

La estabilidad y simetría de la relación petróleo-actividad económica en Puerto Rico¹

Wilfredo Toledo²

Resumen

En este artículo se analizó la estabilidad de la relación precio del petróleo/actividad económica en Puerto Rico utilizando los nuevos métodos de identificación de cambios estructurales con las fechas de los quiebres determinadas de forma endógena. Además, se estudió la simetría en la respuesta de la economía de la isla ante cambios en ese precio. Los resultados de los análisis revelan que la relación entre el precio del petróleo y el PNB real experimentó tres cambios estructurales identificables a partir de la década de los sesenta: uno a mediados de 1970, otro en 1984 y uno en 2005. Esos cambios tuvieron el efecto de reducir la importancia del costo de ese insumo de producción en la actividad económica del país.

También, se encontró evidencia de que los aumentos en el precio del petróleo afectan la actividad económica, pero no así sus reducciones. Dicho hallazgo amplía la necesidad de la formulación de políticas económicas que fomenten el crecimiento económico en el país, ya que reducciones futuras en dicho precio no asegurarían la recuperación económica, aún bajo el supuesto de que los incrementos en esa variable que se han observado en los últimos años fueran la causa principal de esa contracción económica.

Palabras Clave: Cambios estructurales, efectos del precio de petróleo, asimetrías, actividad económica en Puerto Rico. **Sistema de Clasificación del JEL:** C12, E23, Q43

Unidad de Investigaciones Económicas
Departamento de Economía
Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
Ensayos y Monografías
Número 148
mayo 2011

¹ Esta investigación se realizó mientras se disfrutaba de un descargue de las tareas docentes otorgado por el Departamento de Economía del Colegio de Ciencias Sociales de la UPR en Río Piedras.

² Catedrático Asociado, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

I. Introducción

Los incrementos en el precio del petróleo ocurridos en los últimos años han generado un nuevo interés en el análisis de los efectos de dicha variable sobre la actividad económica. Las investigaciones realizadas sobre ese tema son innumerables como son las metodologías y los enfoques de los estudios. Por ejemplo, se ha examinado la relación causal entre ese precio y la actividad económica, los impactos de alzas en el precio del petróleo sobre los niveles de salarios y precios o la llamada inflación por el lado de los costos³, y los efectos asimétricos de los cambios en el referido precio sobre la trayectoria de la economía. También ha sido objeto de análisis cómo la volatilidad en esa variable incide en el desempeño de la economía.

Los trabajos de Hamilton (1983), Dotsey y Reid (1992) y Burbidge y Harrison (1984), hallan una relación inversa entre el precio del petróleo y el PNB en Estados Unidos, mientras que Rotemberg y Woodford (1996) estiman que alzas de un por ciento en el precio del petróleo reducen el salario real por .10 por ciento en ese país. Por otro lado, Mork (1989) encuentra que el crecimiento del PNB real en E.E.U.U está negativamente asociado con la tasa de crecimiento del precio del petróleo, pero no está correlacionado con reducciones en esa variable. Evidencia adicional que documenta esa asimetría es presentada por Raymond y Rich (1997).

Por otro lado, Kim y Loungani (1992) encuentran, en un modelo de equilibrio general, que las innovaciones tecnológicas son más importantes para las fluctuaciones económicas que impulsos en el precio del petróleo. Resultados similares son informados por Hooker (1996) y Darby (1982), mientras que Tobin (1980) plantea que la importancia de los precios del petróleo en los ciclos económicos ha sido sobreestimada.

El efecto de volatilidad del precio del petróleo en la actividad económica fue examinado por Huzinga (1993) quién encontró, usando datos de EEUU de 1954 a 1989, que un aumento de una desviación estándar de precio del petróleo disminuye el nivel de la inversión por .72 %. Hooker (2002) explora la relación entre el precio del petróleo y la tasa inflacionaria en un modelo de la Curva Phillips, e informa que cambios inesperados en dicho precio afectan significativamente la inflación subyacente (core inflation)⁴ en EE.UU.

Koros y Sussan (2006) investigan los efectos de cambios en el precio de petróleo en regiones geográficas que dependen grandemente de la industria del petróleo y plantean que la tasa de desempleo puede fluctuar como resultado de cambios en el precio aludido. Esos autores encuentran que aumentos en el precio del petróleo redujeron la tasa de desempleo en el período de 1977 a 1996 en el estado de Louisiana, efecto opuesto a lo encontrado para la economía total de ese país.

³ No todos los economistas aceptan que ese fenómeno provoca aumentos sostenidos en el nivel de precios (véase Humphrey (1998)).

⁴ La inflación subyacente se mide excluyendo del IPC los productos con precios más volátiles como los alimentos y la energía.

Para el caso de Puerto Rico, Toledo (1992) estima los efectos del precio del petróleo y la oferta monetaria interna sobre el crecimiento del empleo. En un modelo de vectores autoregresivos (VAR), estimado con datos trimestrales para el período de a 1976:1 a 1991:1, ese autor encuentra que un aumento inesperado en el precio real del petróleo reduce la tasa de crecimiento del empleo por varios trimestres. Además, su estudio revela que innovaciones en dicho precio explican cerca de 31% de la varianza de error de proyección del empleo total para un horizonte de predicción de ocho trimestres. Alameda y Mann (1989) encuentran que la importancia de esa variable sobre la actividad económica en Puerto Rico se redujo a partir de 1973. Esos autores atribuyen esa merma a cambios estructurales que afectaron la economía del país.

