

Propuesta para el pronóstico de precios internacionales de crudo: modelo híbrido

Roberto Carmona*

*No pienso nunca en el futuro porque llega muy pronto.
Einstein*

1. Introducción

El comportamiento del precio internacional del petróleo es de amplio interés debido a la importancia de este bien como el primordial energético en el mundo. El reciente nivel de precios y su volatilidad causan inquietud respecto a los efectos que pueden tener en el desempeño económico mundial y en las tendencias de su consumo futuro. La incertidumbre respecto a la dirección y magnitud del precio del petróleo ha sido una incógnita a descubrir desde que éste nació como bien e insumo industrial. La importancia de resolver la incógnita ha variado en el tiempo, como también lo han hecho los métodos para pronosticar su precio.

Este artículo hace un recuento histórico de algunas de las varias metodologías de pronósticos de precios y se ofrece una propuesta de modelo denominado híbrido, basado en el principio de los modelos mixtos. El modelo híbrido responde a los acontecimientos que actualmente presenta el mercado petrolero internacional, particularmente aquellos referentes a la especulación en el NYMEX y los fundamentales del mercado de Estados Unidos. El modelo híbrido está compuesto por dos modelos: uno elaborado a partir de variables fundamentales y otro usando variables especulativas. Entre las ventajas de usar el modelo híbrido destacan la flexibilidad ofrecida, pues ambos modelos, fundamental y especulativo, pueden usarse de manera independiente o conjunta para su análisis y actualización.

Las metodologías existentes de pronósticos de precios se pueden dividir en dos grandes grupos, uno referente a la estimación de las funciones de oferta y demanda mundiales; el otro referente al petróleo como insumo no-renovable. Hay un tercer grupo de modelos, los mixtos, éstos usan información que impacta a la oferta y demanda en un momento y contexto específico, para finalmente estimar el nivel de precios. Entre la información más relevante que usan los modelos mixtos, se encuentra la relativa al

* Área de Análisis de Crudo de PMI Comercio Internacional S.A. de C.V.

desempeño económico de los países que particularmente registran altos niveles de consumo de petróleo, también consideran la situación geopolítica mundial, como recientemente ocurre en: Irak, Irán, Nigeria y Venezuela, y otros factores con efectos de corto plazo sobre la oferta, la demanda y el balance mundial de petróleo.

Los usuarios de los pronósticos de precios son variados y el uso que hacen de los mismos también lo es. Entre las instituciones interesadas en conocer pronósticos de precios destacan entre muchas otras, los bancos de inversión, bancos centrales, los gobiernos, las organizaciones financieras internacionales y las mismas empresas petroleras. La metodología implementada de pronósticos responde al uso que se quiera hacer del mismo, particularmente considerando el horizonte de tiempo de sus pronósticos. Dada la naturaleza de las variables para la construcción de los modelos, los de insumo no-renovable, se pueden considerar para estimaciones de largo plazo o superiores a los veinte años. Son más útiles para analizar horizontes de mediano plazo aquellos referentes a la composición del balance mundial entre la oferta y la demanda; y los mixtos son más adecuados para estudiar aspectos de corto a muy corto plazos y coyunturales del mercado.

Este trabajo está dividido en cuatro secciones: en la sección 2, se estudian los modelos relativos a la oferta y la demanda mundiales. En la sección 3, se analizan los modelos referentes al crudo como bien no-renovable. Finalmente, se desarrollan y presenta la metodología seguida para la elaboración de los modelos con variables fundamentales y variables relacionadas con la especulación, así como la unión de ambos en un único modelo llamado híbrido.

2. Modelos de fundamentales: oferta y demanda mundiales

En economía básica se aprende que de igualar las funciones de oferta y demanda se encuentra el precio de equilibrio de un bien. El sencillo principio también aplica al mercado del petróleo, pero con la nada sencilla diferencia de que las variables que conforman ambas funciones son muy complejas de estimar y están sujetas a una elevada incertidumbre. Entre los varios factores que las influyen están los choques económicos, eventos geopolíticos, desastres naturales, cambios tecnológicos, entre otros.

