

Influencia de los precios del sector energético en la formación del vector general de precios y en el costo de la vida. Una interpretación estructural

Manuel Castillo Soto,
Gloria de la Luz Juárez, y Alfredo Sánchez Daza*

Aportes, Revista de la Facultad de Economía, BUAP, Año XVIII, Número 49, Septiembre - Diciembre de 2013

Introducción

El presente trabajo pretende contribuir, en la discusión actual, sobre el papel que juega el sector energético en la economía nacional. El papel que juega la actividad energética como multiplicador de la actividad económica está fuera de discusión y por lo tanto no es tema de esta investigación. Nuestro estudio se centra solamente en el rol que juega este importante sector como multiplicador, pero sólo de las presiones inflacionarias.

El enfoque que orienta este trabajo es estructural, entendido este como un análisis que incorpora el estudio sectorial para recuperar, aunque sea de manera lineal, la naturaleza sistémica que ofrece el análisis intersectorial que ofrece el análisis insumo producto.

Los autores usan un algoritmo presentado en 1989 por Castillo M. Blanno R. que a su vez es una generaliza-

ción del trabajo desarrollado por P. Norregaard Rasmussen del caso particular de «un» sector industrial en 1963. El propósito de esta generalización fue diseñar un algoritmo que permitiera medir el efecto de los precios de un bloque de sectores «exógenos» en la formación del nivel general de precios y en el índice del costo de la vida.

Como se mencionó anteriormente el trabajo original de Rasmussen, fue desarrollado en un sentido escalar (un solo sector), Castillo y Blanno le dan solución matricial y con el algoritmo resultante se pueden deducir un bloque de precios, $(n-k)$ de un vector de precios (k) considerados exógenos. Entonces se hacen simulaciones de las variaciones de los « k » precios exógenos y se miden los efectos, que estos tienen sobre el resto de $(n-k)$ precios de la economía.

El trabajo que se presenta aquí tiene una limitación importante, la información sectorial que se ocupa es del 2003 y fue presentada en el año 2007 por el

*Profesores-investigadores del Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

INEGI,¹ Sin embargo y a pesar del rezago evidente de la información disponible, los autores consideran que cuando se trata de información de corte estructural, el análisis insumo-producto es relevante porque la dinámica inter-industrial se mueve a una velocidad mucho menor que la del resto de las variables agregadas. Donde la constancia de los coeficientes técnicos es un supuesto que se puede considerar en tiempos más prolongados.

El presente trabajo toma la matriz de transacciones totales del año 2003, y se hace una combinación de la matriz de 79 sectores con la de 20 sectores. Por fines analíticos, se tomaron cinco sectores de la matriz a 79 sectores, tres de los cuales integran el sector energético: Extracción de petróleo y gas; Generación, transmisión y suministro de energía eléctrica; Agua y suministro de gas por ductos al consumidor final.

Por otra parte, de la matriz de 20 sectores se tomaron las 18 ramas de actividad restantes. Dando lugar a una matriz de 23×23^2 que fue la que se utilizó en las simulaciones y aplicación del algoritmo antes comentado.

En este trabajo se discuten dos aspectos particulares: Determinar mediante la cuantificación el impacto que tiene el proceso inflacionario del sector energético en el resto de los precios de

la economía y del mismo modo cuantificar el efecto en el gasto del consumidor final. Aunque es de naturaleza obvia la influencia del sector energético, este trabajo presenta datos duros de esta relación.

De esta manera, usando el algoritmo propuesto por Castillo y Blanno se calcula el impacto que tienen las variaciones de los precios de los cinco sectores en el índice de precios general y en el índice del costo de la vida, tomando los sectores que conforman la actividad energética como un conjunto de industrias cuyos precios se consideran exógenas y como determinan los precios de las actividades restantes, en una suerte de simulación que nos muestra la interdependencia de la economía con un sector que se considera multiplicador del proceso inflacionario.³

La presentación, desarrollo y conclusiones del modelo sigue el siguiente esquema: Primero se plantea el modelo matemático que es el modelo de precios derivado del esquema de análisis Insumo-Producto de Leontief, usando la reinterpretación de Rasmussen.⁴

Segundo se hace una revisión crítica del algoritmo de determinación de precios, que generaliza el esquema propuesto por Rasmussen y que se debe a Castillo y Blanno. Tercero, se analizan

¹ INEGI (2007) Matriz simétrica total de Insumo-Producto por subsector de actividad. En miles de pesos, a precios básicos de 2003. INEGI México

² Véase apéndice II

³ Véase Castillo M. y Blanno R. (1989) pp. 129-135

⁴ Rasmussen.P.N.(1956).Relaciones intersectoriales. Madrid,Aguilar ,1963.

y se interpretan los resultados obtenidos, suponiendo en todo momento que una parte importante de los precios del sector energético son exógenos.

El Modelo.

La presentación del modelo es en dos partes: en la primera se discute analíticamente el problema planteado por Rasmussen, con el propósito de estimar el efecto que tiene, la modificación en el precio de «un» sector exógeno, sobre los precios del resto de las industrias de la economía, y usando los coeficientes de consumo se utiliza también para calcular el efecto en el costo de la vida⁵.

En la segunda, se presenta el modelo generalizado por Castillo y Blanno (1989), y posteriormente se hace la simulación para medir el efecto inflacionario del sector energético. En el apéndice II se presenta el esquema básico de la matriz simétrica de transacciones totales que se usa tanto para desarrollar el algoritmo como para hacer la aplicación de determinación de precios como función de los precios sectoriales de la actividad energética.

