

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL APLICADO
A ONCE SECTORES DE LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA NACIONAL

TRABAJO

QUE EN OPCION "C" AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
PRESENTA

David Aarón Domenech Rodríguez

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1990

T
HB135
D6
c.1



1080064083

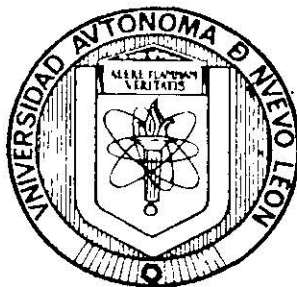
Uso de técnicas

Original: Algebrá

Pruebas de separabilidad

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL APLICADO
A ONCE SECTORES DE LA INDUSTRIA
MANUFACTURERA NACIONAL

TRABAJO

QUE EN OPCION "C" AL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
PRESENTA

David Aarón Domenech Rodríguez

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 1990



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. F. S. I. S



A MIS PADRES,

MI NOVIA,

Y EL SGT. PEPPER.

A G R A D E C I M I E N T O S

En la preparación de este trabajo he recibido ayuda de algunas personas que merecen mi más profundo respeto y agradecimiento.

En primer término quisiera expresar mi mayor gratitud al Lic. Rodrigo Morales Elcoro, por su apoyo intelectual desde los primeros borradores, además de que sin sus valiosos comentarios se hubiera restado mucha calidad al escrito final.

Al mismo tiempo, quisiera agradecer al cuerpo de sinodales, Lic. Manuel Silos Martínez (Presidente), Lic. Manuel Barragán Codina (Secretario), y Lic. Rodrigo Morales Elcoro (Vocal), sus intervenciones en las sesiones de revisión de este manuscrito, ya que colaboraron en gran medida a mejorar las conclusiones de los resultados encontrados en el estudio.

El Lic. Andrés Garza García hizo recomendaciones en la forma de redacción, por lo que le estoy muy agradecido.

Los datos de capital utilizados aquí sólo estaban disponibles en México D.F., por lo que quiero agradecer a mi amigo Alfonso González Parra, su ayuda para tenerlos disponibles.

Quisiera extender mi gratitud a las personas con las que laboro: Lic. Eugenio López Macías, Lic. Eugenio López Garza, Ing. Estela Ma. Zertuche Carrera, Lic. Myrna Alicia López Garza, Ing. Esperanza Ivonne López Garza, C.P. David Alexander Garza, Lic. Adrián Ancira Cárdenas, C.P. Carlos M.

Portales Hinojosa y Sr. Manuel Vázquez Rivera, por su apoyo moral durante toda la implementación del trabajo.

Finalmente quiero agradecer a mi novia, Srita. Ma Guadalupe Esparza Cano, su colaboración e incondicional apoyo durante todos estos meses. Estoy seguro que sin ella no hubiera logrado terminar.

Los errores que se hayan filtrado son de mi entera responsabilidad.

INDICE

	<u>Página</u>
I. Introducción.....	1
II. Revisión de la Teoría.....	5
III. Hipótesis Principal y Secuencia de Pruebas.....	27
IV. Los Datos.....	34
V. Implementación Estadística.....	45
VI. Los Resultados.....	56
VII. Conclusiones.....	74
Bibliografía.	
Notas.	
Listado de datos.	

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

I. INTRODUCCION

Gran parte de los estudios encaminados a analizar relaciones técnicas entre insumos se realizan a través de formas funcionales que imponen serias restricciones a priori a la tecnología, restricciones que no son implicadas por el comportamiento de maximización de utilidades.

La desventaja de esto, es que las formas funcionales más utilizadas, la Cobb-Douglas y CES, restringen las elasticidades de sustitución a ser constantes entre todo par de insumos (y la Cobb-Douglas restringe a las elasticidades a ser unitarias), por lo anterior, los resultados de estos estudios no son de gran utilidad para conocer las verdaderas relaciones técnicas. Esto impide que podamos inferir cuales serán los ajustes técnicos en las relaciones productivas ante cambios en precios relativos de insumos o en el nivel de producto.

Es sabido que existen diferentes combinaciones de insumos que llevan a obtener una misma cantidad de producción. El pasar de una combinación a otra requiere de que algunos insumos sean sustituidos por otros. La dirección de este movimiento puede ser prevista si se conocen las relaciones técnicas que guardan los diversos insumos dentro de esa tecnología, misma que es medida por la elasticidad de sustitución.