Toledo y Hernández (2009) analizan los impactos de perturbaciones en la tasa de interés interbancaria de los Estados Unidos y el precio del petróleo sobre las series de empleo sectorial en Puerto Rico. El análisis se realizó usando la técnica de vectores autoregresivos con datos en frecuencia trimestral para el período de 1990:1 al 2007:1. Los resultados de la investigación sugieren que tanto el precio del petróleo como la tasa de interés son capaces de explicar parte de las oscilaciones del empleo sectorial alrededor de su tendencia de largo plazo. Sin embargo, el precio del petróleo supera la tasa de interés explicando las fluctuaciones del insumo laboral en casi todos los sectores, siendo la excepción el sector de manufactura. Ese precio, también, resultó ser más importante que la tasa de interés de los fondos federales explicando las variaciones del empleo total en Puerto Rico.

El objetivo de este artículo fue analizar la estabilidad de la relación precio del petróleo-actividad económica en Puerto Rico utilizando los nuevos métodos de identificación de cambios estructurales con las fechas determinadas endógenamente desarrollados por Quandt (1960), Andrews (1993), y Bai (1997). Además, se examinó la simetría de los efectos de cambios en el precio de ese insumo de producción sobre la trayectoria de la actividad económica de la isla.

II. Metodología

Para determinar si la relación actividad económica/precio del petróleo ha sido estable en Puerto Rico se partió del siguiente modelo general:

$$Y_t = \alpha_o + \sum_{i=0}^p \beta_i POILR_{t-i} + \Phi'Z + \varepsilon_t$$

Donde: Y_t es el indicador de la actividad económica, se estimaron dos modelos en uno se usó el PNB real como la variable dependiente y el empleo total en el otro: POILR es el precio de petróleo real (*Spot Oil Price: West Texas Intermediate*, dividido

por el IPC de Estados Unidos⁵): Z es una matriz de otras variables relevantes para explicar el comportamiento de Y_t ; α_0 , los β_i 's y Φ (un vector) son parámetros a estimar y ε_t es un elemento estocástico.

La longitud de los rezagos de la variable del precio de petróleo se determinó usando los criterios de Akaike y Shwarts. Los modelos se estimaron con datos anuales de 1950 a 2009.

Las hipótesis sobre la estabilidad de los se realizaron para los coeficientes de los rezagos del precio del petróleo y se pueden planear como:

$$H_0 = \beta_{it} = \beta_{i0} \quad \forall t \geq 1 \quad \text{para } \beta_{i0} \in B \subset \mathbf{R}^p$$

La hipótesis alterna puede ser planteada de distintas formas dependiendo de la naturaleza del problema, una opción es:

$$H_A(\pi): \beta_{it} = \begin{cases} \beta_1(\pi) & \text{para } t=1, \dots, T\pi \\ \beta_2(\pi) & \text{para } t=T\pi+1 \end{cases} \quad \text{para } B_1(\pi), B_2(\pi) \in B \subset \mathbf{R}^p$$

donde: $\pi \in (0,1)$.

En el caso de que π sea conocido la prueba estándar de Chow se puede utilizar con los estadísticos: de Wald (W), el multiplicador de Lagrange (LM) o la razón de verosimilitud (LR)⁶. Sin embargo, cuando se desconoce π la distribución de dichas pruebas no es la Ji cuadrada, la razón es que aunque el parámetro π aparece bajo la hipótesis alterna no aparece bajo la nula. Por lo que los estadísticos citados si se calculan considerando π como fija no poseen las propiedades de muestreo regulares.

Andrews (1993) deriva la distribución asintótica para:

$$\sup_{\pi \in \Pi} W_T(\pi), \quad \sup_{\pi \in \Pi} LM_T(\pi) \quad \text{y} \quad \sup_{\pi \in \Pi} LR_T(\pi), \quad \pi \in [0,1].$$

donde: sup es el valor más alto del estadístico calculado en el intervalo de tiempo examinado. Dicho autor presenta una Tabla con los valores críticos (asintóticos) para los tres estadísticos.

Andrews y Poterba (1994) desarrollan una teoría determinar las pruebas estadísticas de cambio estructural óptimas y sugieren dos tipos de estadísticos adicionales (también asintóticos):

⁵ Se utilizó el IPC de Estados Unidos porque los cambios que experimentó la serie del IPC de P.R. a raíz de la última revisión no han sido explicados a cabalidad. Además, la nueva serie de esa variable para la isla reproduce muy bien los movimientos de la serie de EE.UU., por lo que es preferible usar esa última que muestra consistencia a través del tiempo.

⁶ Estas pruebas son equivalentes a la prueba F.

$$ExpF_n = \ln \int \exp\left(\frac{F_t}{2} dw(t)\right)$$

Que es óptimo entre alternativas que estén muy distantes, y

$$AveF_n = \ln \int \exp F_t dw(t)$$

que es óptimo entre alternativas locales.

Donde, w es una variable de ponderación que depende inversamente de la longitud del intervalo de tiempo considerado en la prueba de cambio estructural⁷. La distribución asintótica de esos estadísticos fueron desarrollados por los autores mencionados.

Hansen (1998) examina las propiedades de los tres tipos de estadísticos mencionados arriba cuando el cambio estructural, además de afectar la distribución condicional de la variable dependiente, altera las distribuciones marginales de las variables explicativas y encuentra que el estadístico $ExpF_n$ es robusto bajo esa situación. Como en este trabajo se examinan los cambios en régimen para un modelo estructural y no de tendencia se utilizó ese estadístico para hacer las pruebas.