Partiendo del modelo clásico de Leontief:

$$1) \quad \mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{X}_d$$

con la solución:

$$1.1) \quad \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{X}_d$$

⁵ Se utiliza la misma notación de Rasmussen para que la referencia al texto sea más directa.

Definiciones:

$$2) \quad \mathbf{X} = [\mathbf{X}_{ij}] \quad i, j = 1, 2, \dots, 23$$

Es la matriz de transacciones internas incluye las importaciones. Por lo tanto se refiere a la matriz de transacciones totales.

$$3) \quad \sum_{j=1}^{23} \mathbf{X}_{ij} = \mathbf{X}_i \quad i, j = 1, 2, \dots, 23$$

Representa el total de la demanda intermedia.

$$4) \quad \mathbf{X}_{id} = \mathbf{X}_{ic} + \mathbf{X}_{ig} + \mathbf{X}_{iFBK} + \mathbf{X}_{iVE} + \mathbf{X}_{ix} + \mathbf{X}_{iM}$$

Es el vector del total de la demanda final para $i, j = 1, 2, \dots, 23$

$$5) \quad \sum_{j=1}^{23} \mathbf{X}_{vj} = \mathbf{V}_{AB}$$

Es el valor agregado bruto de la Economía.

En el caso de la matriz que se ocupa se tiene:

$$5.1) \quad \mathbf{X}_{vj} = \mathbf{I}_{Nj} + \mathbf{P}_{IBj}$$

Donde \mathbf{I}_{Nj} son impuestos netos y \mathbf{P}_{IBj} es el Producto interno bruto de cada sector.

$$6) \quad \mathbf{x}_i = \mathbf{X}_i + \mathbf{X}_{id} \quad i, j = 1, 2, \dots, 23$$

Donde \mathbf{x}_i en el valor bruto de la producción del sector i

$$7) X_{vj} = x_j - \sum_{j=1}^{23} X_{ij}$$

Es el valor agregado bruto para el sector j

$$8) X_{ij} = A_{ij}x_j$$

Es la transacción ij como proporción del x_j

$$8.1) A_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$$

Representa el coeficiente técnico correspondiente.

$$9) x_i = X_{id} + \sum_{j=1}^{23} A_{ij}x_j$$

$i = 1, 2, \dots, 23$. El valor bruto de la producción como la suma de la demanda final más la demanda intermedia.

De la solución del modelo inicial (1.1) se tiene:

$$10) x_i = R_{ij}X_{id}$$

donde: $R = (I - A)^{-1}$

La ecuación 9 se puede escribir:

$$11) x_i = X_{id} + \sum_{j=1}^{23} X_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, 23$$

11.1) En forma matricial:

$x = Xd + Xl$ de orden (23×1) donde l es un vector de unos.

Retomando

$$7.1, A_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad \text{donde } A = \{A_{ij}\}$$

en la matriz de coeficientes técnicos.

Entonces, A en forma matricial se puede escribir así:

$$12) A = X\hat{x}^{-1}$$

donde \hat{x} es la matriz diagonal de x

Por su parte la ecuación 9 puede escribirse así:

$$x_i = X_{id} + \sum_{j=1}^{23} X_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, 23$$

Por lo tanto se tienen las siguientes expresiones matriciales:

$$13) x = X_d + Ax$$

$$14) x = (I - A)^{-1}X_d$$

$$15) x = RX_d \quad \text{donde } R = (I - A)^{-1}$$

Por su parte los coeficientes técnicos de los ingresos del gobierno (Impuestos Netos) y de la renta nacional (PIB)

$$16) A_{Tj} = \frac{x_{INj}}{x_j}, \quad A_{PIBj} = \frac{x_{PIBj}}{x_j}$$

Coefficientes técnicos de los ingresos totales.

$$17) A_{vj} = \frac{x_{vj}}{x_j}$$

donde $X_{vj} = X_{INj} + X_{PIBj}$

Precios

Ahora introduzcamos el índice de cambio en los precios « P_i »

18) $x_i^* = P_i x_i \quad i = 1, 2, \dots, 23.$

donde x es el valor de la producción en el año corriente y P_i es un índice de cambio en los precios respectivo.

19) $X_{ij}^* = P_i X_{ij}$

es la transacción inter-industria en el valor del año corriente.

20) $X_{vj} = x_j - \sum_{i=1}^{23} X_{ij}$

es el valor agregado bruto en el año corriente $i = 1, 2, \dots, 23.$ o bien:

21) $X_{vj}^* = w_j X_{vj}$

donde w_j es un índice de cambio de los ingresos $j = 1, 2, \dots, 23.$

También se puede expresar así:

22) $X_{vj}^* = w_j X_{vj} = P_i x_i - \sum_{i=1}^{23} P_i X_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, 23.$

En términos matriciales:

$$\hat{X}_v W = \hat{x} P - X' P = [\hat{x} - X'] P$$

23) $[\hat{x} - X'] P = \hat{X}_v W$

donde \hat{X}_v es la matriz diagonal de X_v , y X' es la matriz traspuesta de X .

