. La prueba consiste en estimar los residuos al cuadrado de la regresión original. Después bajo la hipótesis nula de que no hay heterocedasticidad, puede demostrarse que el tamaño de la muestra n , multiplicado por la bondad de ajuste R^2 , sigue una distribución ji cuadrada. Si el valor de la ji cuadrada excede al valor ji cuadrada crítico al nivel de significancia seleccionado, la conclusión es que hay heterocedasticidad.

⁸⁷ Ibidem, p: 383.

3.3 MULTICOLINEALIDAD

El supuesto 10 del modelo clásico de regresión lineal plantea que no existe multicolinealidad entre las regresoras incluidas en el modelo de regresión.

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k = 0$$

Si la multicolinealidad es perfecta, los coeficientes de regresión de las variables X son indeterminados y los errores estándar son infinitos.

a) Fuentes de la Multicolinealidad:

1. El método de recolección de información empleado en un intervalo limitado de valores.
2. Restricciones en el modelo
3. Especificación del modelo, adición de términos a un modelo, cuando el intervalo de la variable X es pequeño
4. Modelo sobredeterminado, es decir, cuando el modelo tiene más variables explicativas que el número de observaciones.

b) Consecuencias de la Multicolinealidad:

1. Los estimadores presentan varianzas y covarianzas grandes que hacen difícil la estimación.
2. Los intervalos de confianza tienden a ser mucho más amplios
3. La razón t de uno o más coeficientes tiende a ser estadísticamente no significativa. Para probar la hipótesis nula, se utiliza la razón t y se compara el valor t estimado con el valor crítico de la tabla t.
4. La medida de bondad de ajuste, R² puede ser muy alta. Si R² es alta, arriba de 0.8, se rechaza la hipótesis de que los coeficientes parciales dependientes son simultáneamente iguales a cero.⁸⁸

c) Soluciones para eliminar la multicolinealidad:

1. Eliminar una variable
2. Aumentar el tamaño de la muestra
3. Cambiar la forma funcional de la ecuación

⁸⁸ Ibidem, p: 340.

3.4 AUTOCORRELACION

El término autocorrelación se puede definir como la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo. En el modelo de regresión supone que no existe autocorrelación de las perturbaciones.

a) Fuentes de la autocorrelación:

1. Sesgo de especificación: variables omitidas.
2. Sesgo de especificación: forma funcional incorrecta.
3. Manipulación de los datos
4. Serie no estacionaria: se dice que una serie es estacionaria si su media, varianza y covarianza son constantes con el tiempo.

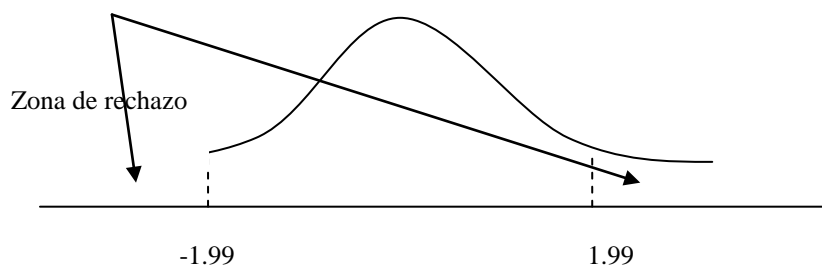
b) Consecuencias de la autocorrelación:

1. Es probable que la varianza de los residuos subestime la verdadera varianza.
2. Es probable que se sobreestime la bondad de ajuste R^2 .
3. Las pruebas de significancia dejan de ser válidas, es probable que las conclusiones sean erróneas sobre la significancia de los coeficientes.

c) Soluciones para eliminar la autocorrelación:

Realizar la prueba Durbin-Watson. La prueba consiste en obtener la razón de la suma de las diferencias al cuadrado de los residuos sobre la suma de los residuos al cuadrado.

El estadístico d se encuentra definido dentro de los límites: inferior d_l y superior d_u . Como regla, si d es igual a 2, se puede suponer que no hay autocorrelación. Por consiguiente, entre más cercano esté d a 0, mayor será la evidencia de correlación positiva; entre más se acerque d a 4, existe correlación negativa.



3.5 ESTACIONALIDAD DE UN PROCESO ESTOCÁSTICO

3.5.1 CORRELOGRAMA

Es un método que se basa en una prueba de autocorrelación (FAC). La cual se define como:

$$Pk = \frac{\text{cov en el rezago } K}{\text{varianza}} \quad (3.5)$$

Donde Pk se encuentra en el intervalo [0,1].

Por medio del programa E-views se puede observar el correlograma de una serie de tiempo.

3.5.2 RAIZ UNITARIA

Se basa en un modelo autoregresivo, es decir dada una serie o proceso estocástico yt.

La ecuación se escribe como: $Y_t = \beta Y_{t-1} + U_t$ ⁸⁹

Se llama ruido blanco a una sucesión de valores Ut con media cero, varianza constante y no autocorrelacionada.

3.5.2.1 CAMINATA ALEATORIA SIN VARIACIONES

Se supone que el término error, con ruido blanco, con media cero y varianza constante. Entonces se dice que la serie es de caminata aleatoria sin variaciones:

$$Y_t = Y_{t-1} + U_t \quad (3.6)$$

Donde B tiende a 1.

3.5.2.2 CAMINATA ALEATORIA CON VARIACIONES

Se modifica la ecuación 3.2 como:

$$Y_t = \delta + Y_{t-1} + U_t \quad (3.7)$$

Donde δ se le conoce como el parámetro de variación.

Si $\delta=1$ se le llama también autoregresivo de orden 1. (AR1).

⁸⁹ Ibidem. p: 775.