Para conocer si la relación planteada es simétrica se descompuso la serie de los precios del petróleo en dos componentes: uno relacionado a las alzas en los precios ($P^+ = \max\{0, \Delta POILR\}$), y otro asociado a las bajas ($P^- = \min\{0, \Delta POILR\}$). Esos dos factores de sustituyeron por $POILR_t$ en (1) y se evaluó la significancia estadística de los coeficientes estimados.

III. Análisis preliminar de la relación entre el PNB Real y POILR

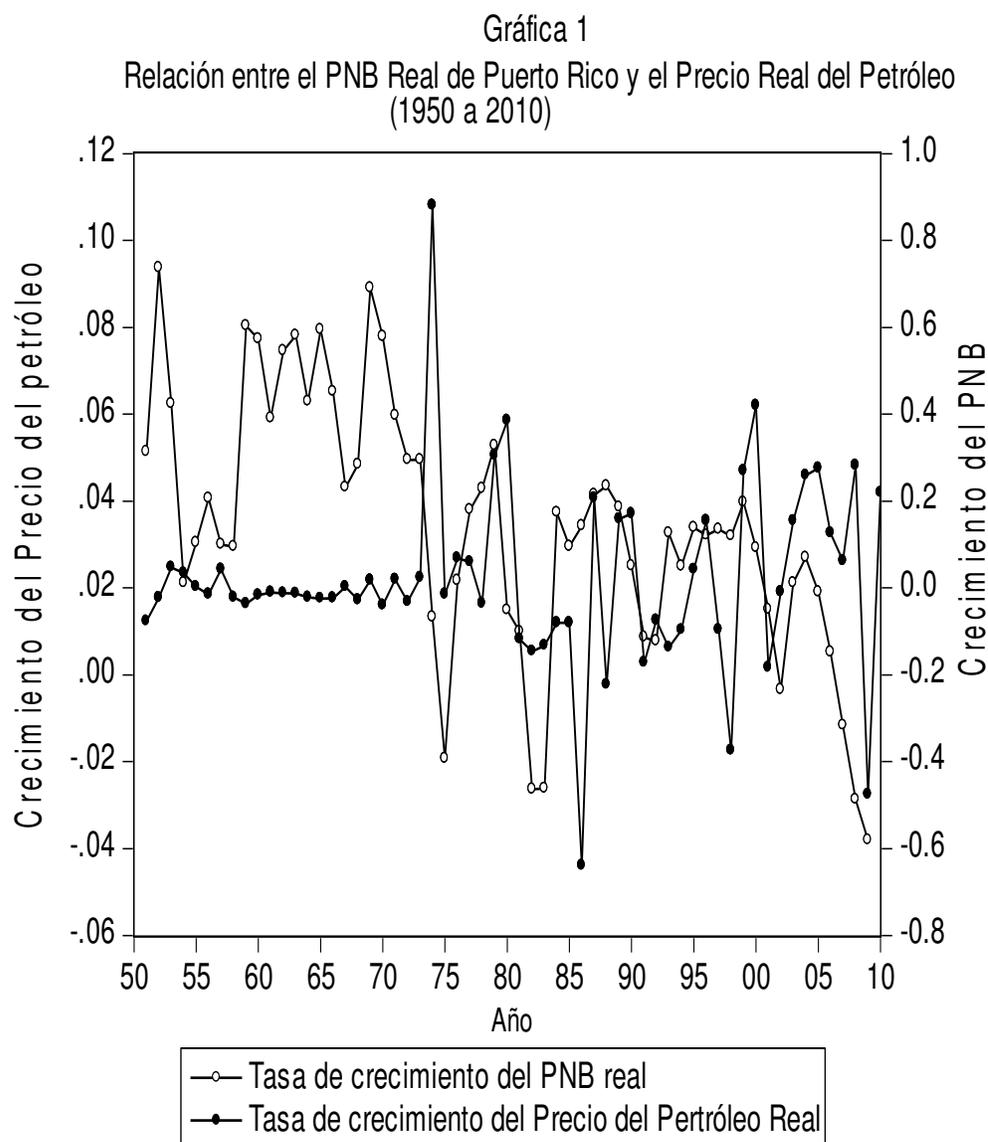
En esta sección se presenta un análisis exploratorio de la relación entre las dos variables principales de este estudio, que sirve como base para las estimaciones subsiguientes. La Gráfica 1 ilustra el comportamiento de las series de las tasas de crecimiento del precio del petróleo y el PNB de Puerto Rico. Como se puede apreciar los incrementos marcados en el costo del petróleo de los setenta, ochenta y noventa coinciden con las bajas en la actividad económica de la isla. Para explorar más profundamente dicha relación se estimó un modelo VAR bi-variable irrestricto de primer orden⁸. Una prueba de causalidad Granger reveló que a un nivel de significancia de .045 se puede rechazar la hipótesis nula de que el precio del petróleo *no Granger Causa* la tasa de crecimiento del PNB real en Puerto Rico. Por otro lado, como era esperado, para la hipótesis de que la tasa de crecimiento del PNB real no causa la tasa de crecimiento de POILR se calculó un Valor-P asociado al estadístico-F de .29 por lo que H_0 no puede ser

⁷ Observe que estas ponderaciones pueden considerarse *priors* por lo que la prueba puede ser interpretada desde el punto de vista Bayesiano