Si se define la matriz:

24) $\rho = [\hat{x} - X']^{-1}$

entonces se tiene

25) $P = \rho^{-1} \hat{X}_v W.$

Esta matriz; « $\rho = [\hat{x} - X']^{-1}$ »

es perfectamente conocida. Recuerde que:

$$\hat{x} - X' = \hat{x}(I - A') \implies \text{Si se invierte esta última expresión: } [\hat{x}(I - A')]^{-1}$$

Por las propiedades de la inversa.

$$\begin{aligned} [\hat{x} - X']^{-1} &= [\hat{x}(I - A')]^{-1} = \\ (I - A')^{-1} \hat{x}^{-1} &= [(I - A)^{-1}]' \hat{x}^{-1} \\ \implies \rho &= [(I - A)^{-1}]' \hat{x}^{-1} \end{aligned}$$

Volviendo a la ecuación 25 en términos escalares

26) $P_i = \sum_{j=1}^{23} \rho_{ij} (X_{vj} w_j)$

26) donde: $\frac{\partial P_i}{\partial w_j} = \rho_{ij} X_{vj}$

Donde el precio de la producción de la industria i está en función de los precios de los factores primarios.

Suponiendo que los precios de un bloque de industrias son exógenos, como sucede en aquellas economías donde el Estado tiene control de la

actividad energética, por considerarla *estratégica*.

Para nuestro propósito se toman las $K=2, 3, 4, 5, 6$ industrias de un total de 23 vectores de actividad. También se supone que la renta, y el precio de las importaciones de las $n-k$ industrias restantes se mantienen constantes.⁶ La simulación se centra en analizar como el cambio de los precios de las k (2,3,4,5,6) industrias afectará las variaciones de los precios de las 18 industrias restantes. Que son los sectores 1,7,8.....23.

Como se menciona arriba, se abordará primeramente el caso particular, es decir tomando una sola industria «K», que se debe a Rasmusen.⁷ Tomando un sector cualquiera «K», la ecuación 26 puede escribirse como sigue:

$$27) P_k = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{23} \rho_{kj} (w_j X_{vj}) + \rho_{kk} (w_j X_{vj})$$

Su precio en el año base:

$$P_k = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{23} \rho_{kj} (X_{vj}) + \rho_{kk} (X_{vj}) = 1$$

$$P_k = w_j = 1$$

⁶ Las importaciones no están incluidas en este análisis toda vez que se trata de la matriz de transacciones totales.

⁷ Véase Rasmusen pp. 55-57

Entonces se tiene;

$$28) \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{23} \rho_{kj} (X_{vj}) = 1 - \rho_{kk} (X_{vj})$$

Retomando nuevamente el año corriente, usando la ecuación 27 y suponiendo que aún en el año corriente $W_j = 1$ para las $n-k$ industrias restantes. Se tiene:

$$29) P_k = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{23} \rho_{kj} (X_{vj}) + \rho_{kk} (w_j X_{vj})$$

e introduciendo 28 en esta última expresión,

¿Lo que resulta entonces:

$$P_k = 1 - \rho_{kk} (X_{vj}) + \rho_{kk} (w_j X_{vj}) \Rightarrow$$

30)

$$P_k = 1 + \rho_{kk} (w_j X_{vj}) - \rho_{kk} (X_{vj}) + \rho_{kk} \Rightarrow$$

$$31) P_k = 1 + \rho_{kk} X_{vj} (w_j - 1)$$

Para cualquier industria $i \neq k$;

$$32) P_i = 1 + \rho_{ik} X_{vj} (w_j - 1)$$

Regresando a 31 donde se conoce P_k porque es exógeno

$$P_k = 1 + \rho_{kk} X_{vj} (w_j - 1)$$

Se puede despejar $(W_j - 1)$ de esta expresión, entonces.

$$33) \quad (w_j - 1) = \frac{P_{k-1}}{\rho_{kk} X_{vj}},$$

sustituyendo 33 en 32

$$P_i = 1 + \rho_{ik} X_{vj} \left(\frac{P_{k-1}}{\rho_{kk} X_{vj}} \right) \Rightarrow$$

$$P_i = 1 + \frac{\rho_{ik} X_{vj}}{\rho_{kk} X_{vj}} (P_k - 1)$$

Por lo tanto:

$$34) \quad P_i = 1 + \frac{\rho_{ik}}{\rho_{kk}} (P_k - 1)$$

Y de esta forma se deduce P_i , donde $i = 1, 2...n \neq k$ como función de P_k , que es considerado exógeno.

Hasta aquí el desarrollo de Rasmussen.⁸

Ahora bien, una vez presentado el caso particular, en seguida se inserta el desarrollo de Castillo y Blanno (1989) donde el problema presentado por Rasmussen se generaliza y se construye un algoritmo para la determinación de n-k precios en función de k (2,3,4,5,6) precios exógenos.

Los 5 precios exógenos, correspondientes a los 3 sectores que conforman la actividad energética: 2) Extracción de petróleo y gas, 5) Generación sumi-

nistro de energía eléctrica, 6) Agua y suministro de gas al consumidor final. Los otros dos sectores (3 y 4) son los relacionados con la minería. Estos últimos, aunque están en el bloque de sectores exógenos, no se ocupan en la simulación. Así que solo se moverán los 3 sectores energéticos de los cuales se deducirán los precios correspondientes de los 18 sectores restantes.