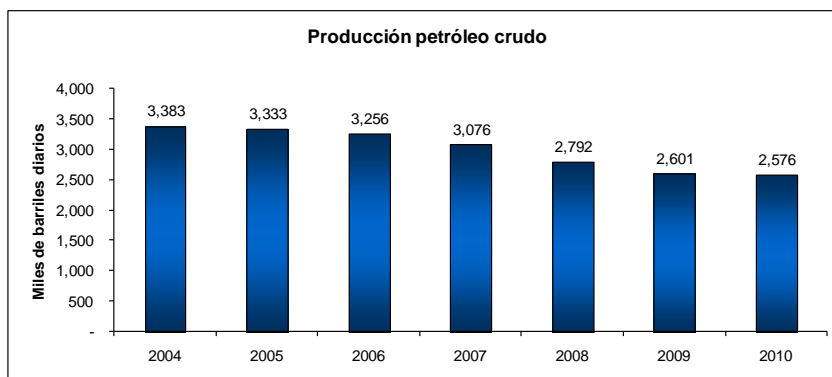
CUADROS Y GRÁFICOS

1.1 PRODUCCIÓN DE PETROLEO

1.1.1 PRODUCCIÓN TOTAL DE PETRÓLEO

(miles de barriles diarios)	Producción total de Petróleo crudo
2004	3,383
2005	3,333
2006	3,256
2007	3,076
2008	2,792
2009	2,601
2010	2,576

(Tabla 1) Fuente: <http://sie.energia.gob.mx/>

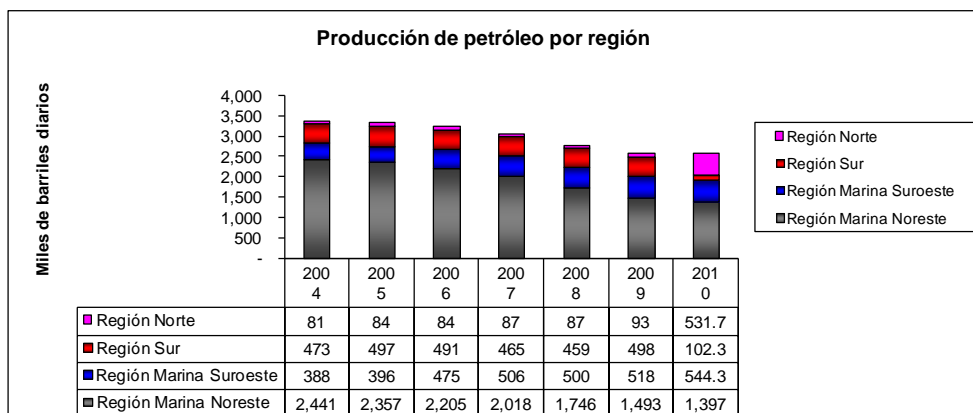


(Figura 1)

1.1.2 PRODUCCIÓN POR REGIÓN

(Miles de barriles diarios)	Producción de petróleo Crudo por Regiones						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total	3,383	3,333	3,256	3,076	2,792	2,601	2,575.91
Región Marina Noreste	2,441	2,357	2,205	2,018	1,746	1,493	1,397.41
Región Marina Suroeste	388	396	475	506	500	518	544.36
Región Sur	473	497	491	465	459	498	102.35
Región Norte	81	84	84	87	87	93	531.78

(Tabla 2) Fuente: <http://sie.energia.gob.mx/>

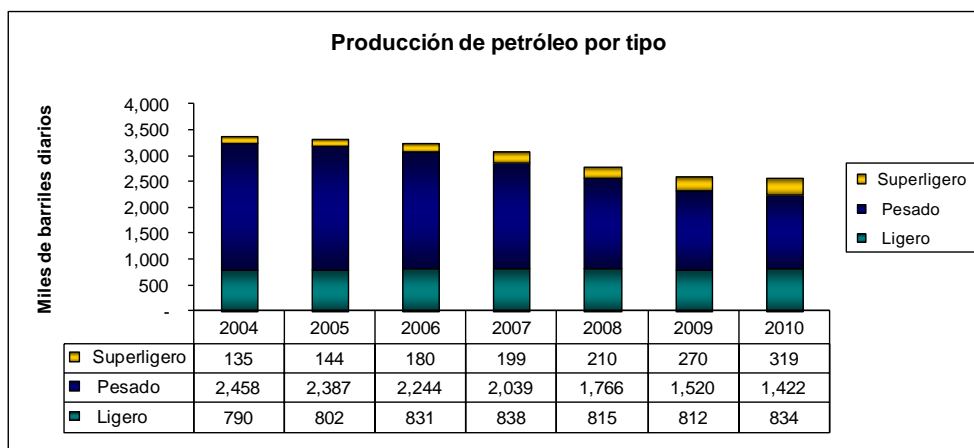


(Figura 2)

1.1.3 PRODUCCIÓN POR TIPO DE CRUDO

(Miles de barriles diarios)	Producción de petróleo por Tipo						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total crudo	3,383	3,333	3,256	3,076	2,792	2,601	2,576
Ligero	790	802	831	838	815	812	834
Pesado	2,458	2,387	2,244	2,039	1,766	1,520	1,422
Superligero	135	144	180	199	210	270	319

(Tabla 3) Fuente: <http://sie.energia.gob.mx/>

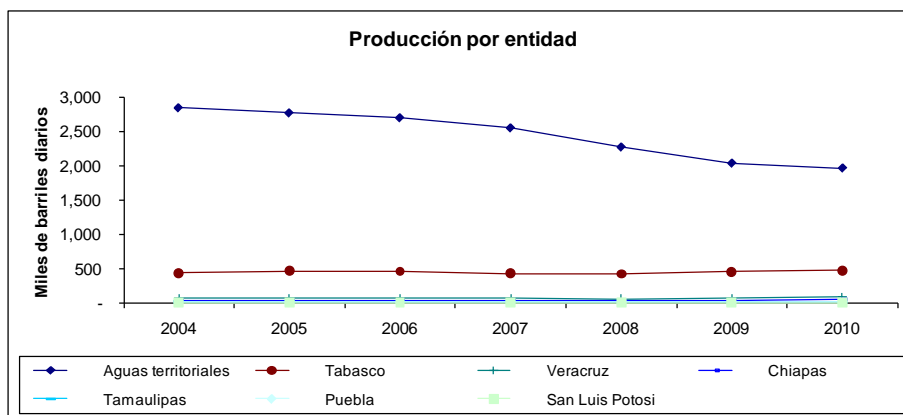


(Figura 3)