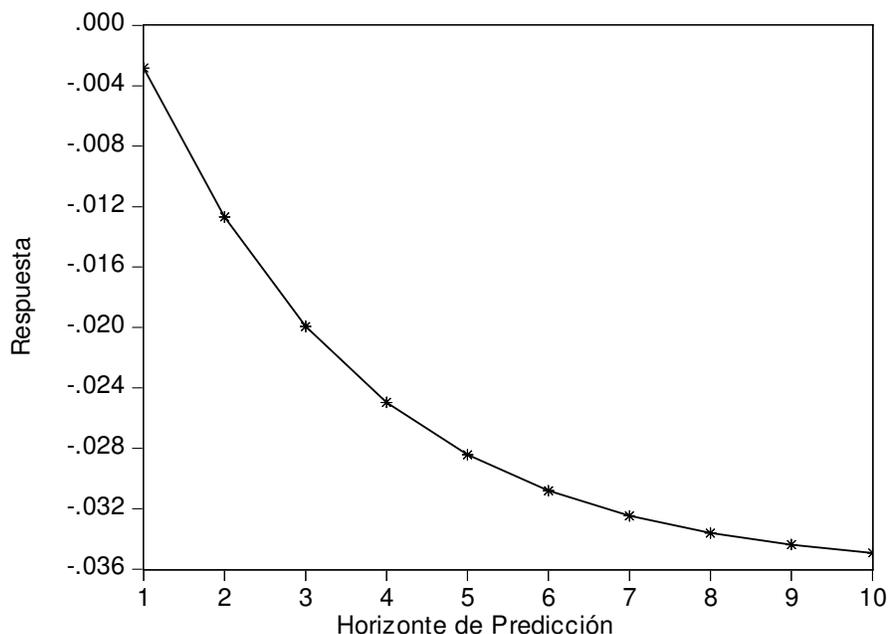
⁸ El modelo se estimó en las tasas de crecimiento por las variables son I(1). Para escoger la longitud de los rezagos se usaron los criterios de Akaike y Schwarz.

rechazada. Dichos resultados confirman la importancia del precio de ese insumo de producción en la actividad económica de la isla.

Una herramienta analítica estándar en los modelo VAR son las funciones de impulso-respuesta. Estas funciones resumen el efecto de un aumento en los residuos de cada ecuación sobre las variables que componen el sistema. La Gráfica 2 presenta la función de impulso-respuesta acumulada de la tasa de crecimiento del PNB real ante un alza inesperada en el precio real del petróleo. Los impactos de os aumentos inesperados en el precio del petróleo son negativos como se podía anticipar.



Gráfica 2
 Respuesta Acumulada del PNB Real Ante Impulsos en POILR
 (tasas de crecimiento)



Una forma de determinar la importancia relativa de los impulsos en el precio real del petróleo sobre el PNB Real, en los sistemas VAR, es examinando la proporción de la variancia del error de proyección de la producción que se le puede atribuir a innovaciones en ese precio. Como el error de predicción de una variable es la parte de ésta que no puede ser explicada por el estado pasado del sistema, por tanto es producto de impulsos o *shocks* que no se pueden anticipar. El modelo estimado implica que los choques inesperados en el precio del petróleo explican entre 13 y 21 por ciento de las desviaciones de la tasa de crecimiento del PNB real de su tendencia de crecimiento⁹.

IV. Estabilidad en los parámetros de los modelos

Como es conocido los análisis de regresión lineal con datos de series de tiempo requieren que las mismas sean estacionarias o que las relaciones entre las variables examinadas produzcan residuos que sean $I(0)$ ¹⁰. En la Tabla 1 se presenta los resultados

⁹ La diferencia en los porcentajes se explican por distintos ordenamientos en la descomposición de Cholesky.

¹⁰ Observe que este supuesto indica que la distribución marginal de los regresores del modelo es constante a través del tiempo.

de las pruebas de raíces unitarias para todas las variables consideradas en el análisis incluyendo las variables de control denominadas Z en el modelo (1) (tasa de

Tabla 1						
Resultados de la prueba de raíces unitarias						
Variable	Rezagos*	Intercepto	Tendencia	Estadístico ADF	Valor – P	Grado de Integración
Log PNB Real (Y_t)	2	Si	No	-2.489	0.123	I(1)
ΔY_t	1	Si	Si	-3.57	0.041	I(0)
Log Precio del Petróleo Real ($POILR_t$)	1	Si	No	-1.295	0.626	I(1)
$\Delta POILR$	1	Si	No	-7.893	0.000	I(0)
Inversión Real (invr)	1	Si	No	-1.261	0.642	I(1)
$\Delta invr$	1	Si	No	-4.603	0.000	I(0)
Tasa de los Fondos Federales real (rreal)	1	Si	No	-3.967	0.003	I(0)
Log Empleo Total (L_t)	1	Si	Si	-2.480	0.336	I(1)
ΔL_t	0	Si	No	-3.848	0.004	I(0)
*Determinado utilizando el criterio de Schwarz.						

interés interbancaria de los Estados Unidos (de los fondos federales) y la inversión en capital fijo en términos reales). Como es evidente todas las variables son I(1) y al diferenciarlas una vez se convierten el I(0). Las pruebas de cointegración para las variables de los dos modelos indicaron que las mismas no estaban cointegradas por lo que es pertinente estimar los modelos en las primeras diferencias.