2.1 La Demanda

La importancia de determinar la demanda mundial de petróleo crudo no sólo radica en el descubrimiento de su precio, sino también en la relevancia que tiene y tendrá el petróleo en la generación de energía en el mundo. En el 2003 40% de la energía generada en el mundo provenía del petróleo y se estima que para el año 2030 la participación del total se reduzca a tan solo 33 por ciento.¹

La demanda mundial de crudo está asociada en mayor medida al nivel de ingreso mundial, a la demanda de períodos anteriores, a cambios tecnológicos y a la disponibilidad de sustitutos, entre otras variables. La sensibilidad del ingreso económico respecto a la demanda de petróleo depende a su vez de grado de desarrollo de las economías consumidoras y del tiempo. En general los países en vías de desarrollo presentan elasticidades ingreso más altas que los desarrollados y esta elasticidad también tiende a aumentar con el tiempo. Brook (2004) estimó que los países miembros de la OCDE presentan una elasticidad ingreso de 0.4, mientras que en los No-OCDE es de 0.6.

Es cierto que el mismo precio del petróleo tiene un efecto negativo sobre la función de demanda, sin embargo en el corto plazo el efecto es cercano a cero y en el largo plazo es algo mayor. De acuerdo con una muestra de 23 países, Cooper (2003) estimó que la elasticidad precio de la demanda en el corto plazo es de -0.11, mientras que en el largo plazo se ubica en -0.56.

2.2 La Oferta

La complejidad de la estimación de la oferta mundial de petróleo resulta evidente dada la dificultad de estimar con exactitud el nivel de reservas petroleras. Además de la oscuridad y profundidad del componente geológico, los países que guardan las mayores reservas son miembros del cártel de países exportadores de petróleo, mejor conocido como OPEP. Al 2005 cerca de 80% de las reservas probadas petroleras se ubicaron en los países de la OPEP. El cártel además produce alrededor de 40% de la oferta actual de petróleo. Asimismo, de acuerdo con el Departamento de Energía de Estados Unidos, al 2006 entre los quince exportadores y productores más importantes del mundo, diez países de la OPEP se ubicaron dentro del primer grupo y ocho de ellos entre los quince exportadores más importantes.

¹ EIA (Energy Information Administration), *International Energy Outlook 2006*.

La relevancia del cártel hace necesario su estudio para comprender en mejor medida el comportamiento del mercado internacional del petróleo. No obstante su relevancia, la operación de la OPEP es compleja y difícil de modelar. En términos económicos la oferta está determinada por las decisiones de los productores OPEP y los No-OPEP en lo que se podría asemejar a un modelo oligopólico a la Stackelberg, pero con importantes diferencias respecto a la teoría. El poder de líder de la OPEP se observa con mayor claridad en momentos de exceso de oferta en mercado (Mabro, 1992). Cuando el mercado está en balance la OPEP tiene escasa capacidad de maniobra, pues su manera de operar es vía reducciones orquestadas del volumen producido bajo un mecanismo de cuotas relativas a su capacidad de producción. Esto es, la OPEP funciona como un amortiguador del balance de mundial de petróleo, cuando se observa un exceso de oferta retira volumen del mercado y hace lo contrario cuando la demanda excede a la oferta.

Es por la vía del volumen como la OPEP tiene injerencia sobre el nivel de precios internacional de crudo, que finalmente es un componente clave en los ingresos de los países del cártel. Buena parte del soporte actual de los precios del petróleo se deriva de que la capacidad excedente del cártel de alrededor de 2.5 millones de barriles día (Mbd). Los países miembros de la OPEP mantienen estimaciones alentadoras respecto a la capacidad excedente. Abu Al-Soof (2007) declaró que el cártel tiene planeado llegar a un nivel de producción de 39.7 Mbd para el año 2010, lo cual representa un incremento de 5 Mbd respecto al 2006; los proyectos más importantes tendrán lugar en Arabia Saudita, Nigeria, Angola, Emiratos Árabes Unidos, Libia y Argelia.

La relevancia de la capacidad excedente o de reacción de la OPEP radica en que cambios súbitos en la demanda o en la oferta requieren del volumen del cártel para equilibrar el mercado, pues de lo contrario y debido a la elasticidad precio de la demanda, el choque debe ser absorbido por el precio. Es por ello que en circunstancias de un balance estrecho, al tiempo que se percibe un limitado excedente de petróleo, cualquier anomalía en la oferta o incrementos inesperados en la demanda, generan elevados precios y alta volatilidad en las cotizaciones internacionales de crudo.