1.1.4 PRODUCCIÓN POR ENTIDAD FEDERATIVA

(miles de barriles diarios)	Producción de petróleo crudo por Entidad Federativa							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Total crudo	3,383	3,333	3,256	3,076	2,792	2,601	2,576	
Aguas territoriales	2,839	2,765	2,694	2,546	2,266	2,030	1,959	
Tabasco	434	460	455	428	419	450	470	
Veracruz	60	62	59	62	58	63	80	
Chiapas	32	30	30	31	34	40	47	
Tamaulipas	11	11	10	9	9	9	8	
Puebla	7	6	7	5	7	9	11	
San Luis Potosi	1	0	0	0	0	1	1	
Hidalgo	0	-	-	-	-	-	-	

(Tabla 4) Fuente: <http://sie.energia.gob.mx/>



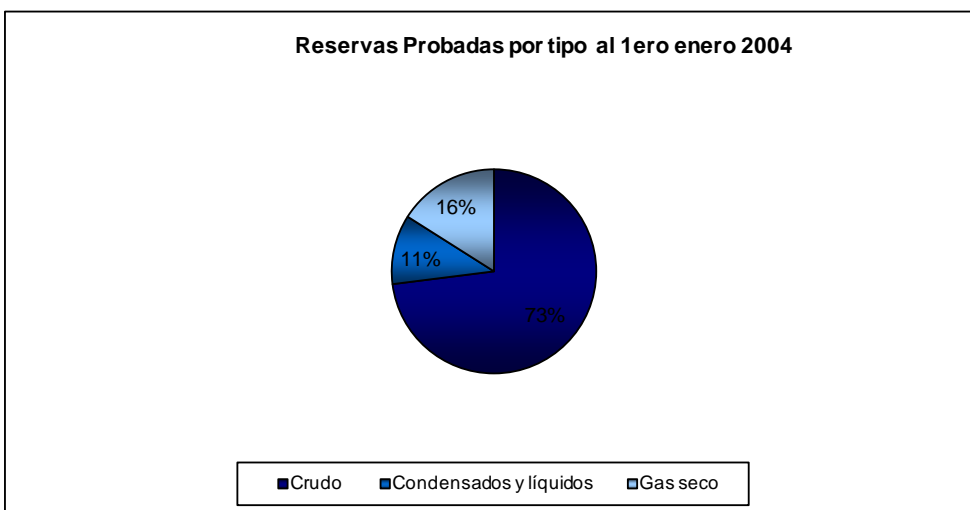
(Figura 4)

1.2 RESERVAS DE PETROLEO

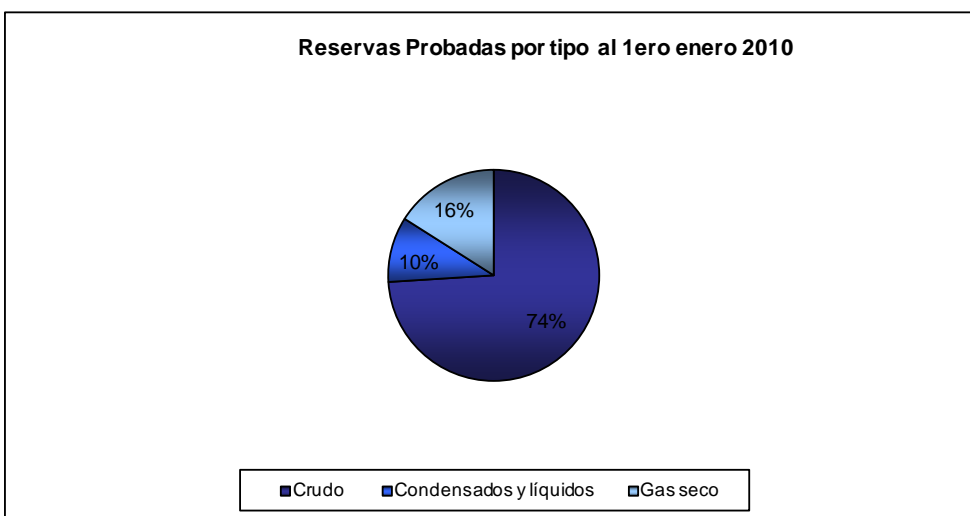
1.2.1 RESERVAS PROBADAS DE PETROLEO

Reservas Probadas al 1ero de enero 2010(miles de millones de barriles)			
	Probadas	Desarrolladas	No desarrolladas
Total	14	9.6	4.4
Crudo	74%	77%	70%
Condensados y líquidos	10%	8%	11%
Gas seco	16%	15%	19%

(Tabla 5) Fuente: <http://www.ri.pemex.com/>



(Figura 5)

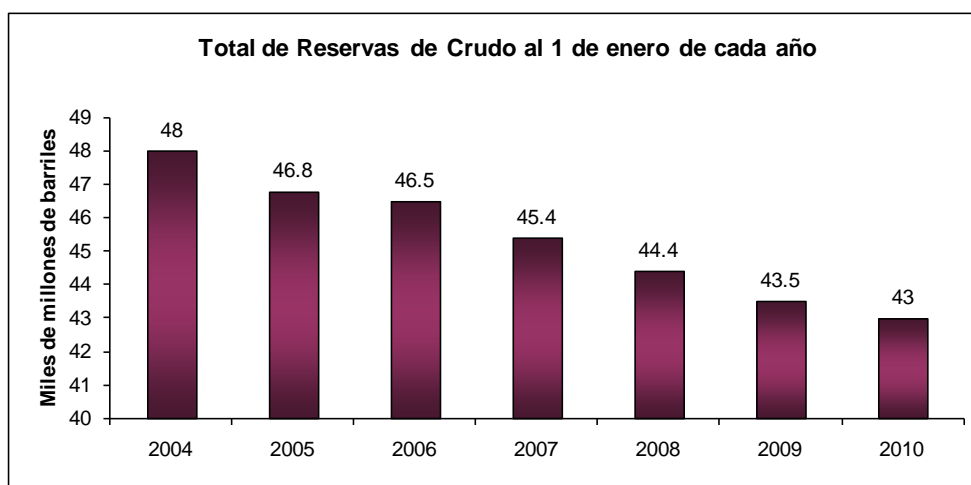


(Figura 6)