Los resultados de las estimaciones de los dos modelos usados para identificar los cambios estructurales que han afectado la relación entre la actividad económica en Puerto Rico y el precio real del petróleo se presentan en la Tabla 2. En el primer modelo que utiliza el PNB real como la variable dependiente se incluyeron tres rezagos del POILR, un rezago de la tasa de interés real y la primera diferencia de la inversión real. En ese modelo inicialmente se incluyó el empleo total como una variable independiente, pero no resultó ser estadísticamente significativo. El modelo se puede fundamentar en una función de producción agregada real. Como se observa en la Tabla ese modelo ajustó bien los datos y no parece presentar problemas econométricos severos a pesar de que no se ha tomado en cuenta los cambios estructurales. La relación entre el PNB y el precio del petróleo es negativa como se esperaba.

Tabla 2 Algunos Resultados de la Estimación Modelos Utilizados para realizar Pruebas de Estabilidad de los Parámetros				
Variables	Ecuación del PNB Real		Ecuación de Empleo	
	Coficiente	Valor-P	Coficiente	Valor-P
C	0.069	0.000	0.007	0.195
DLOGPOILR(-1)	-0.040	0.011	-0.032	0.039
DLOGPOILR(-2)	-0.022	0.133	-0.048	0.006
DLOGPOILR(-3)	-0.022	0.104	-	-
RREAL(-1)	-0.003	0.035	-	-
D(INVR)	8.86E-05	0.015	-	-
@TREND	-0.001	0.000	-	-
DLOG(GNP54(-1))	-		0.199	0.092
R²	0.652		0.269	
Estadístico-F	14.686		6.638	
Valor P de F	0.000		0.001	
O(3)	5.155	0.161	4.183	0.242
O(4)	5.218	0.266	4.358	0.360
O(5)	5.577	0.350	4.656	0.459

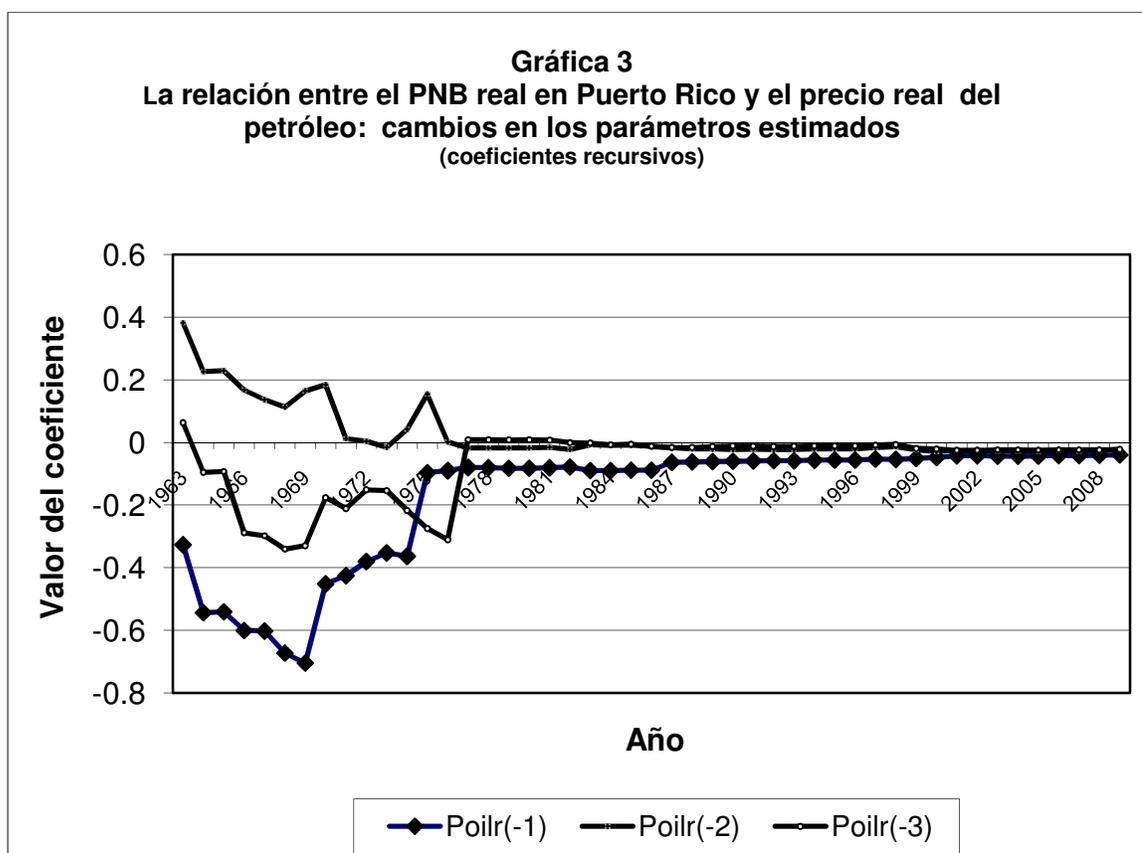
En el modelo para el empleo total se consideraron las mismas variables que en el anterior y se añadió el PNB real. Esa ecuación se puede obtener de las primeras condiciones de la maximización de una función de ganancia agregada tipo Cobb-Douglas. Sólo los coeficientes de las variables reportadas resultaron ser estadísticamente distintos de cero. El modelo ajustó bien los datos y los signos de los coeficientes son los anticipados.