Tomemos de nuevo la ecuación 26)

$$P_i = \sum_{j=1}^{23} \rho_{i,j} (w_j X_{vj})$$

Con la finalidad de ganar en claridad y hacer más explícitos los pasos del algoritmo, la discusión se expone, en forma escalar como matricial.⁹

La ecuación 26);

$$P_i = \sum_{j=1}^{23} \rho_{i,j} (w_j X_{vj})$$

$$\dots\dots P_{23,1} = \rho_{23,23} \hat{X} v_{23,23} W_{23,1}$$

Recuerde que los sectores exógenos en este estudio son las actividades; 2, 3, 4, 5 y 6 y el resto; 1, 7, 8...23 son los endógenos. Por lo tanto la ecuación 26 se puede descomponer como sigue:

$$35) \quad P_i = \sum_{j=2}^6 \rho_{i,j} (w_j X_{vj}) + \sum_{j=1,7}^{23} \rho_{i,j} (w_j X_{vj})$$

$$P_{23,1} = \rho_{23,23} \hat{X} v_{23,23} W_{23,1}$$

...

⁸ Se puede consultar la obra original de Rasmussen pp. 57 y 58, donde el autor habla de que se puede generalizar este procedimiento para un bloque de industrias cuyos precios son exógenos. Pero evidentemente lo deja pendiente.

⁹ Cuando se escribe se refiere a un escalar, por su parte cuando se escribe donde n y m son números entre 1 y 23 se refiere a una matriz.

En el año base

$$P_i = 1 \quad \forall i \quad \text{y} \quad w_j = 1$$

y, Para propósitos expositivos, cuando se define los sectores; $j=1,2,\dots,5$, nos referiremos a los 5 sectores exógenos: 2, 3, 4, 5 y 6. Y cuándo nos referimos a los sectores; $j=6,7,\dots,23$, se trata de los sectores 2,7, 8....23¹⁰.

Una vez hecha esta aclaración la ecuación 35) queda así:

$$1 = \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (Xv_j) + \sum_{j=6}^{23} \rho_{ij} (Xv_j) \dots$$

$$l_{24,1} = \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}L_{5,1} + \rho_{23,18} \hat{X}v_{18,18}L_{18,1}$$

Despejando el sistema (n, n-k) donde $K=5$ y $n=23$, Se tiene: 36)

$$\sum_{j=6}^{23} \rho_{ij} (Xv_j) = 1 - \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (Xv_j) \dots\dots$$

$$\dots\rho_{23,18} \hat{X}v_{18,18}L_{18,1} = L_{23,1} - \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}L_{5,1}$$

Nuevamente en el período corriente para las n-k industrias, por lo tanto se tiene:

$$37) \quad P_i = \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (w_j Xv_j) + \sum_{j=6}^{23} \rho_{ij} (Xv_j) \dots$$

$$P_{23,1} = \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}W_{5,1} + \rho_{23,18} \hat{X}v_{18,18}L_{18,1}$$

¹⁰ De esta forma, se tiene una matriz de 23x23 con 5 sectores considerados exógenos y 18 endógenos.

Sustituyendo la ecuación 36 en la ecuación 37.

$$P_i = \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (w_j Xv_j) + \left[1 - \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (Xv_j) \right] \dots$$

$$P_{23,1} = \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}W_{5,1} + L_{23,1} - \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}L_{5,1}$$

De aquí derivamos la ecuación 38)

$$P_i = 1 - \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (Xv_j) + \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (w_j Xv_j) \dots$$

$$P_{23,1} = L_{23,1} - \rho_{23,5} Xv_{5,5}L_{5,1} + \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}W_{5,1}$$

La ecuación 38 puede escribirse así:

$$P_i = 1 + \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (w_j Xv_j) - \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} (Xv_j) \dots$$

$$P_{23,1} = L_{23,1} + \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}W_{5,1} - \rho_{23,5} Xv_{5,5}L_{5,1}$$

De esta forma resulta la ecuación 39

$$P_i = 1 + \sum_{j=1}^5 \rho_{ij} Xv_j (w_j - 1) \dots$$

$$\dots P_{23,1} = L_{23,1} + \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}(w - L)_{5X1}$$

Ahora tomando las primeras K ecuaciones de sistema 39) se deriva la siguiente expresión 40)

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} \dots \rho_{1,5} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} \dots \rho_{2,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{5,1} & \rho_{5,2} \dots \rho_{5,5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Xv_1 & 0 \dots 0 \\ 0 & Xv_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \dots & Xv_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 - 1 \\ W_2 - 1 \\ \vdots \\ W_5 - 1 \end{bmatrix}$$

$$\dots P_{5,1} = L_{5,1} + \rho_{5,5} \hat{X}v_{5,5}(W - L)_{5X1}$$

Como siempre L es un vector de unos. Y como se conocen P_1, P_2, \dots, P_5 , se puede despejar $(W - L)_k$ aprovechando las propiedades de la inversa:

$$\begin{bmatrix} P_1 - 1 \\ P_2 - 1 \\ \vdots \\ P_5 - 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} \dots \rho_{1,5} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} \dots \rho_{2,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{5,1} & \rho_{5,2} \dots \rho_{5,5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Xv_1 & 0 \dots 0 \\ 0 & Xv_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \dots & Xv_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 - 1 \\ W_2 - 1 \\ \vdots \\ W_5 - 1 \end{bmatrix}$$

$$\dots (P - L)_{5,1} = \rho_{5,5} \hat{X}v_{5,5}(W - L)_{5X1}$$

41)

$$\begin{bmatrix} W_1 - 1 \\ W_2 - 1 \\ \vdots \\ W_5 - 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xv_1 & 0 \dots 0 \\ 0 & Xv_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \dots & Xv_5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} \dots \rho_{1,5} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} \dots \rho_{2,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{5,1} & \rho_{5,2} \dots \rho_{5,5} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_1 - 1 \\ P_2 - 1 \\ \vdots \\ P_5 - 1 \end{bmatrix}$$

$$\dots (W - L)_{5,1} = \hat{X}v_{5,5}^{-1} \rho_{5,5}^{-1} (P - L)_{5X1}$$

Tomando nuevamente el sistema 39) pero para el resto de las n-k ecuaciones:

39)

$$P_{23,1} = L_{23,1} + \rho_{23,5} \hat{X}v_{5,5}(W - L)_{5X1}$$

Se tiene el siguiente sistema de ecuaciones: 42)

$$\begin{bmatrix} P_6 \\ P_7 \\ \vdots \\ P_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \rho_{6,1} & \rho_{6,2} \dots \rho_{6,5} \\ \rho_{7,1} & \rho_{7,2} \dots \rho_{7,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{23,1} & \rho_{23,2} \dots \rho_{23,5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Xv_1 & 0 \dots 0 \\ 0 & Xv_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \dots & Xv_5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 - 1 \\ W_2 - 1 \\ \vdots \\ W_5 - 1 \end{bmatrix}$$

$$\dots P_{18,1} = L_{18,1} + \rho_{18,5} \hat{X}v_{5,5}(W - L)_{5X1}$$

Sustituyendo 41) en 42)

$$\begin{bmatrix} P_6 \\ P_7 \\ \vdots \\ P_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \rho_{6,1} & \rho_{6,2} \dots \rho_{6,5} \\ \rho_{7,1} & \rho_{7,2} \dots \rho_{7,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{23,1} & \rho_{23,2} \dots \rho_{23,5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Xv_1 & 0 \dots 0 \\ 0 & Xv_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \dots & Xv_5 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Xv_1 & 0 \dots 0 \\ 0 & Xv_2 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 \dots & Xv_5 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} \dots \rho_{1,5} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} \dots \rho_{2,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{5,1} & \rho_{5,2} \dots \rho_{5,5} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_1 - 1 \\ P_2 - 1 \\ \vdots \\ P_5 - 1 \end{bmatrix}$$

$$P_{18,1} = L_{18,1} + \rho_{18,5} \hat{X}v_{5,5} \hat{X}v_{5,5}^{-1} \rho_{5,5}^{-1} (P - L)_{5X1}$$

Entonces se tiene 43:

$$\begin{bmatrix} P_6 \\ P_7 \\ \vdots \\ P_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \rho_{6,1} & \rho_{6,2} \dots \rho_{6,5} \\ \rho_{7,1} & \rho_{7,2} \dots \rho_{7,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{23,1} & \rho_{23,2} \dots \rho_{23,5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_{1,1} & \rho_{1,2} \dots \rho_{1,5} \\ \rho_{2,1} & \rho_{2,2} \dots \rho_{2,5} \\ \vdots & \vdots \\ \rho_{5,1} & \rho_{5,2} \dots \rho_{5,5} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_1 - 1 \\ P_2 - 1 \\ \vdots \\ P_5 - 1 \end{bmatrix}$$

Se tiene la ecuación básica de determinación de los precios en función de un grupo de precios exógenos.¹¹ Ecuación 43.

$$P_{18,1} = L_{18,1} + \rho_{18,5} \rho_{5,5}^{-1} (P - L)_{5X1}$$

¹¹ Véase Castillo, Blanno pp.135

*Resultados de la simulación
y análisis del caso*

De acuerdo a la metodología anterior y tomando la ecuación «básica» (Ecuación # 43) y tomando como base, la matriz de Insumo-Producto 2003, con su sector energético desagregado, se hizo la simulación siguiente: Se modificaron los precios de tres de los sectores; 2, 5 y 6 (de la matriz de 23 sectores véase apéndice II) que son respectivamente;

2. Extracción de petróleo y gas

5. Generación suministro de energía eléctrica.

6. Agua y suministro de gas al consumidor final.

De esta manera se incrementaron los precios en un 10% en estos tres sectores y se midió la influencia de este bloque energético sobre el resto de los precios sectoriales y por supuesto sobre el nivel general de precios y del índice del costo de la vida¹²

Los resultados de la simulación exhiben la enorme influencia en la formación de precios de la economía que tiene el costo que proviene de la actividad energética.

Es necesario comentar que los resul-

¹² Partiendo de la ecuación 43, puede determinarse el impacto sobre el nivel general de precios y sobre el costo de la vida producido por cambios exógenos en las cinco ramas del sector primario. Usando las fórmulas siguientes:

$$IGP = \sum_{j=1}^{24} P_j \left(\frac{X_j}{x_i} \right) \text{ y } ICV = \sum_{j=1}^{24} P_j \left(\frac{X_{Cj}}{X_C} \right)$$

donde X_{ci} es el consumo del sector i y X_c es el consumo total.

tados son válidos, desde un punto de vista estructural, de ahí su importancia para calificar a esta actividad como un sector multiplicador de las presiones inflacionarias.¹³

Resultados de la simulación:

Si los tres sectores del bloque energético aumentan de manera exógena en un 10% sus precios, se tiene que el nivel general de precios se incrementa en un 1.1% (mayor a la unidad). Por su parte el impacto en el costo de la vida es de .73% Lo cual es considerable, reforzando la idea de que es un sector energético es multiplicador de la inflación.

Este resultado demuestra lo vulnerable que es la economía, por su dependencia con el sector energético. Ya que el impacto de 1.11% en el nivel general de precios es considerable si tomamos en cuenta que son sólo 3 de 23 sectores los que cambian.