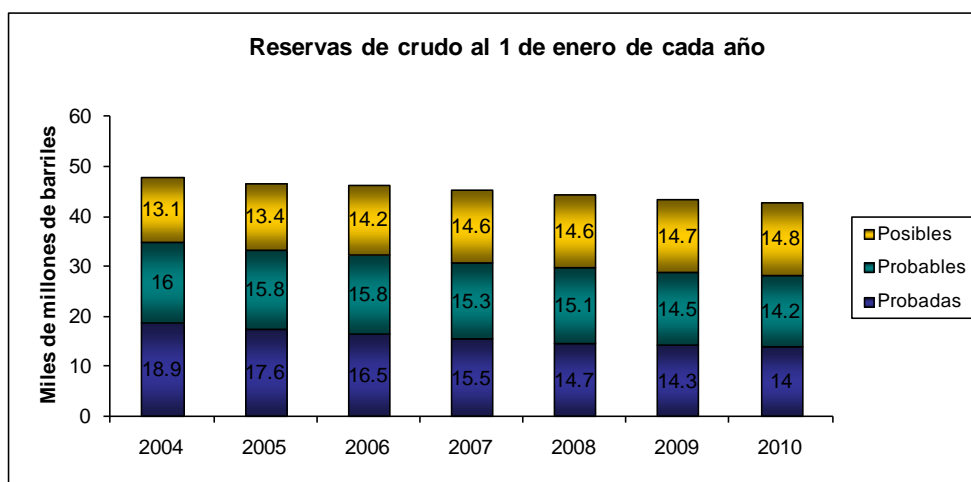
1.2.2 RESERVAS TOTALES DE PETRÓLEO

Evolución de las reservas al 1 de enero de cada año miles de millones de barriles de petróleo crudo				
	Probadas	Probables	Posibles	Total
2004	18.9	16	13.1	48
2005	17.6	15.8	13.4	46.8
2006	16.5	15.8	14.2	46.5
2007	15.5	15.3	14.6	45.4
2008	14.7	15.1	14.6	44.4
2009	14.3	14.5	14.7	43.5
2010	14	14.2	14.8	43

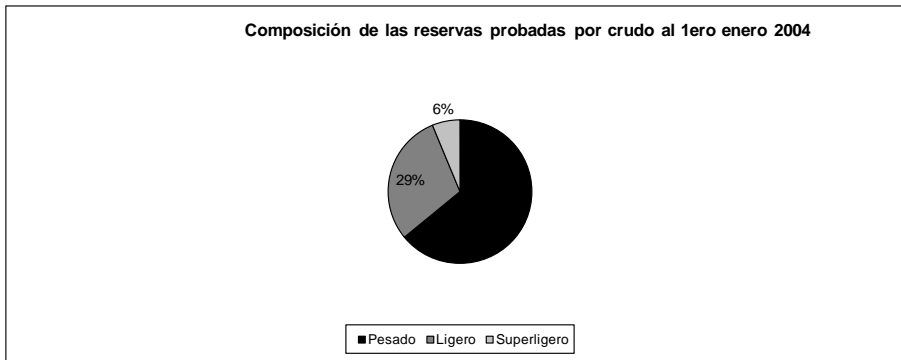
(Tabla 6) Fuente: <http://www.ri.pemex.com/>



(Figura 7)



(Figura 8)



(Figura 9)

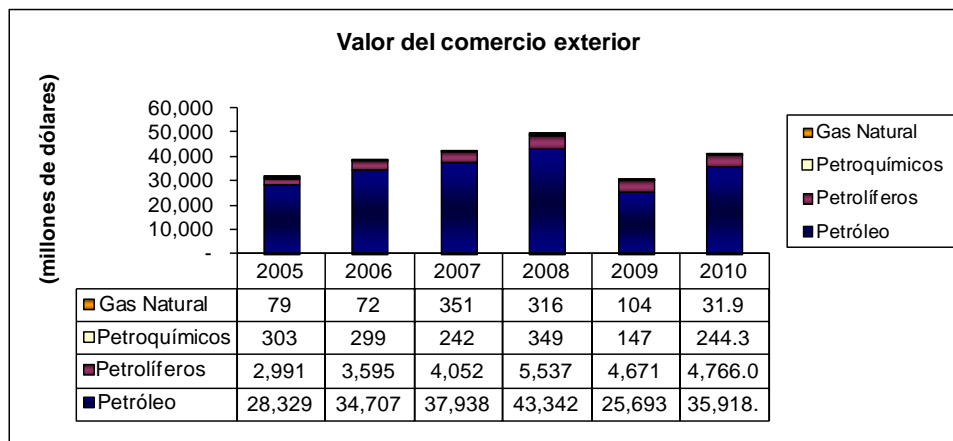


(Figura 10)

1.3 EXPORTACIONES DE PETROLEO

	Exportaciones (millones de dolares)				
	Total	Petróleo	Petrolíferos	Petroquímicos	Gas Natural
2005	31,703	28,329	2,991	303	79
2006	38,672	34,707	3,595	299	72
2007	42,582	37,938	4,052	242	351
2008	49,543	43,342	5,537	349	316
2009	30,615	25,693	4,671	147	104
2010	40,960.7	35,918.8	4,766.0	244.3	31.9

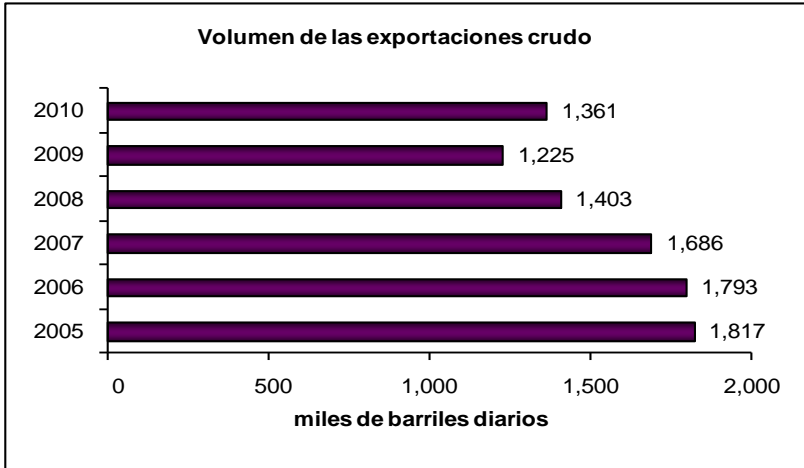
(Tabla 8) Fuente: <http://www.ri.pemex.com/>