La OPEP funge como un importante participante en la determinación del precio internacional del petróleo, pero de ninguna manera lo determina. Su influencia en el precio varía en el tiempo dependiendo de la conformación del balance entre la oferta y la demanda y su capacidad para hacer frente de manera conjunta a los cambios en la constitución del balance petrolero internacional vía su capacidad excedente.

3. Modelos de Recursos No-Renovables

También se pueden modelar tendencias, particularmente de largo plazo, desde la perspectiva del petróleo como recurso no-renovable. En este sentido el análisis de Hotelling (1931) estima la tasa óptima a la que se debe extraer el recurso tal que maximice los ingresos del propietario. Sin embargo, la utilidad práctica para el caso del mercado del petróleo disminuye con la complejidad tanto de la definición de las reservas como de la cuantificación precisa de su monto.

Existen ejemplos del limitado desempeño de este tipo modelos al mercado de petróleo, particularmente para presentar pronósticos de corto plazo, como son los casos de Adelman (1990) y Pindyck (1999). Las fluctuantes características del mercado petrolero internacional en cuanto a las percepciones de abundancia y escasez de reservas de crudo causan que estos modelos sean a su vez cambiantes y poco útiles para proyecciones de corto plazo.

Otro trabajo en el sentido del cálculo de las reservas es el propuesto por Hubbert (1956) en el cual la producción es función de la producción histórica acumulada y el monto de las reservas, de tal manera que la producción alcanza un máximo histórico a partir del cual comienza un continuo declive de producción. La desventaja de esta metodología conocida como la curva de Hubbert, es su naturaleza estática, puesto que en realidad el monto de las reservas se ajusta en el tiempo.

4. Propuesta de modelo híbrido

Los factores de oferta y demanda o fundamentales son sin duda centrales en la determinación de los precios del crudo; sin embargo, especialmente en los últimos cinco años, se ha prestado particular atención al efecto de la especulación en el mercado de futuros de Nueva York donde se comercializan los contratos de crudo ligero dulce (New York Mercantile Exchange, NYMEX). Las actividades financieras llevadas a cabo por los especuladores o también conocidos como participantes ajenos a la industria, esto es, aquellos cuya finalidad es la obtención de ganancias económicas y no la cobertura de su riesgo financiero han captado la atención de los analistas del mercado.²

La participación de agentes económicos en el NYMEX medida por el interés abierto, esto es, por el total de contratos que no han sido liquidados, se

² Definición de especulador obtenida del glosario del CFTC (Commodity Futures Trading Commission).

ha triplicado de enero del año 2000 a abril de 2007, cuando se registro un monto cercano al millón y medio de contratos. Esta participación ha traído consigo la inquietud de los analistas por evaluar el efecto de esta creciente participación sobre el precio. En agosto de 2004, la OPEP estimó que la especulación adicionaba entre 10 y 15 dólares por barril (db), en esa misma fecha el Financial Times publicó un artículo señalando que tal actividad adicionaba 10 db. Las diferencias entre los modelos aquí propuestos, fundamentales y especulación, indican que el premio puede llegar en un mes hasta los 16 db.

El rápido incremento en la participación en el mercado de futuros responde a la mayor incertidumbre y por ende volatilidad en el mercado, derivada de los eventos geopolíticos, del aumento sostenido de la demanda y cada vez menor capacidad de respuesta de la oferta, así como el riesgo percibido de los países con mayor capacidad de producción y reservas. De hecho, el coeficiente de correlación entre el precio del marcador internacional WTI (West Texas Intermediate) y el interés abierto del NYMEX entre el año 2000 y el 2007 se ubica en 90 por ciento.

Esta mayor liquidez constituye una ventaja para todos aquellos que buscan limitar su exposición al riesgo en el mercado, pues finalmente los especuladores están dispuestos a tomar el riesgo, obviamente a un precio, que otros quieren limitar o cubrir. Por tanto, tanto factores fundamentales como especulativos o relacionados con la actividad en el mercado de futuros, son actualmente de crucial importancia en la determinación del precio.

4.1 El modelo híbrido³

El mercado mundial de petróleo es cada vez más volátil e impredecible, por tanto no es de esperarse que en el futuro disminuya la actividad financiera, sino todo lo contrario, pero tampoco se pueden soslayar los determinantes de la oferta y la demanda. Por tal razón, se propone a continuación un modelo híbrido, que por un lado modela el precio del crudo WTI usando factores fundamentales y, por otro, lo hace utilizando variables relacionadas con el mercado de futuros.