Si a priori sabemos que la tecnología implica elasticidades de sustitución flexibles, entonces el

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

empresario está en posibilidad de hacer ajustes en sus procesos de producción, para obtener el grado de sustitución entre factores que le permita minimizar costos. Los efectos de una política gubernamental que alteren alguna variable importante en los mercados de factores pueden ser diferentes si la tecnología afectada puede ajustarse para sustituir más fácilmente al factor más caro o más escaso.

Una tecnología muy rígida, en el sentido de que no permita flexibilidad al ritmo en que pueden sustituirse los insumos que intervienen en los procesos productivos, conducirá a contracciones de oferta significativas, ante el encarecimiento de alguno de sus insumos, puesto que el costo deberá ser absorbido, y la reducción de rentabilidad será inevitable.

Por lo anterior, resulta conveniente conocer las limitaciones de las tecnologías en sectores productivos nacionales, para poder formar elementos de juicio que nos permitan inferir los efectos de cambios que puedan darse en los mercados de factores.

En primer término requerimos utilizar una forma funcional que no ponga restricciones a las elasticidades de sustitución entre diversos factores, además de que facilite la imposición de restricciones de separabilidad para verificar si los datos bajo estudio pertenecen a la clase de funciones que imponen restricciones a las posibilidades de sustitución entre insumos.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

La función Translog es una forma funcional flexible que [no supone separabilidad como hipótesis mantenida] (no restringe las elasticidades de sustitución), y permite imponer restricciones de separabilidad sobre los datos para verificar si se ajustan a una forma funcional que impone restricciones a las elasticidades de sustitución. ?

El análisis se centrará en las relaciones técnicas que guardan el capital y dos tipos distintos de trabajo (uno considerado hábil, y el otro menos hábil) en once sectores de la Industria Manufacturera Mexicana.

Se hicieron pruebas de separabilidad para comprobar sí los sectores bajo estudio pertenecen a una forma funcional Cobb-Douglas o CES, o sí pertenecen a una forma funcional más flexible como la Translog. El esfuerzo adicional para hacer pruebas de separabilidad parcial no es muy grande, por lo que también se hicieron con la finalidad de buscar posibles índices agregados que pudieran formarse con los insumos considerados.

El presente trabajo consta de seis partes. En primer término se presenta un examen de las propiedades y aplicaciones principales de la función de producción Translog, basados en la literatura de referencia.

En segundo lugar se presentará como hipótesis central en el estudio que en los sectores seleccionados de la Industria Manufacturera Nacional la tecnología de producción es del tipo que no restringe las elasticidades de sustitución a ser constantes entre todo par de insumos.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Posteriormente se presenta la secuencia de pruebas y los problemas encontrados en lo que respecta a la disponibilidad de información adecuada para implementar el modelo a utilizar para contrastar la hipótesis.

Después de esto se revisa la implementación estadística de las pruebas a seguir en la implementación del modelo. Finalmente se presentan los resultados encontrados y las conclusiones.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

II. REVISION DE LA TEORIA

La función de producción juega un papel determinante en los estudios sobre eficiencia económica (tanto eficiencia productiva como de precios), sobre todo aplicada a países en desarrollo. El conocimiento de las interdependencias técnicas que guardan diferentes insumos, permiten conocer la dirección de los ajustes de su utilización relativa, ante cambios en sus precios relativos. La magnitud esperada de estos ajustes es importante para la toma de decisiones gubernamentales que interfieren en los mercados de factores, ya que la reasignación provoca cambios en la distribución del ingreso.

Las funciones de producción tradicionalmente utilizadas: Cobb-Douglas, y la de Elasticidad de Sustitución Constante (CES); han mostrado ser restrictivas en la medición de interdependencias.

La Cobb-Douglas presenta ciertas propiedades deseables en una función de producción: productividades marginales decrecientes y positivas, relación inversa entre la Tasa Marginal de Sustitución en dos factores y la proporción en que son utilizados, y los rendimientos variables a la escala. Sin embargo su estructura funcional presenta fuerte separabilidad; los insumos se consideran independientes entre sí. Además, supone una elasticidad de sustitución constante e igual a la unidad, situación que resulta sumamente restrictiva para el caso de más de dos

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

insumos, [ya que esta condición se cumple para todo par de insumos,] y es independiente de la proporción de utilización de los factores. ?

La CES presenta las mismas desventajas, [relajando] el que la elasticidad de sustitución sea unitaria forzosamente, ahora pudiendo tomar valores entre cero e infinito. Esta función también supone fuerte separabilidad.