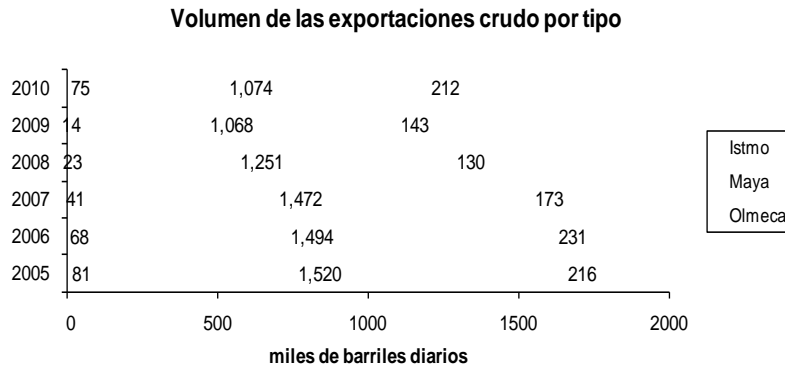
(figura11)

Volumen de las Exportaciones de Petróleo Crudo (miles de barriles diarios)								
	Total	Istmo	Maya	Olmeca	América	Europa	Lejano Oriente	
2005	1,817	81	1,520	216	1,589	194	34	
2006	1,793	68	1,494	231	1,590	171	32	
2007	1,686	41	1,472	173	1,488	163	35	
2008	1,403	23	1,251	130	1,223	145	35	
2009	1,225	14	1,068	143	1,087	104	35	
2010	1,361	75	1,074	212	1,179	128	54	

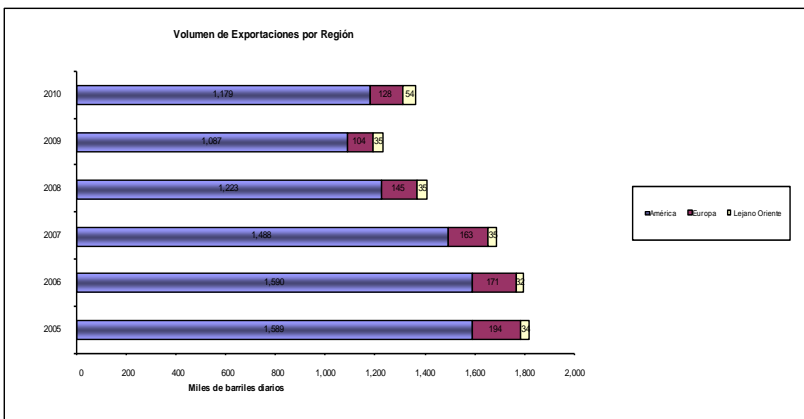
(Tabla 9) Fuente: www.pemex.com



(Figura 12)



(Figura 13)

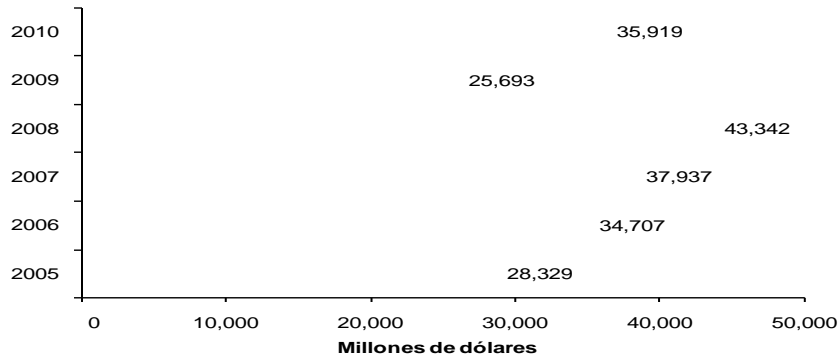


(Figura 14)

Valor de las Exportaciones de Petróleo Crudo (millones de dólares)							
	Total	Istmo	Maya ^a	Olmeca	América	Europa	Lejano Oriente
2005	28,329	1,570	22,513	4,246	24,856	2,969	504
2006	34,707	1,428	27,835	5,443	30,959	3,174	574
2007	37,937	1,050	32,419	4,469	33,236	3,858	843
2008	43,342	683	37,946	4,712	38,187	4,319	836
2009	25,693	327	21,921	3,445	22,518	2,401	775
2010	35,919	2,149	27,620	6,149	31,100	3,374	1,444

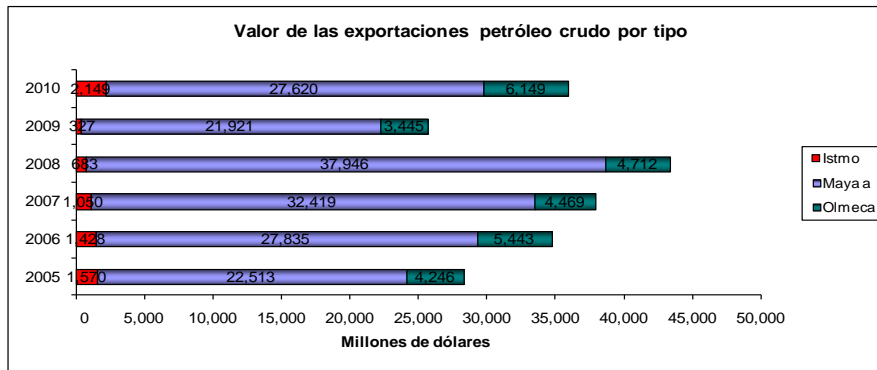
(Tabla 10) Fuente: www.pemex.com

Valor de las Exportaciones totales de petróleo crudo



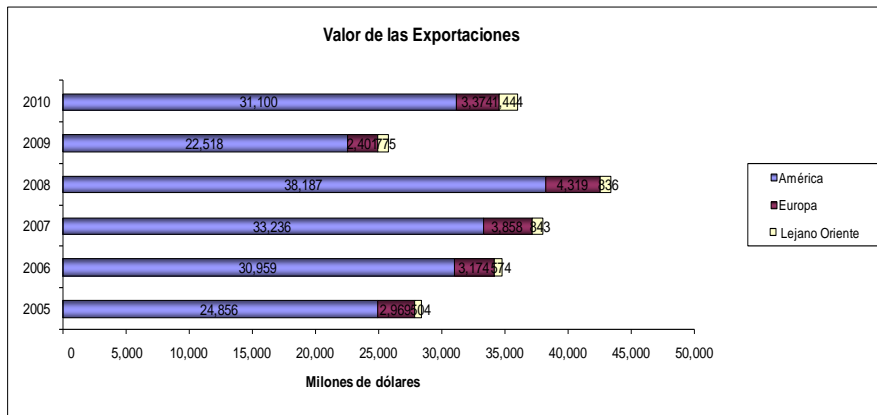
(Figura 15)