Manuel Castillo y Abel Pérez hacen el mismo ejercicio pero haciendo variar los precios pero ahora del sector agrícola, obteniéndose los siguientes resultados:

- Si se incrementan los precios en 5% en el sector agrícola su influencia en los dos respectivos indicadores son: El nivel general de precios se incrementa en un 0.167% por su parte su impacto en el costo de la vida es de 0.164%
- Con esta evidencia queda claro

¹³ Véase Puchet M. pp. 80.

que sectores son multiplicadores y
que sectores son amortiguadores

de las presiones inflacionarias.
Véase Puchet A. Martin (1989).

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Quiroz, Pedro *et. al.* (1987) *Análisis Aplicado de Insumo-Producto: Una Revisión*, C.I.D.E. México,
- Castillo M. y Blanno R. (1989). "Los precios de garantía y la inflación. Un enfoque de insumo-producto." *Análisis Económico* Vol. VIII No.14. ISSN 0185-39 UAM-A.
- Castillo Manuel, Perez Abel. "Algoritmo para medir la influencia de los precios del sector agrícola en el nivel general de precios de la Economía." *Revista de Economía Agrícola*. Chapingo. 2013.
- De Clementi, Maurizio *et. al.* (1987) Cumulative inflation and dynamic input-output modelling, *Economic Letters*.
- INEGI (2007) Matriz simétrica total de Insumo-Producto por subsector de actividad. En miles de pesos, a precios básicos de 2003, INEGI México.
- INEGI-SARH. (1980) Matriz de Insumo-Producto de México, desagregación del sector agropecuario y forestal, año 1980, México.
- Leontief, W. (1966). *Análisis económico input-output*, ed. Ariel
- Martínez P., A. y V. Solís (1985), «Análisis estructural e interdependencia sectorial: el caso de México», Lifschitz, E. y A Zottele (Coords.) *Eslabonamientos productivos y mercados oligopólicos*, México: UAM-A
- Plata, L. (1987), «Estructura cualitativa de las relaciones binarias finitas. Aplicación a matrices insumo-producto de México», Alonso *et. al.*, *Análisis aplicado de insumo-producto: una revisión*, México: C.I.D.E., AC.
- Puchet A, Martin (1989) Análisis de la Interdependencia Estructural en México, *Análisis Económico Vol. VIII No.14. ISSN 0185-39 UAM-A*
- SPP (1980), Bases informativas para la utilización del modelo de insumo-producto. Tomo II: *Bases informativas para el análisis de los cambios estructurales de la economía mexicana en el periodo 1950-1970*. Mexico: SPP-CGSNEGI.
- Zbigniew Kozikowski (1988) *Técnicas de Planificación Macroeconómica*. Editorial Trillas. México.

APENDICE I

**MATRIZ SIMÉTRICA TOTAL DE INSUMO-PRODUCTO POR SUBSECTOR DE ACTIVIDAD
EN MILES DE PESOS. A PRECIOS DEL AÑO 2003
MATRIZ DE TRANSACCIONES TOTALES CON 24 SECTORES.
DESAGREGACIÓN DEL SECTOR PRIMARIO DE LA MATRIZ DE 20 SECTORES
LOS SECTORES EN NEGRILLAS SON LAS ACTIVIDADES CUYOS PRECIOS SE USARON COMO
EXÓGENOS PARA LA SIMULACIÓN.**

SECTORES:			
1. Agricultura, ganadería, forestal y pezca	7. Construcción	13. Servicios financieros y de seguros	19. Servicios de salud y de asistencia social
2. Extracción de petróleo y gas	8. Industrias manufactureras	14. Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	20. Servicios de esparcimiento culturales y deportivos.
3. Minería de minerales metálicos y no metálicos	9. Comercio	15. Servicios profesionales, científicos y técnicos	21. Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
4. Servicios relacionados con la minería	10. Transportes	16. Dirección de corporativos y empresas	22. Otros servicios excepto actividades del Gobierno
5. Agua y suministro de gas al consumidor final	11. Correos y almacenamiento	17. Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	23. Actividades del Gobierno y de organismos internacionales.
6. Agua y suministro de gas al consumidor final	12. Información en medios masivos	18. Servicios educativos	

Fuente: Matriz simétrica total de Insumo-Producto por subsector de actividad. En miles de pesos, a precios básicos de 2003. INEGI 2007.

APENDICE II

DATOS UTILIZADOS. MATRIZ TOTAL AGREGADA A 23 RAMAS DE ACTIVIDAD (1/5)