³ Todos los datos usados son promedios mensuales a partir de enero de 2004. Fuentes: Departamento de Energía de Estados Unidos, CFTC y Global Insight.

4.1.1 Modelo de fundamentales

Se modela el precio del WTI usando variables propias del mercado de norteamericano, obtenidas del Departamento de Energía de Estados Unidos, así como estimaciones de la actividad industrial que se usan como una aproximación del crecimiento económico para ese país.

$$(1) Pf_t = \beta_1 + \beta_2 x_{1,t} + \beta_3 x_{2,t} + \beta_4 x_{3,t} + \varepsilon$$

Donde:

Pf_t = precio del WTI en el periodo t

β_1 = parámetro estimado para la constante

β_2 = parámetro estimado para la variable x_1

x_1 = precio de la gasolina al mayoreo en Estados Unidos

β_3 = parámetro estimado para la variable x_2

x_2 = producción industrial de Estados Unidos

β_4 = parámetro estimado para la variable x_3

x_3 = cociente entre los inventarios de crudo y los de gasolina en Estados Unidos

ε = error

Cuadro 1
Regresión de Modelo de Fundamentales

Variable	Parámetro Estimado (β_i)	Valor t	vif
β_1	-163.0154	-7.06 (0.0001)	0
x_1	0.2486	12.11 (0.0001)	2.8
x_2	1.9795	7.16 (0.0001)	4.24
x_3	-11.7215	-3.67 (0.0008)	5.1
R ² = 0.95			

De acuerdo con los resultados de la regresión del cuadro 1, ésta es estadísticamente significativa. Asimismo, los resultados del VIF (variance inflation factor) no muestran signos de multicolinealidad pues los resultados son in-

feriores a 10 (Allison, 1999). El signo de los parámetros estimados es consistente con el comportamiento del precio, pues es directamente proporcional al precio de la gasolina x_1 y el desempeño económico x_2 e inversamente al cociente de inventarios x_3 .

4.2.1 Modelo de especulación y resultados

Entre la información que reporta la CFTC (Commodity Futures Trading Commission) está aquella relacionada con los movimientos de los distintos participantes del mercado tanto en contratos futuros y opciones de crudo y otros productos refinados. Se encontró que las posiciones cortas de los participantes comerciales y el interés abierto explican en buena medida el comportamiento más reciente del WTI.⁴

Las posiciones cortas de los participantes del mercado son aquellas relativas a la opción de compra de crudo, que llevan a cabo los productores y refinadores de crudo o no especuladores. La reciente tendencia al alza que ha mostrado el WTI motivó a la cobertura de precios mediante la adquisición de contratos de compra en previsión de aumentos súbitos y alta volatilidad.

Anticipar el comportamiento de los participantes comerciales es muy complejo. Por lo cual, aquí se propone una relación indirecta entre sus decisiones de coberturas y la tasa de interés de corto plazo de Estados Unidos. Tenemos que al aumentar los precios del crudo y por ende de sus derivados como las gasolinas, las presiones inflacionarias también aumentan y con ello, para reducir la escalada en precios, las tasas de interés han tendido a incrementarse paulatinamente. Esto es, se encontró que existe una relación positiva entre el movimiento de las tasas de interés observadas en el periodo anterior y las decisiones de coberturas que hoy toman los participantes comerciales en el NYMEX.

⁴ Participante comercial: de acuerdo con la definición del glosario de la CFTC, es aquella entidad dedicada a la producción, procesamiento y comercialización de un bien.

$$2) S_t = \beta_7 + \beta_8 x_{5,t-1} + \varepsilon$$

Donde:

S_t = posiciones cortas de los participantes comerciales

β_7 = parámetro estimado para la constante

β_8 = parámetro estimado para la variable x_5

$x_{5,t-1}$ = tasa de interés de corto plazo en los Estados Unidos en el periodo t-1

Cuadro 2
Regresión 2 de Modelo de Especulación

Variable	Parámetro Estimado (β_i)	Valor t	vif
β_7	-268090	-2.90 (0.0053)	0
x_5	19998	9.21 (0.0001)	1.0
R ² = 0.60			

Los resultados de la regresión del cuadro 2, muestran la relación positiva y estadísticamente significativa entre las posiciones cortas de los participantes comerciales y la tasa de interés.