Valor de las exportaciones petróleo crudo por tipo

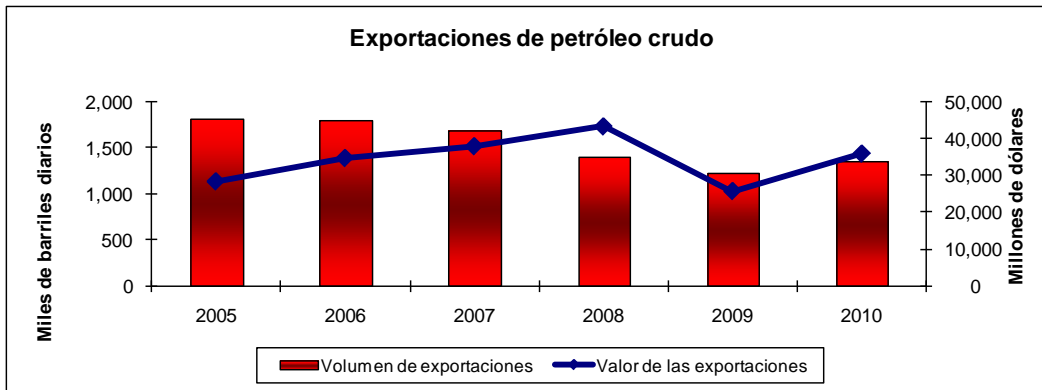


(Figura 16)

Valor de las Exportaciones



(Figura 17)

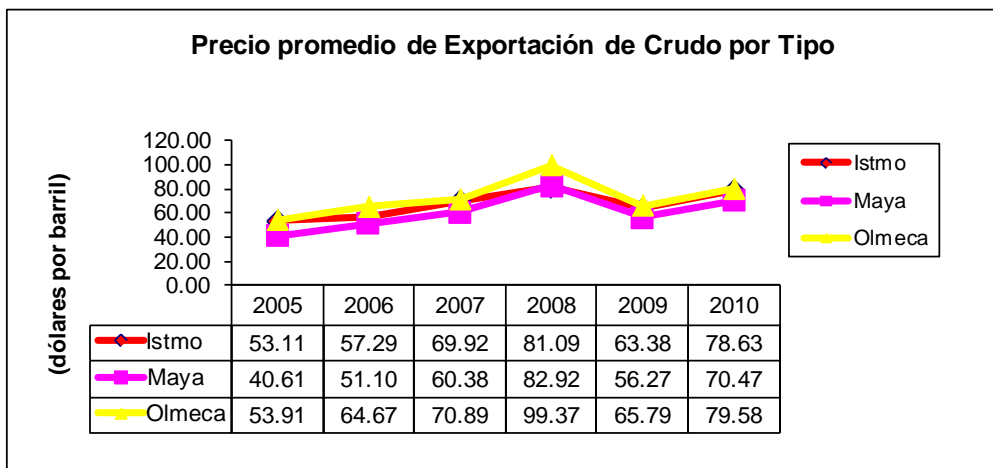


(Figura 18)

1.4 PRECIOS DEL PETROLEO

Precio Prom de Exportación de Petróleo(dólares por barril)							
	Total	Istmo	Maya	Olmecca	América	Europa	Lejano oriente
2005	42.71	53.11	40.61	53.91	42.85	41.96	40.41
2006	53.04	57.29	51.10	64.67	53.35	50.92	49.09
2007	61.64	69.92	60.38	70.89	61.21	64.74	65.54
2008	84.38	81.09	82.92	99.37	85.30	81.18	65.49
2009	57.44	63.38	56.27	65.79	56.77	63.15	61.47
2010	72.33	78.63	70.47	79.58	72.29	72.47	72.91

(Tabla 11) Fuente: www.pemex.com



(Figura 19)

Valor de las Exportaciones de Petróleo Crudo(millones de dólares)							
	Total	Istmo	Maya ^a	Olmecca	América	Europa	Lejano Ori
2005	28,329	1,570	22,513	4,246	24,856	2,969	504
2006	34,707	1,428	27,835	5,443	30,959	3,174	574
2007	37,937	1,050	32,419	4,469	33,236	3,858	843
2008	43,342	683	37,946	4,712	38,187	4,319	836
2009	25,693	327	21,921	3,445	22,518	2,401	775
2010	35,919	2,149	27,620	6,149	31,100	3,374	1,444

(Tabla 12) Fuente: www.pemex.com

1.5 BALANZA COMERCIAL DEL PETRÓLEO

México: Balanza Comercial

(millones de dólares)

	Total ^a			PEMEX			Exportaciones de Pemex/Total
	Exportaciones	Importaciones	Saldo	Exportaciones	Importaciones ^b	Saldo	Porcentaje
2005	116,832	146,141	-29,309	31,703	9,363	22,339	27.1
2006	138,410	168,627	-30,217	38,672	11,292	27,380	27.9
2007	271,875	281,949	-10,074	42,582	16,938	25,643	15.7
2008	291,343	308,603	-17,261	49,543	23,474	26,069	17.0
2009	229,783	234,385	-4,602	30,615	14,106	16,509	13.3
2010	271,460	274,363	-2,902	40,961	21,411	19,550	

(Tabla 13) Fuente: www.pemex.com

Volumen de las Importaciones de Productos Petrolíferos, Gas Natural y Petroquímicos^a

(miles de barriles diarios)