	1	2	3	4	5	
1	Agricultura, ganadería, forestal y pezca	45,661,042	0	283	0	227
2	Extracción de petróleo y gas	0	0	0	0	0
3	Minería de minerales metálicos y no metálicos	86,276	1037	2,739,863	4758190	3,985,285
4	Servicios relacionados con la minería	0	0	241,973	230185	0
5	Generación suministro de energía eléctrica	4,497,398	447356	2,538,867	66296	31,182,767
6	Agua y suministro de gas al consumidor final	433,747	3539	33,422	11	22,804
7	Construcción	923,712	0	351,083	2,300	477,994
8	Industrias manufactureras	64,290,386	20,531,013	5,539,415	13,174,276	58,162,635
9	Comercio	22,587,553	5,959,695	2,079,435	4,090,988	19,438,983
10	Transportes	8,656,254	2,629,360	849,125	2,677,282	9,184,660
11	Correos y almacenamiento	13,898	6,074	14,307	164	21,174
12	Información en medios masivos	1,385,547	680,710	218,292	343,215	640,254
13	Servicios financieros y de seguros	5,313,653	13,286,921	1,124,102	943,528	3,772,997
14	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1,030,466	1,381,117	379,611	7,488,935	927,324
15	Servicios profesionales, científicos y técnicos	5,572,230	2,365,210	484,952	1,254,470	3,059,584
16	Dirección de corporativos y empresas	0	5,190,166	1,751	0	0
17	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	5,900	568,657	1,275,206	31,541	1,976,939
18	Servicios educativos	0	0	0	0	107,579
19	Servicios de salud y de asistencia social	0	0	0	0	0
20	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0	0	0	0	0
21	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	39,658	1,036,737	67,022	3,843	622,922
22	Otros servicios excepto Gobierno	1,401,338	1,797,753	989,994	7,614	1,763,207
23	Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	239	31	0	0	1,277,524
	Consumo Intermedio	161,899,297	53,905,376	19,448,705	35,072,838	136,624,359
	Impuestos Netos	1,512,320	417018	294159	289886	2324228
	Valor Agregado Bruto	260,145,687	369,934,519	35,923,418	24,202,842	77,012,099
	Producto Interno Bruto	261,658,007	370,351,537	36,217,577	24,492,728	79,336,327
	Producción Total a precios básicos	423,557,304	426256913	55666232	59565566	215961186

Fuente: Matriz de 23 sectores construida a partir de las matrices de transacciones totales de 79 y 20 sectores presentadas por el INEGI en 2007 a precios básicos de 2003.

APENDICE II

DATOS UTILIZADOS. MATRIZ TOTAL AGREGADA A 23 RAMAS DE AACTIVIDAD (2/5)

6	7	8	9	10	11	12
0	1,820,316	217,161,071	0	0	0	10
0	0	244,842,026	0	0	0	0
43	12,691,033	36,019,251	0	2,474	0	657
0	0	0	0	4,555	0	0
2,238,182	1,932,769	42,523,085	14,897,563	2,826,050	172,611	1,905,048
95,596	1,161,446	6,590,769	38,109	1,449,792	37,198	196,842
101,327	62,592,496	6,448,286	510,917	1,050,488	12,656	73,406
1,747,628	259,846,358	1,566,199,154	112,557,714	117,065,838	4,652,312	26,734,290
584,378	65,355,295	286,675,302	28,747,650	33,475,782	1,189,923	6,765,024
313,806	23,639,085	103,806,216	9,589,520	21,983,642	500,936	7,333,631
3,535	144,136	342,000	3,321,737	1,459,940	48,089	22,215
301,861	5,862,350	23,449,654	20,294,570	6,347,599	530,872	21,854,238
493,293	7,602,933	22,948,996	43,849,141	24,144,486	245,288	6,422,970
182,050	13,176,425	43,315,225	46,190,181	15,047,219	1,294,193	12,039,452
99,847	18,910,959	55,752,750	76,340,150	16,400,335	650,863	9,475,353
0	101,263	15,636,558	581,681	266,752	0	18,627,991
714,245	8,461,440	53,308,191	10,510,634	16,613,327	765,885	7,606,651
0	5,720	3,866	0	275,583	2,023	16,681
0	0	0	0	0	0	0
0	424	12,118	0	6,156	15	299,022
37,028	2,837,940	12,620,499	77,429	4,668,378	86,658	398,578
604,563	5,130,771	19,960,683	6,478,071	15,345,612	418,613	2,094,827
311	30,524	137	0	3,222,025	19,134	0
7,517,693	491,303,683	2,757,615,837	373,985,067	281,656,033	10,627,269	121,866,886
-15037	3335418	10517962	520780	13309869	163464	877344
15,077,270	473,680,479	1,291,292,836	1,086,891,495	521,558,270	8,990,120	191,223,401
15,062,233	477,015,897	1,301,810,798	1,087,412,275	535,068,139	9,153,584	192,100,745
22579926	968319580	4059426635	1461397342	816724172	19780853	313967631

Fuente: Matriz de 23 sectores construida a partir de las matrices de transacciones totales de 79 y 20 sectores presentadas por el INEGI en 2007 a precios básicos de 2003.