A su vez, el interés abierto ha mostrado una relación positiva con el nivel de precios y también con las posiciones cortas de los participantes comerciales. Por lo tanto, se usó el estimado de las posiciones cortas de los participantes comerciales para estimar el interés abierto de los contratos futuros de crudo.

$$3) O_t = \beta_9 + \beta_{10} S_t + \varepsilon$$

Donde:

O_t = interés abierto de los contratos futuros de crudo en el NYMEX

β_9 = parámetro estimado para la constante

β_{10} = parámetro estimado para la variable S_t

S_t = estimado de posiciones cortas de los participantes comerciales

Cuadro 3
Regresión 3 de Modelo de especulación

Variable	Parámetro Estimado (β_i)	Valor t	vif
β_9	-204581	-5.99 (0.0001)	0
$\frac{\bar{O}}{\bar{S}}$	19998	33.45 (0.0001)	1.0
R ² = 0.95			

Los resultados del cuadro 3, muestran que es estadísticamente significativa la relación entre el interés abierto y las posiciones cortas de los participantes comerciales.

Se encontró que la proporción de las posiciones cortas de los participantes comerciales en el interés abierto arroja el mejor ajuste para finalmente estimar el precio del WTI, como lo indica la ecuación 4 y su tabla de resultados en el cuadro 4.

$$4) Pe_t = \beta_{11} + \beta_{12} \left(\frac{\bar{O}}{\bar{S}} \right)_t + \varepsilon$$

Donde:

Pe_t = precio del WTI estimado con factores relacionados con la especulación

β_{11} = parámetro estimado para la constante

β_{12} = parámetro estimado para la variable $\left(\frac{\bar{O}}{\bar{S}} \right)_t$

$\left(\frac{\bar{O}}{\bar{S}} \right)_t$ = posiciones cortas de los participantes comerciales relativas al interés abierto

Cuadro 4
Regresión 4 de Modelo de especulación

Variable	Parámetro Estimado (β_i)	Valor t	vif
β_{11}	-87.7168	-6.50 (0.0001)	0
$\left(\frac{\bar{O}}{\bar{S}} \right)_t$	90.6350	10.58 (0.0001)	1.0
R ² = 0.76			

Los resultados del cuadro 4, indican que es estadísticamente confiable estimar el precio del WTI usando tanto el interés abierto total y las posiciones cortas de los participantes comerciales del NYMEX. Por lo que ya contamos con dos modelos independientes entre sí, para pronosticar el WTI, uno obtenido con los fundamentales, regresión 1, y el otro con variables relacionadas a la especulación. En la siguiente sección se muestra la unión de ambos modelos en uno solo, denominado: modelo híbrido.

4.3.1 Producto de elementos de distinta naturaleza: modelo híbrido

Se propone a continuación una metodología para ponderar ambos modelos. Aunque también es posible usar la variable especulativa dentro del modelo de fundamentales, aquí se sugiere preservar ambos modelos por separado, aprovechando así la naturaleza en la composición de sus variables, pero unidas con una sencilla metodología matemática. Otra ventaja de mantener ambos modelos por separado es que pueden ser actualizados de acuerdo con la relevancia de las variables que expliquen mejor a cada uno, pues el mercado es muy dinámico y requiere, para un mejor pronóstico, que todas las variables, fundamentales y especulativas, sean actualizadas y otras nuevas sean propuestas para obtener estimaciones más adecuadas que responden al cambiante y dinámico proceder del mercado.

Ponderación:

$$5) P_t = \beta_{14} \overline{Pf}_t + \beta_{15} \overline{Pe}_t$$

Donde

P_t = Precio observado del WTI

β_{14} = parámetro estimado para la variable \overline{Pf}_t

\overline{Pf}_t = peso del pronóstico de WTI por fundamentales

β_{15} = parámetro estimado para la variable \overline{Pe}_t

\overline{Pe}_t = peso del pronóstico de WTI por especulación

Encontrar β_{14} y β_{15} tal que reduzcan el error de estimación de P_t sujeto a (s.a.)
s.a.

$$0 < \beta_{14} < 1 \text{ y } 0 < \beta_{15} < 1$$

$$\beta_{15} + \beta_{14} = 1$$

Cuadro 5
Solución del modelo híbrido

Variable	Parámetro Estimado (β_i)	Valor t
\overline{P}_f	0.8270	13.64 (0.0001)
\overline{P}_g	0.1729	2.85 (0.0071)
$R^2 = 83\%$		

Los resultados del cuadro 5 indican que actualmente el modelo de fundamentales explica 83% del precio, mientras que el de especulación explica el restante 17%. Estos valores cambian en el tiempo, dependiendo de las actualizaciones de datos o variables que se incluyan en uno o ambos modelos. Por tanto, esta metodología permite flexibilidad en el análisis del precio internacional del crudo aislando los efectos de las variables relacionadas con los fundamentales y las asociadas a la especulación; permitiendo usar ambas funciones en la estimación final sin perder independencia en los modelos. Asimismo, esta metodología permite evaluar de manera dinámica el peso que la especulación y que los fundamentales tienen en el precio observado del crudo.