Para el estudio de las interdependencias es necesaria la utilización de funciones de producción que no fijen restricciones a priori sobre los valores de la elasticidad de sustitución. Es por esto que en lo que resta de esta primera parte, se estudiarán las propiedades favorables de la función Translog para el análisis de interdependencias, ya que no supone fuerte ni débil separabilidad y la elasticidad de sustitución puede variar a distintos niveles insumo-insumo, insumo-producto, y producto-producto.

En la literatura sobre funciones Translog se encontraron (dos) tipos de referencias, (las que analizaban las propiedades de la función Translog y) las que simplemente utilizaban la función para propósitos de verificar diferentes hipótesis, dejando a las referencias la derivación de las propiedades y diversas restricciones de utilidad. (El análisis de esta función será dividido en dos. En primer lugar se estudiarán las características de la función así como las [condiciones de lado] que generalmente se utilizan para hacer operativas ciertas aseveraciones. En último término para

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

complementar la descripción, serán analizadas las aplicaciones más comunes de esta función.

FUNCION TRANSLOG, PRINCIPALES CARACTERISTICAS

Toda función lineal en los logaritmos tiende a ser aditiva y homogénea, y este tipo de funciones (como la Cobb-Douglas y CES), son del tipo que mantienen las elasticidades de sustitución constantes y para el estudio de interdependencias resulta muy restrictivo.

La función Translog¹, es una de las llamadas Formas Funcionales Flexibles; permite variabilidad en las elasticidades de sustitución entre diferentes insumos, y en diferentes niveles de utilización. Por ser una función que no es aditiva ni homogénea, se tendrán que imponer restricciones para verificar que los datos bajo estudio, no pertenezcan a una de las formas funcionales que restringen a las elasticidades de sustitución. En otras palabras, mediante una Forma Funcional Flexible como la Translog, se puede probar si los datos pertenecen a la clase Cobb-Douglas o CES, mediante la imposición de ciertas restricciones.

Esto último sugiere que la función Translog debe utilizarse cuando no se tiene conocimiento a priori de una forma funcional correcta, además de que representa una aproximación válida de segundo orden a cualquier forma funcional arbitraria [4].

1.- Introducida en 1971 por Christensen, Jorgenson y Lau, ver [4].

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

La función Translog es sumamente flexible, pueden especificarse varios productos e insumos. En este estudio será utilizado el caso que se refiere sólo a insumos dado que se desea analizar las relaciones de sustitución entre diversos insumos para once sectores de la industria manufacturera.

No obstante para complementar la descripción de la flexibilidad de la función Translog, se analizan brevemente las condiciones que generalmente se imponen para llegar de la función de producción a un sistema operativo de ecuaciones de demanda de insumos para el análisis empírico.

Como será analizado posteriormente, estas condiciones no difieren mucho para los casos en que se considera una función de producción que no toma en cuenta el nivel de producto.

Supongamos el caso de un producto y dos insumos; la función Translog toma la siguiente forma:

[eq. 1]

$$\begin{aligned} \ln F = & \ln A_0 + A_y \ln Y + A_k \ln K + A_l \ln L + (1/2) B_{yy} (\ln Y)^2 \\ & + (1/2) B_{kk} (\ln K)^2 + (1/2) B_{ll} (\ln L)^2 + B_{yk} \ln Y \ln K \\ & + B_{yl} \ln Y \ln L + B_{kl} \ln K \ln L \end{aligned}$$

donde Y es el Producto, y K y L son los insumos Capital y Trabajo respectivamente.

Las condiciones para rendimientos constantes a la escala son:²

2.- Estas condiciones son derivadas en la Nota 1, al final.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

[eq. 2]

$$\begin{aligned}A_y + A_k + A_l &= 1 \\B_{yy} + B_{yk} + B_{yl} &= 0 \\B_{kk} + B_{yk} + B_{kl} &= 0 \\B_{ll} + B_{yl} + B_{kl} &= 0 \\(1/2)B_{yy} + (1/2)B_{kk} + (1/2)B_{ll} + B_{yk} + B_{yl} + B_{kl} &= 0\end{aligned}$$

La última condición no es necesaria ya que es satisfecha automáticamente al cumplirse la segunda, tercera y cuarta (se multiplica la segunda, tercera y cuarta por 1/2, y su suma da la quinta condición).