	Total	Gas	Gasolinas ^c	Diesel	Combustóleo	Otros	Gas Natural	Petroquímicos
		Licuaado ^b					MMpcd	Mt
2005	333.7	72.9	169.8	21.4	26.4	43.2	480.4	238.6
2006	368.9	75.6	204.7	40.5	14.3	33.7	450.9	253.8
2007	494.6	82.9	308.1	52.7	17.0	34.0	385.6	270.0
2008	552.5	88.7	340.5	68.0	32.9	22.4	447.1	249.8
2009	519.3	80.0	329.6	47.7	39.2	22.8	422.0	384.5
2010	626.2	78.8	378.8	108.0	11.0	49.6	535.7	268.2

(Tabla 14) Fuente: www.pemex.com

Elaboración de Productos Petrolíferos^a

(miles de barriles diarios)

	Total	Gas licuado	Gasolinas	Querosenos	Diesel	Combustóleo	Otros
2005	1,555.3	247.0	455.8	63.3	318.2	350.8	120.2
2006	1,545.9	241.1	456.8	64.8	328.1	325.2	129.9
2007	1,511.5	225.8	456.4	66.3	334.0	301.5	127.6
2008	1,490.6	208.8	451.5	64.0	343.5	288.7	134.1
2009	1,524.9	208.7	472.2	57.1	337.0	316.2	133.8
2010	1,415.8	211.6	424.8	51.9	289.5	322.3	115.8

(Tabla 15) Fuente: www.pemex.com

2. ESTADOS FINANCIEROS

2.1 ESTADO DE RESULTADOS

Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Compañías Subsidiarias
Estados de resultados consolidados* **

	Del 1 de oct. al 31 de dic. de			Del 1 de ene. al 31 de dic. de					2008	2009	2010
	2008	2009	2009	2008	2009	2010	2009	2010			
	(Ps. MM)	(US\$MM)	(US\$MM)	(Ps. MM)	(US\$MM)	(U.S.\$MM)	(US\$MM)	(U.S.\$MM)			
Ventas totales	264,037	314,799	24,078	1,328,950	1,089,921	1,282,064	80,956	103,751		-18%	18%
En el país	160,372	162,409	12,422	679,754	596,370	683,853	44,125	55,341			
De exportación	102,474	151,137	11,560	644,418	492,493	592,908	36,439	47,981			
Ingresos por servicios	1,191	1,253	96	4,778	5,292	5,303	392	429			
Costo de ventas ⁽¹⁾	213,039	164,778	12,603	654,032	561,135	632,290	38,240	51,168	49%	51%	49%
Rendimiento bruto	50,998	150,021	11,474	674,917	528,786	649,774	42,716	52,583	51%	49%	51%
Gastos generales ⁽¹⁾	32,224	31,146	2,382	103,806	100,507	104,253	7,436	8,437	8%	9%	8%
Gastos de distribución	11,673	8,079	618	33,962	31,856	33,274	2,357	2,693	3%	3%	3%
Gastos de administración	20,551	23,066	1,764	69,844	68,651	70,979	5,079	5,744	5%	6%	6%
Rendimiento de operación	18,774	118,875	9,092	571,111	428,277	545,521	35,279	44,146			
Otros ingresos (gastos) -neto ⁽²⁾	36,330	15,408	1,178	197,991	40,293	72,008	2,981	5,827	15%	4%	6%
Resultado integral de financiamiento	(85,417)	6,614	506	(107,512)	(15,308)	(11,969)	(1,133)	(969)	-8%	-1%	-1%
Participación en los resultados de las subsidiarias y	(677)	(237)	(18)	(1,965)	(1,291)	1,118	(96)	90			
Rendimiento antes de impuestos, derechos y	(30,991)	140,660	10,759	659,625	451,971	606,678	37,032	49,096			
Impuestos, derechos y aprovechamientos	86,641	157,268	12,029	771,702	546,633	654,141	40,445	52,936	58%	50%	51%
Rendimiento neto	(117,632)	(16,608)	(1,270)	(112,076)	(94,662)	(47,463)	(3,414)	(3,841)			

*Estados financieros preliminares consolidados elaborados conforme a las Normas de Información Financiera (NIF) en México emitidas por el Consejo Mexicano para la Investigación y Desarrollo de Normas de Información Financiera (CNIF). De conformidad con I

**Para fines de referencia, las conversiones cambiarias de pesos a dólares de los E.U.A. se han realizado al tipo de cambio promedio del cuarto trimestre de 2009 y de 2009 de Ps.13.5154 = US\$1.00, respectivamente. Estas conversiones

(1) Incluye el costo de la reserva para obligaciones laborales.

(2) Incluye el acreditamiento del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS).

Nota: Las cifras pueden no coincidir por redondeo.

(Tabla 13) Fuente: www.pemex.com

2.2 BALANCE GENERAL

Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Compañías Subsidiarias
Estados de situación financiera consolidados * **

	Al 31 de diciembre de							2008	2009	2010
	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>Variación</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>				
	(Ps. MM)				(US\$MM)					
Activo circulante	364,292	349,697	313,429	9.3%	33,938	30,495	25,364	29%	26%	23%
Efectivo y valores de inmediata realización	114,224	159,760	133,587	12.2%	13,955	9,816	10,811	9%	12%	10%
Cuentas, documentos por cobrar y otros -neto-	184,596	153,033	141,805	0.0%	18	14,137	11,476	15%	11%	10%
Inventarios	65,472	36,903	38,038	30.5%	19,964	6,542	3,078	5%	3%	3%
de productos	60,366	31,878	32,738	33.2%	20,045	6,158	2,649	5%	2%	2%
de materiales	5,105	5,025	5,299	-1.6%	(80)	385	429	0%	0%	0%
Inversiones en acciones y valores	11,177	9,762	11,116	-12.7%	(1,415)	748	900	1%	1%	1%
Propiedades, mobiliario y equipo	845,062	967,592	1,061,388	14.5%	122,529	74,096	85,893	68%	73%	76%
Otros activos, neto	16,306	4,987	6,782	-69.4%	(11,320)	382	549	1%	0%	0%
Total activo	1,236,837	1,332,037	1,392,715	11.6%	143,732	105,720	112,706	100%	100%	100%
Pasivo de corto plazo	175,965	242,960	207,254	38.1%	67,006	18,606	16,772	15%	17%	14%
Deuda de corto plazo ⁽¹⁾	91,224	102,600	89,555	12.5%	11,376	7,857	7,247	8%	7%	6%
Proveedores	35,382	63,278	43,474	78.8%	27,896	4,846	3,518	3%	5%	3%
Cuentas, documentos por pagar y otros -neto-	32,686	28,629	21,659	-12.4%	(4,047)	2,193	1,753	3%	2%	1%
Impuestos, derechos y aprovechamientos por pagar	16,673	48,453	52,566	190.6%	31,781	3,710	4,254	1%	3%	3%
Pasivo de largo plazo	1,033,987	1,155,917	1,299,245	11.8%	121,864	88,512	105,142	85%	83%	86%
Deuda de largo plazo ⁽¹⁾	495,487	529,258	575,171	6.8%	33,772	40,529	46,546	41%	38%	38%
Reserva para beneficios a emplear	495,084	43,524	55,781	16.4%	81,052	44,119	4,514	41%	3%	4%
Reserva para actividades de abandono, desmantelamientos, provisiones, créditos diversos y otros	36,377	576,201	661,365	19.6%	7,147	3,333	53,521			
Impuestos diferidos	7,040	6,933	6,928	-1.5%	(107)	531	561	3%	41%	44%
								1%	0%	0%
Total pasivo	1,209,952	1,398,877	1,506,499	15.6%	188,870	107,118	121,914	100%	100%	100%
Total patrimonio	26,885	(66,840)	(113,783)	-167.9%	(45,138)	(1,398)	(9,208)			
Total pasivo y patrimonio	1,236,837	1,332,037	1,392,715	11.6%	143,732	105,720	112,706			