5. Conclusión

La necesidad de contar con pronósticos de precios y los intentos por hacerlo, han llevado a la creación de ingeniosos modelos, unos basados en la oferta y la demanda mundial, otros en considerar al petróleo como un bien no-renovable y finalmente otros, los mixtos, que hacen uso de la información más reciente y relevante para la elaboración del pronóstico. Todos los modelos propuestos en algún momento fueron o siguen siendo útiles y forman un peldaño adicional en la búsqueda de nuevas maneras de estimar el precio del crudo. Actualmente, eventos geopolíticos, climatológicos y financieros, aumentan la complejidad y volatilidad del mercado petrolero, que por tal razón requiere de alternativas novedosas para el pronóstico de precios. Recientemente, el importante aumento de la participación de agentes económicos en el mercado del NYMEX, ha llamado la atención de los analistas del mercado por el efecto que sus decisiones de compra o venta de contratos pueden llegar a tener en el precio del crudo.

En este trabajo se propone un modelo híbrido. Las características de este modelo es que usa variables fundamentales, oferta y demanda, asociadas al mercado petrolero de Estados Unidos, así como variables relacionadas con

el mercado financiero de ese país para finalmente obtener dos modelos por separado: uno de fundamentales y otro de especulación. Una vez obtenidos ambos modelos, éstos se unen mediante un procedimiento matemático que los pondera para obtener un único pronóstico. Entre las ventajas de contar con un modelo híbrido se encuentran las siguientes: 1) Las asociadas a la naturaleza de las variables de cada uno de los modelos, pues por un lado se puede contar con uno relacionado exclusivamente con variables fundamentales del mercado; por el otro, se cuenta con un modelo independiente al de fundamentales que absorbe las actividades del mercado de futuros del NYMEX. 2) Esta metodología ofrece flexibilidad en la actualización y estudio de variables *ad hoc* para ambos modelos por separado. 3) Ambos modelos ofrecen visiones distintas de lo que sucede y la probable tendencia futura del mercado, por lo cual, se pueden analizar por separado o ambas visiones se pueden unir con una metodología objetiva, la cual captura la información del pasado para ponderar cada uno de los modelos de acuerdo a su peso explicativo del precio observado. No hay modelos perfectos, esa es la gran desventaja del modelo híbrido y de todos los demás, pero el mejor modelo con el cual contamos es el que tenemos hoy ▪

Bibliografía

- Abu Al-Soof, N. (2007), "The Petroleum Industry: New Realities Ahead?" En la Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 30 de abril al 3 de mayo.
- Adelman, M. A. (2004), "The Real Oil Problem", *Regulation Magazine* vol.27, núm.1, pg 16-20. Primavera.
- Adelman, M. A. (1990), "Mineral Depletion, with Special Reference to Petroleum", *Review of Economics and Statistics*, 72(1).
- Allison, P.D. (1999), *Logistic Regression Using the SAS System*, SAS Institute.
- Brook, A. Price, R., Sutherland, D. Westerlund, N. y Andre, C. (2004), Oil Price Developments: Drivers, Economic Consequences and Policy Responses, OCDE *Economic Outlook* No. 76.
- Cooper, J.C.B. (2003), "Price Elasticity of Demand for Crude Oil: Estimates for 23 Countries", *OPEC Review*, 27, pg 1-8.
- Hotteling, H. (1931), The Economics of Exhaustible Resources, *Journal of Political Economy*, 39.
- Hubbert, M.K. (1956). "Nuclear Energy and the Fossil Fuels", *American Petroleum Institute. Drilling and Production Practice*.
- Mabro, R. (1992), OPEC and the Price of Oil, Oxford Institute for Energy Studies.
- Pindyck, R. (1999), The Long-Run Evolution of Energy Prices. *The Energy Journal*, 20(2).