La Tabla 3 reporta los resultados de las pruebas de cambio estructural. Para el modelo de la producción agregada real se encontraron cambios en los parámetros asociados al precio de petróleo en los años 1977, 1984 y 2005. Los primeros dos cambios coinciden con los períodos de recesión que experimentó la economía de Puerto Rico en la década de los setenta y los ochenta, mientras que el último sucede en los años del último *shock* petrolero.

Tabla 3				
Resultados de las Pruebas de de cambios estructurales				
Quantd-Andrews para los coeficientes estimados del Precio				
Real del Petróleo *				
Valores-P* del Estadístico $ExpF_n$				
	Fechas de los Quiebres			
Ecuación	1976	1977**	1984	2005
PNB real	-	0.0034	0.0082	0.0001
Empleo Total	0.1008	-	-	-
*Calculado usando el método de <i>refinement</i> de Bain				
**Primer cambio detectado.				

Para el modelo del empleo total, se encontró un sólo cambio estructural que acaeció en 1976. Como vemos los cambios mayores se observan en la relación del precio del petróleo con el PNB Real, por lo que los análisis subsiguientes se realizan únicamente para el modelo que representa esa relación.

En la Gráfica 3 se presenta los estimados recursivos de los coeficientes asociados a los rezagos del precio de petróleo en la ecuación del PNB real comenzado en 1963. Esa Gráfica muestra la evolución de los estimados de esos coeficiente a medida que se le añade una observación (año) a la estimación. Si los coeficientes exhiben cambios significativos al incorporar más datos en la estimación de la ecuación sería una indicación de inestabilidad en el modelo. Saltos dramáticos en los coeficientes se interpretan como que el modelo está digiriendo cambios estructurales ocurridos en la relación.



Es evidente en esa Gráfica que en los años sesenta la relación actividad económica-precio del petróleo fue bastante inestable, y se observa el cambio estructural de los años setenta que se identificó con la metodología Quantd-Andrews. En los ochenta también se observa un cambio en los parámetros del modelo, sin embargo no es posible en forma visual identificar el cambio del 2005. La información más notable de la ilustración claramente es el incremento en la estabilidad de la relación ocurrida a partir de los años setenta, hallazgo similar al reportado por Alameda y Mann (1989).

La Tabla 4 presenta el modelo final estimado para el PNB real añadiendo variables binarias para modelar los tres cambios estructurales identificados. El modelo se estimó como un GARCH(1,0) ya que se encontró que la varianza de la regresión no era constante. Se permitieron cambios en la pendiente perteneciente al primer rezago del precio del petróleo ya que no se contaban con observaciones suficientes para estimar cambios en los coeficientes de los otros dos rezagos de dicha variable. Como se observa en esa Tabla los quiebres en la relación entre el PNB real y el precio de petróleo real implican una reducción en la importancia de esa última variable en la actividad económica en la isla, ya que los coeficientes de la interacción de las variables *dummies* con el primer rezago de la variable de precio fueron todos positivos.

Tabla 4				
Algunos Resultados de la Estimación final para la ecuación del PNB Real tomando en cuenta los cambios estructurales identificados (GARCH(1,0))				
Variable	Coefficiente	Sigma de Beta	Estadístico -z	Prob.
C	0.079	0.001	66.228	0.000
DLOGPOILR(-1)	-0.083	0.015	-5.553	0.000
DLOGPOILR(-2)	-0.016	0.004	-4.554	0.000
DLOGPOILR(-3)	0.007	0.004	1.807	0.071
RREAL(-1)	-0.001	0.000	-4.142	0.000
D(INVR)	0.000	0.000	12.222	0.000
D77*DLOGPOILR(-1)	0.059	0.022	2.673	0.008
D84*DLOGPOILR(-1)	0.046	0.017	2.706	0.007
D05*DLOGPOILR(-1)	0.022	0.012	1.915	0.056
@TREND	-0.001	0.000	-30.096	0.000
Ecuación para la Varianza				
C	0.000	0.000	1.182	0.237
RESID(-1)^2	3.520	0.900	3.910	0.000
Algunos Estadísticos				
R ²	0.603			
Estadístico- F	6.070			
Valor P de F	0.000			
Período de estimación: 1956 2009				

V. Asimetrías en los efectos de cambios en el precio del petróleo sobre el PNB Real

En la estimación de los modelos, usando el PNB real y el empleo total como variables dependientes, se obtuvieron coeficientes negativos para el precio del petróleo, como era de esperarse. Sin embargo, como se mencionó en la introducción, en las investigaciones sobre ese tema se ha levantado el planteamiento de que dicha variable tiene efectos asimétricos sobre la actividad económica. Esto es, sus reducciones no se transmiten a la economía de la misma forma que los aumentos. Para explorar dicha conjetura para el caso de Puerto Rico, donde el petróleo es un insumo energético muy importante, se sustituyó en la ecuación del PNB real el precio del petróleo por dos

variables que diferencian los cambios negativos de los positivos: P^- y P^+ como se discutió en la metodología.