El supuesto de rendimientos constantes a la escala resulta conveniente dado que soporta la tesis de una curva de costo medio a largo plazo en forma de "L", además de que facilita el análisis de interdependencias³.

Es en este punto donde se introduce el supuesto de la maximización de beneficios por parte de los empresarios. Dicho supuesto resulta necesario para validar la teoría de la eficiente asignación de los recursos, ya que esto no puede verificarse solamente con las relaciones tecnológicas de producción.

Como el procedimiento de estimación es derivado mediante el supuesto de maximización de beneficios, se deben de verificar las condiciones de lado que este supuesto implica.

3.- Por lo mismo, generalmente se hace el supuesto de que los cambios tecnológicos son Hicks-Neutral, en el sentido de que un cambio tecnológico no cambia la proporción de uso de los factores, ni la proporción de sus productividades marginales, en otras palabras, que no altera las elasticidades de sustitución.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

En primer término, las condiciones de primer orden establecen que el valor de las productividades marginales para cada uno de los insumos debe igualar a su respectivo precio.

En segundo lugar, las condiciones de segundo orden establecen que las productividades marginales de los insumos deben decrecer. En adición, los menores principales del Hessiano relevante deben de alternar de signo. Ambas condiciones de segundo orden equivalen a probar que la función de producción es estrictamente cóncava, en el entorno donde están los datos de producción e insumos (comúnmente en los números reales no negativos).

Se agrega al supuesto de maximización de los beneficios, el de los mercados de competencia perfecta en el producto y en los insumos.

Las condiciones de primer orden generan un conjunto de ecuaciones semilogarítmicas que conforman el modelo a estimar sin restricciones.

Tomando conjuntamente el mercado del producto y de los insumos, las condiciones de primer orden equivalen a derivar parcialmente e igualar a cero la siguiente ecuación:

$$R = P_y Y - P_k K - P_l L + Z(F(Y,K,L))$$

$$dR/dY = P_y + Z dF/dY = 0$$

$$dR/dK = - P_k + Z dF/dK = 0$$

$$dR/dL = - P_l + Z dF/dL = 0$$

a: aplicadas a la función Translog [eq. 1], equivale

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

[eq. 3]

$$\frac{P_y Y}{P_k K} = \frac{-(A_y + B_{yy} \ln Y + B_{yk} \ln K + B_{yl} \ln L)}{A_k + B_{kk} \ln K + B_{yk} \ln Y + B_{kl} \ln L}$$

$$\frac{P_l L}{P_k K} = \frac{A_l + B_{ll} \ln L + B_{yl} \ln Y + B_{kl} \ln K}{A_k + B_{kk} \ln K + B_{yk} \ln Y + B_{kl} \ln L}$$

Con una función Translog que relaciona productos e insumos, el supuesto de que el valor de la producción iguala al valor de los insumos es generalmente impuesto. Esto equivale a decir que las dos ecuaciones en [eq. 3], deben cumplir la siguiente condición:

$$P_y Y = P_l L + P_k K$$

esto es

$$\frac{P_y Y}{P_k K} = \frac{P_l L}{P_k K} + 1$$

Lo cual indica que sólo una de las ecuaciones en [eq. 3], es necesaria para la determinación de los parámetros de la otra ecuación. De manera similar, si se hubiera tomado el caso de dos productos (Y y Q) y nuestros dos insumos (K y L), las condiciones de primer orden del proceso de maximización condicionada del beneficio nos hubiera llevado a un sistema de tres ecuaciones similar a [eq. 3], pero de las cuales sólo se requerirían dos, para tener una especificación completa del modelo econométrico (dada la igualdad entre el valor de la producción y el de insumos).

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Debido al gran número de parámetros que se manejan, es común que se impongan restricciones en este tipo de sistemas de ecuaciones.

Si consideramos que las dos ecuaciones en [eq. 3], son el sistema completo de ecuaciones para el caso de dos productos y dos insumos, dos restricciones que se pondrían serían las de igualdad y simetría. Puede notarse que los parámetros del denominador son los mismos en ambas ecuaciones. La restricción de igualdad exige que éstos parámetros tomen los mismos valores en ambas ecuaciones. Por su parte, la restricción de simetría exige que el parámetro B_{11} sea el mismo en ambas ecuaciones.

La restricción de simetría parte de las características que debe tener una función de producción bien comportada, por lo que es una restricción que es impuesta generalmente. Las restricciones de simetría resultan ser las mismas que las de rendimientos constantes a la escala para el caso de la función Translog⁴.