APENDICE II

**DATOS UTILIZADOS. MATRIZ TOTAL AGREGADA
A 23 RAMAS DE ACTIVIDAD**
(3/5)

13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	317	0	73	983
0	0	0	0	0	0	0	0
0	222,023	4,271	0	4,116	10	211	605
0	0	0	0	0	0	0	0
906,411	6,518,842	1,723,124	60,445	834,231	1,645,707	2,750,902	448,312
55,148	175,170	512,553	8,727	125,123	910,020	691,080	195,008
510,362	3,303,577	64,449	293,482	231,582	1,108,787	422,310	28,859
6,214,222	20,706,123	37,338,473	1,199,565	18,938,931	6,582,785	32,813,018	3,588,960
1,815,393	5,796,449	10,283,343	291,043	4,517,652	2,196,342	8,749,160	975,872
1,751,793	2,789,805	5,391,401	761,736	2,258,451	1,276,366	3,079,371	418,633
2,299,929	183,861	210,276	31,986	39,055	252,586	117,085	48,521
7,549,004	7,817,394	10,946,276	1,526,962	4,173,957	8,081,111	2,565,583	1,042,380
39,189,297	3,720,325	1,772,776	3,175,483	1,010,079	716,089	431,481	403,627
10,191,016	9,682,073	13,682,392	1,103,736	3,641,681	5,418,057	4,671,640	1,343,101
23,389,599	4,294,527	15,713,162	8,187,232	7,712,177	7,476,409	2,866,832	1,076,497
45,475	15,202	0	888,523	1,024	0	0	0
24,242,286	15,418,153	9,730,947	516,792	5,640,691	4,995,270	8,573,306	1,829,179
815,062	1,815	212,008	0	0	607,911	235,862	8,631
0	0	0	0	0	0	0	0
16	3,085	2,241	30	2,293	57,117	1,279	12,370
1,390,741	304,245	2,005,404	955,714	935,229	890,734	893,348	82,128
3,035,222	1,419,646	2,112,206	219,507	471,456	867,186	1,790,983	601,253
1,199,264	6,542	0	0	0	0	0	0
124,600,240	82,378,857	111,705,302	19,220,963	50,538,045	43,082,487	70,653,524	12,104,9
-51584	180963	570349	56065	241187	69654	349763	296
183,462,134	804,739,549	278,635,121	22,081,014	170,479,816	373,213,535	222,302,779	28,876,7
183,410,550	804,940,512	279,205,470	22,137,079	170,721,003	373,283,189	222,652,542	28,906,3
308010790	887319369	390910772	41358042	221259048	416365676	293306066	410113

Fuente: Matriz de 23 sectores construida a partir de las matrices de transacciones totales de 79 y 20 sectores presentadas por el INEGI en 2007 a precios básicos de 2003.

APENDICE II

DATOS UTILIZADOS. MATRIZ TOTAL AGREGADA A 23 RAMAS DE AACTIVIDAD (4/5)

21	22	23	DI	CP	G	FBK
6,119	1,584	0	264,652,025	160559756	0	8558552
0	0	0	244,842,026	0	0	0
113,953	593	0	60,629,891	0	0	0
0	0	0	476,715	0	0	59,088,851
8,061,028	2,640,673	6,987,582	137,805,249	77,420,130	0	0
1,720,954	555,520	560,007	15,572,585	7,007,341	0	0
853,486	93,548	1,607,285	81,062,392	1198544	29,384	886029260
20,651,187	34,761,552	20,745,267	2,454,081,102	1445362977	1,815,688	364194181
6,116,306	8,300,783	5,804,204	531,796,555	670820538	0	87736300
2,706,197	3,288,322	4,879,213	219,764,805	530063956	0	20670254
49,724	34,960	2,531,384	11,196,636	8584217	0	0
4,944,201	5,867,040	7,826,681	144,249,751	167572906	43,604	0
4,950,077	1,982,688	8,527,212	196,027,442	93735190	30,082,722	0
9,890,603	6,166,833	5,407,725	214,151,055	676289836	0	0
3,927,081	3,843,277	11,867,793	280,721,289	114350189	12,088,532	0
0	1,656	0	41,358,042	0	0	0
9,098,006	2,937,208	12,472,618	197,293,072	21230808	0	0
393	21	3,724,631	6,017,786	141282423	269,467,766	0
0	0	0	0	130997448	162,308,618	0
23,083	409	1,103,931	1,523,589	35265442	4,222,283	0
134,386	247,540	5,127,096	35,463,257	244746211	0	0
2,683,878	369,196	5,768,658	75,332,237	201200056	0	0
0	3,086	0	5,758,817	4263498	412,665,245	0
75,930,662	71,096,489	104,941,287	5,219,776,318	4731951466		
329269	435751	814655	36,773,085			
203,686,255	208,164,799	316,931,618	7,168,525,849			
204,015,524	208,600,550	317,746,273	7,205,298,934			
279946186	279697039	422687560	12,425,075,252			

Fuente: Matriz de 23 sectores construida a partir de las matrices de transacciones totales de 79 y 20 sectores presentadas por el INEGI en 2007 a precios básicos de 2003.

APENDICE II

DATOS UTILIZADOS. MATRIZ TOTAL AGREGADA A 23 RAMAS DE ACTIVIDAD

(5/5)

VE	EXP	IMP	Y	X
14820011	34466216	-59499256	158905279	423,557,304
1,293,202	180,121,685	0	181414887	426,256,913
2,300,011	3,589,379	-10,852,999	-4963609	55,666,282
0	0	0	59088851	59,565,566
0	839,214	-103,407	78155937	213,961,186
0	0	0	7007341	22,579,926
0	0	0	887257188	968,319,580
280319219	1335164706	-1821511238	1605345533	4,059,426,633
0	171043949	0	929600787	1,461,397,342
0	58273598	-12048441	596959367	816,724,172
0	0	0	8584217	19,780,853
0	7501983	-5400613	169717880	313,967,631
0	12574739	-24409323	111983348	308,010,790
0	13988	-3135510	673168314	887,319,369
0	1351831	-17601069	110189483	390,910,772
0	0	0	0	41,358,042
0	3517228	-782060	23965976	221,259,048
0	0	-402299	410347890	416,365,676
0	0	0	293306066	293,306,066
0	0	0	39487725	41,011,314
0	0	-263282	244482929	279,946,186
0	4746883	-1582137	204364802	279,697,039
0	0	0	416928743	422,687,560
				12,423,073,252

Fuente: Matriz de 23 sectores construida a partir de las matrices de transacciones totales de 79 y 20 sectores presentadas por el INEGI en 2007 a precios básicos de 2003.