En la Tabla 5 se informan los resultados de esa nueva estimación. El modelo consideró el mismo conjunto de variables independientes usados en los otros dos modelos y se retuvieron, además de las dos variables del precio de petróleo, las que resultaron ser estadísticamente relevantes. Se identificó un cambio estructural en los parámetros en 1975 por lo que se incluyó una variable binaria ($d75$) para atender ese cambio. Además, se corrigió por autocorrelación de primer grado en los residuos. Como es evidente de los estadísticos presentados en dicha Tabla el modelo ajusta bien los datos. El coeficiente de determinación estimado fue 79%, el nivel de significancia del mismo es alto a juzgar por el valor-p del estadístico F y no se puede rechazar la hipótesis de que los residuos son aleatorios. No obstante, los coeficientes de las variables que miden las reducciones en el precio real del petróleo no resultaron ser estadísticamente distintos de cero a juzgar por los valores-p de t. Como pudiera existir un problema de multicolinealidad se realizó una prueba de exclusión de las dos variables asociadas a las bajas en el precio del petróleo. Los resultados de esta Prueba se presentan en la parte inferior de la a Tabla 5. Como vemos no se puede rechazar la hipótesis de que en conjunto los coeficientes son iguales a cero.

Tabla 5
Algunos Resultados de la Estimación
de la ecuación par las tasas de crecimiento del PNB real

Variable	Coefficiente	Error estándar	Valor-P de t
C	0.060	0.006	0.000
P⁺(-1)	-0.029	0.010	0.007
P⁺	-0.027	0.010	0.008
P⁻	-0.008	0.020	0.683
P⁻(-1)	0.020	0.020	0.325
D75	-0.033	0.008	0.000
RREAL	-0.003	0.001	0.031
D(INV)	0.000	0.000	0.016
DLOG(LTOTAL)	0.239	0.102	0.024
AR(1)	0.450	0.147	0.004
R²	0.780784		
Estadístico-F	16.22557		
Valor P de F	0		
Q (3)	0.7909		0.673
Prueba de Exclusión de Wald			
Ho: Los coeficientes de P ⁻ y de P ⁻ (-1)= 0			
Estadístico	Valor	Grados de libertad	valor-P
F	.940	(2,41)	.399
Ji Cuadrado	1.879	2	.391

Los resultados de estos análisis sugieren que los aumentos en el precio del petróleo afectan la actividad económica, pero no así sus reducciones. Una explicación¹¹ para esta asimetría es que los impulsos positivos en el precio del petróleo, que han sucedido en el pasado, han ocasionado cambios en la composición industrial de la economía de Puerto Rico de carácter irreversible. Así que, las reducciones posteriores no han podido retornar la economía a la senda de crecimiento que manifestaba antes de los *shocks*, sino que la han desplazado a través de una trayectoria distinta y aparentemente más baja. Dicha información estaría incorporada en las series económicas por lo que los análisis estadísticos que hemos realizado parece que la han podido extraer.

Dicho hallazgo es de suma importancia para actividad económica del país en momentos en que el precio del petróleo está a niveles altos, ya que reducciones futuras no asegurarían la recuperación económica, aún bajo el supuesto de que los incrementos en esta variable fuera la causa principal de dicho fenómeno.

V. Comentarios Finales

En este artículo se examinaron los efectos de cambios en el precio del petróleo sobre la actividad económica real en Puerto Rico. Se consideraron dos asuntos principales: la estabilidad de la relación actividad económica real/ precio del petróleo, y la simetría de tal relación.

En el escrito se expusieron varios mecanismos de propagación de impulsos en esta variable a la actividad económica real. Además, señalamos que no existe un consenso sobre la importancia de los efectos del precio de este insumo de producción sobre el desempeño de la economía. Para que éste tenga impactos importantes no solamente es necesario que el petróleo o sus derivados se utilicen en gran parte de los procesos productivos de la economía, sino que además se requiere que el gasto en dicho factor sea una parte significativa de la estructura de costos de las distintas empresas.

Los métodos estadísticos utilizados identificaron tres cambios en los parámetros que describen la relación entre el precio del petróleo y el PNB real de Puerto Rico ocurridos a partir de la década de los sesenta: uno a mediados de 1970, otro en 1984 y uno en 2005. Esos cambios tuvieron el efecto de reducir la importancia del costo de ese insumo de producción en la actividad económica del país.

Por otro lado, los resultados de los análisis de asimetría sugieren que los aumentos en el precio del petróleo afectan la actividad económica, pero no así sus reducciones. Una explicación para esta asimetría es que los impulsos positivos en el precio del petróleo, que han sucedido en el pasado, han causado la eliminación del mercado de empresas poco eficientes en sectores intensivos en el uso de ese insumo y aumentado la producción en los sectores menos afectados por el *shock*. Por tanto, estos cambios en la composición

¹¹ La sustitución de petróleo por otras fuentes energéticas en los procesos productivos y en algunos usos domésticos es la explicación que más frecuentemente se ofrece.

industrial de la economía de la isla pudieran ser muy difíciles de revertir, ya que existen costos hundidos. Por lo que las reducciones posteriores en el costo del petróleo no han podido retornar la economía al estado en que estaba antes de la perturbación.

Ese hallazgo es de suma importancia la formulación de políticas económicas contra-cíclicas en momentos en que el precio del petróleo está a niveles altos y la economía en contracción, ya que reducciones futuras en dicho precio no asegurarían la recuperación económica, aún bajo el supuesto de que los incrementos en esa variable fuera la causa principal de dicho fenómeno. No se podría depender de esas reducciones para restablecer el crecimiento de la economía.