El análisis de una tecnología por medio de una función de producción generalmente se enfoca hacia tres consideraciones de importancia: i) Simetría, ii) Rendimientos Constantes a Escala, y iii) Separabilidad entre insumos.

Esta última es analizada mejor si consideramos una función Translog que contenga sólo a insumos.

Consideremos la siguiente función Translog⁵:

4.- Ver Nota 1.

5.- El análisis de separabilidad de esta sección, se basa en las referencias [1], [2], [3] y [10].

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

[eq. 4]

$$\begin{aligned} \ln F = & \ln A_0 + A_b \ln B + A_w \ln W + A_k \ln K + (1/2) B_{bb} (\ln B)^2 \\ & + (1/2) B_{ww} (\ln W)^2 + (1/2) B_{kk} (\ln K)^2 + B_{bw} \ln B \ln W \\ & + B_{bk} \ln B \ln K + B_{wk} \ln W \ln K \end{aligned}$$

Donde **B** y **W** son dos tipos distintos de trabajo. **B** es el trabajo destinado a las actividades directamente relacionadas con la producción (Blue Collar), y **W** es un tipo de trabajo con mayor habilidad y nivel de estudios (White Collar). El tercer insumo es el Capital (**K**).

La finalidad al hacer la distinción entre dos tipos de trabajo es determinar la posibilidad de encontrar un índice agregado del trabajo que sea consistente (en el sentido de que la agregación sea válida); se deben imponer restricciones de separabilidad bajo la premisa de que se parte de una función de producción bien comportada. Las restricciones de simetría y rendimientos constantes a la escala deben imponerse con el supuesto de la conducta de maximización de beneficios.

En mercados competitivos, la eficiencia en la producción exige que el valor de las productividades marginales de un factor igualen a sus precios respectivos (esto implica que la productividad marginal del insumo debe igualar a la razón del precio del insumo por el precio del producto). La derivación parcial de $\ln F$ en la [eq. 4], con respecto al Logaritmo natural de algún insumo I ($I=B,W,K$), es igual a la participación del gasto en el insumo I respecto al gasto total. Esto es

[eq. 5]

$$\frac{d \ln F}{d \ln I} = \frac{dF}{dI} \frac{I}{F} = \frac{P_i I}{P F} = \frac{P_i I}{\text{GASTO TOTAL}} = M_i ;$$

donde $i = b, w, k$; $I = B, W, K$

Donde M_i ($i=b,w,k$), es la participación del insumo I en el gasto total, P_i es el precio del insumo I , y P es el precio del producto.

La [eq. 5] es de utilidad para calcular las participaciones de cada insumo en el costo total para la función Translog dada por la [eq. 4]. Estas son:

[eq. 6]

$$M_b = A_b + B_{bb} \ln B + B_{bw} \ln W + B_{bk} \ln K$$

$$M_w = A_w + B_{bw} \ln B + B_{ww} \ln W + B_{wk} \ln K$$

$$M_k = A_k + B_{bk} \ln B + B_{wk} \ln W + B_{kk} \ln K$$

Este sistema de ecuaciones conforma el modelo irrestricto a estimar.

Dado que la suma de los M_i ($i=b,w,k$), debe ser la unidad, sólo son requeridas dos de las tres ecuaciones para tener el modelo econométrico completo. Esto implica que de los 12 parámetros en [eq. 6] sólo hay 8 como parámetros libres.

La necesidad de contar con una función de producción bien comportada obliga a que sean impuestas las restricciones de simetría. Como algunos parámetros aparecen

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

en distintas ecuaciones la imposición de simetría obliga a que éstos tomen el mismo valor independientemente de la ecuación donde se encuentren. La imposición de simetría reduce el número de parámetros libres a cinco⁶.

Una vez impuestas las restricciones de una función de producción bien comportada se adicionan restricciones de la separabilidad que es de interés.

Dado que lo que se desea es encontrar un índice consistente agregado del trabajo (con B y W), la separabilidad de interés es la de B y W respecto a K. Esto puede ser puesto en la siguiente forma:

$$F(B,W,K) = F(G(B,W), K)$$

Lo anterior sólo es cierto si la función F es débilmente separable con respecto a la partición propuesta. La partición propuesta es la de B y W respecto a K.

La función F es débilmente separable respecto a la partición propuesta sólo si la Tasa Marginal de Sustitución entre B y W, no se ve alterada ante cambios en K⁷. Esto es:

6.- Esto es tratado con más detalle en la Nota 2, al final.