(Tabla 14) Fuente: www.pemex.com

2.3 DEUDA

(Tabla 15) Fuente: www.pemex.com

Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Compañías Subsidiarias Exposición de la deuda⁽¹⁾

	Al 31 de diciembre de								
	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>2010</u>
	Por moneda			A tasa fija			A tasa flotante		
Dólares de E.U.A.	83.5%	80.2%	80.1%	51.2%	61.4%	57.1%	48.8%	38.6%	42.9%
Pesos mexicanos	16.5%	19.8%	19.9%	50.6%	42.1%	44.6%	49.4%	57.9%	55.4%
Euros	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Yenes	0.07%	0.02%	0.00%	100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	51.1%	57.6%	100.0%	48.9%	42.4%	100.0%

(1) No considera intereses devengados.

Nota: Las cifras pueden no coincidir por redondeo.

2.4 INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS

PEMEX				
Instrumentos financieros derivados				
Instrumentos financieros derivados asociados a deuda y activos	Al 31 de diciembre de			
	<u>2009</u>	<u>2010</u>	<u>Variación</u>	<u>2010</u>
Monto nominal (Ps. MM)				(US\$MM)
Swaps de tasa de interés	10,996	9,900	(1,096)	801.1588
Swaps de moneda	118,315	101,789	(16,526)	8,237
Swaps de moneda extinguidos	16,583	15,692	(891)	1,270
Swaps de activos	19,701	18,627	(1,073)	1,507

2.5 RAZONES FINANCIERAS

Las razones financieras son relaciones que se determinan a partir de la información financiera de una empresa y que se usan con el propósito de hacer comparaciones.

Las razones financieras se han agrupado con base en las siguientes categorías:

- a) Razones de liquidez
- b) Razones de actividad y eficiencia
- c) Razones de apalancamiento financiero
- d) Razones de rentabilidad

Razones de liquidez

Las razones de liquidez, como su nombre lo indica es proporcionar información acerca de la liquidez de una empresa.

- Razón circulante: medida de liquidez a corto plazo. Entre más alta sea la razón, mejor. Una alta razón indica la existencia de liquidez o un uso ineficiente del efectivo y de otros activos a corto plazo.
- Prueba del Ácido: el inventario es frecuentemente el activo circulante menos líquido, además de que una parte puede resultar dañada, obsoleta o pérdida, por lo cual se elimina del cálculo.

Razones de actividad

- Rotación De Inventarios y días de inventarios: proporciona información de la rapidez con que la empresa vende sus productos; entre más alta sea la razón, más eficiente será la administración del inventario.
- Rotación Clientes y días clientes: indica la rapidez con la que se cobran las ventas. Entre menor sea la razón, mejor.
- Rotación De Proveedores: indica el promedio en que la empresa paga sus cuentas. Entre mayor sea la razón, mejor.

Razones de apalancamiento

Miden la capacidad de la empresa a largo plazo para satisfacer sus obligaciones.

- Razón deuda a capital
- Razón deuda a activo total
- Cobertura de intereses

Razones de rentabilidad

- Margen de utilidades: tiene la finalidad de medir la administración de las operaciones de la empresa; un margen de utilidad relativamente alto es deseable.
- Rendimiento sobre los activos: es una medida de la utilidad por peso de activos.
- Rendimiento sobre el capital: sirve para medir cómo les fue a los accionistas durante el año.

		Razones Financieras		
		2008	2009	2010
Liquidez				
Capital de trabajo	Ac-Pcp=	188,327.22	106,736.30	106,175.61
Current Ratio	Ac/Pcp=	2.07	1.44	1.51
Ácido	Ac-Inv/Pcp=	1.70	1.29	1.33
Actividad				
Rot. Inventarios	Inv/CtoVtasX360=	111	81	22
Días Clientes	Clientes/vtasx360	252	175	40
Días Ciclo caja bruto		362	256	61
Días Proveedores	Prov/CtoVtasx360	60	138	25
Días Ciclo de Caja Neto		303	117	37
Afijo=VN/AFT=	Afijo=VN/AFT=	0.31	0.33	1.21
RotActivos=VN/AT=	RotActivos=VN/AT=	0.21	0.24	0.92
Apalancamiento				
Endeudamiento	PT/AT=	98%	105%	108%
Apalancamiento	PT/CC=	45.00	- 20.93	- 13.24
CobIntereses	UP/GFIN=	- 0.22	2.33	- 6.02
Rentabilidad				
Margen Neto sobre Ventas	(UN/VN)=	- 0.45	- 0.05	- 0.04
ROS	UN/Vtas=	-45%	-5%	-4%
ROA	UN/AT=	-10%	-1%	-3%
ROE	UN/CC=	-438%	25%	42%
CC/AT	CC/AT=	0.02	- 0.05	- 0.08

(Tabla 17) Elaboración propia con datos de PEMEX.