Bibliografía

- Alameda, J. y A. Mann** (1989) "Energy Price Shocks, Input Price Changes and Developments Implications: A Translog Model Applied to Puerto Rico" **The Journal of Developments Studies**, 25, 329-43.
- Andrews, Donald W.K.** (1993). Test for Parameter Instability and Structural Change with Unkown Change Point" *Econometrica* 61(4) 821:56.
- Bai, Jushan.** 1997b. "Estimating Multiple One at a Time." *Econometric Theory*. June, 13:3: 315-52.
- Bai, Jushan and Pierre Perron.** 1998. "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes." *Econometrica*. January, 66:1, pp. 47-78.
- Bai, Jushan, Robin L. Lumsdaine and James H. Stock.** 1998. "Testing for and Dating Common Breaks in Muldvariate Time Series." *Review of Economic Studies*. July, 64:3: 395-432.
- Bai, Jushan.** 1997. "Estimating Multiple Breaks Once at a Time". *Econometric Theory*. June 13:3: 315-52.
- Bai, Jushan.** 1997."Estimation of a Change Point in Multiple Regression Models". *Review of Economics and Statistics*. November, 79:4: 551-63.
- Banerjee, A., Robin L. Lumsdaine and James H. Stock.** 1992. "Recursive and Sequential Tests of the Unit-Roots and Trend-Break Hypotheses: Theory and International Evidence." *Journal of Business and Economic Statistics*. July, 10:3: 271-87.
- Barro, R. J.** (1996) "Inflation and Growth" **Federal Reserve Bank of St. Louis Review**, 78(3): 153-169.
- Burbidge, J, y A. Harrison (1984), "Testing for the Effects of Oil-Prices Rises using Vector Autorregressions" **International Economic Review** 25 (1984), 459-84.
- Chow, Gregory C.** 1960. "Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions." *Econometrica*. 28:3, pp. 591-605.
- Darby, M. (1982). "The Price of Oil and World Inflation and Recessions: **American Economic Review**, 72: 738-51.
- Davis, S.J (1987) "Allocative Disturbances and Specific Capital In Real Business Cycle Theories" **American Economic Associations Paper and Proceeding**, 11, 326-32.

- Dickey, David A. and Wayne A. Fuller.** 1979. "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root." *Journal of the American Statistical Association*. June, 74:366, pp. 427-31.
- Dickey, David A. and Wayne A. Fuller.** 1981 "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series With Unit Root", *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Dotsey, M. (1992), "Oil Shocks, Monetary Policy, and Economic Activity" **Federal Reserve Bank of Richmond Economic Review** 78, 14-27.
- Engle, R.** (1982), "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation" **Econometrica**, 50, 987-1008.
- Friedman, Milton** (1977) "Nobel Lecture: Inflation and Unemployment" **Journal of Political Economy** vol 85, 451-72.
- Goff B. L. Y M.Toma** (1993), "Optimal Seigniorage, the Gold Standard, and Central Bank Financing" **Journal of Money, Credit and Banking**, 25(1):79-95.
- Granger C.W.J. y T. Terasverta** (1993), **Modeling Nonlinear Economic Relationships**, Oxford University Press.
- Hamilton, J.D.(1983) "Oil and Macroeconomics since World War II" *Journal of Political Economic*, 96 , 228-48.
- Hansen, R.E (1998), "Testing for Structural Change in Conditional Models", Manuscrito, Boston College: 26 páginas.
- Hartman R. (1991), "Relative Price: Variability and Inflation" **Journal of Money Credit and Banking**, 23(2) 185-205.
- Hooker, M.A. (1996), "What Happened to the Oil Price-Macroeconomy Relationship" **Journal of Monetary Economics**.
- Huizinga J. (1993) Inflation Uncertainty, Relative Price Uncertainty and Investment in U.S. Manufacturing, **Journal of Money Credit and Banking**, , 25 521-549.
- Humphrey T.M. (1998), "Historical Origins of the Cost-Push Fallacy", **Economic Quarterly, Federal Reserve Bank of Richmond**, (verano): 53-74.
- Kim, I., and P. Loungani (1992) "The Role of Energy in Real Business Cycle Models" **Journal of Monetary Economics** 29: 173-89.
- Lilien, D.M. (1982) "Sectoral Shifts and Cyclical Unemployment" **Journal of Political Economy**, 90: 777-83.

- Lucas R. (1994), “The Welfare Cost of Inflation”, CEPR publication 394, Stanford University.
- Mork, K. A. (1989), “Oil and the Macroeconomics When Prices Go Up and Down: An Extension of Hamilton’s Results” **Journal of Political Economy** 97, 740-44.
- Quandt R.** (1960) “Test of the Hypothesis that a Linear Regression Obeys Two Separate Regimes”. *Journal of the American Statistical Association*. 55 324-30.
- Raymond J.E. y R.C.Rich (1997) “Oil and Macroeconomy: A Markov State-Switching Approach, **Journal of Money Credit and Banking** 29 193-213.
- Rotemberg, J.J., y M. Woodford. (1996), “Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity” **Journal of Money Credit and Banking**, vol.28, 549-577.
- Tobin, J. (1980) “Stabilization Policy Ten Years After” **Broking Papers on Economic Activity**, 19-71.
- Toledo Wilfredo (1997) “Precio del Petróleo, Oferta Monetaria Interna y las Fluctuaciones Económicas” publicado en el libro, **Economía** de McConnell y Brue, McGraw Hill, 2001 págs 266a-266b.
- Toledo, Wilfredo y Julio César Hernández (2008), “Impactos de cambios en el precio del petróleo y la política monetaria de Estados Unidos sobre el empleo sectorial en Puerto Rico”, Unidad de Investigaciones Económicas, Departamento de Economía, UPR Río Piedras, Serie de Ensayos Y Monografías Núm 140.