7.- Berndt y Christensen [1], establecen cierta correspondencia entre las condiciones de separabilidad e igualdades entre ciertas elasticidades parciales de sustitución Allen (AES). Así por ejemplo, si se propone una partición en "n" subconjuntos de insumos, de una función de producción, donde los insumos contenidos en un subconjunto no están contenidos en otro, se dice entonces que un subconjunto será débilmente separable de los demás si la Tasa Marginal de Sustitución entre todo par de insumos que pertenecen a él, no se ve afectada por cambios en los niveles de utilización de cualquier insumo fuera de éste subconjunto.

También se define a la fuerte separabilidad con respecto a la partición propuesta, si la Tasa Marginal de Sustitución entre un par de insumos i,j, los cuales pertenecen a dos diferentes subconjuntos de la partición propuesta, no se ve afectada ante cambios en los niveles de utilización de cualquier insumo fuera de esos dos subconjuntos.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

$$\frac{d \text{TMS}_{BW}}{d K} = 0 ; \text{ donde K no se encuentra en el subconjunto donde están B y W.}$$

Lo anterior se cumple sí se da la siguiente igualdad en las Elasticidades de Sustitución de Allen (AES):

$$\text{AES}_{BK} = \text{AES}_{WK} \quad [\text{eq. 7}]$$

donde

$$\text{AES}_{ij} = 1 + \frac{F_{ij}}{M_i M_j}$$

Lo cual es equivalente a⁸:

$$F_B F_{WK} - F_W F_{BK} = 0$$

donde

$$F_B = \frac{d \text{Ln } F}{d \text{Ln } B} ; F_{BK} = \frac{d^2 \text{Ln } F}{d \text{Ln } B d \text{Ln } K}$$

Lo cual, en términos de la función Translog que estamos manejando, es equivalente a:

$$M_b B_{wk} - M_w B_{bk} = 0 \quad [\text{eq. 8}]$$

Sustituyendo M_b y M_w de [eq. 6], obtenemos las siguientes restricciones sobre los parámetros:

Lo anterior implica que si la partición de reduce a sólo dos subconjuntos de insumos -como nuestro caso-, la débil separabilidad es equivalente a la fuerte.

8.- Ibíd.

[eq. 9]

$$\begin{aligned} Ab Bwk - Aw Bbk &= 0 \\ Bbw Bwk - Bww Bbk &= 0 \\ Bbb Bwk - Bbw Bbk &= 0 \end{aligned}$$

Donde sólo dos de las tres condiciones en [eq. 9] es requerido que se cumpla para satisfacer [eq. 8]⁹.

En [eq. 9] van mezclados parámetros que no son parte de los cinco parámetros libres, por lo que utilizando las restricciones de simetría se debe poner a [eq. 9] en términos de los parámetros libres¹⁰. Esto lleva finalmente a que se encuentren dos restricciones o soluciones, una lineal y la otra no lineal:

[eq. 10]

$$\begin{aligned} \text{Lineal :} & \quad Bkk = Bwk = 0 \\ \text{No Lineal :} & \quad \text{i) } Bkk = Bwk^2 / Bww \\ & \quad \text{ii) } Ak = 1 + (Aw Bwk / Bww) \end{aligned}$$

Donde ambas restricciones reducen los parámetros libres a sólo tres: **Aw**, **Ak** y **Bww** para las lineales, y **Aw**, **Bww** y **Bwk**, para las no lineales.

Del mismo modo en que fueron obtenidas éstas condiciones de separabilidad para la partición propuesta $F(G(B,W),K)$, se pueden obtener condiciones similares para las otras dos posibles particiones propuestas: $F(J(B,K),W)$ y $F(H(W,K),B)$, con el propósito de buscar indicios de completa separabilidad, cuyas condiciones lineales serían impuestas

9.- Ver Nota 3.

10.- Ver Nota 4.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

por $B_{ij} = 0$ (toda i, j), lo que reduciría la función Translog a una Cobb-Douglas.

Volviendo a la partición que se propuso primero, como la débil separabilidad equivale a la fuerte, esto implica que lo siguiente es válido¹¹.

$$F(G(B,W),K) = N(B,W) + U(K) = N(V) + U(K)$$

donde $N(B,W)$ es de la forma Translog, y "V", es un índice consistente de los dos tipos de trabajo¹².

Antes de pasar a la segunda sección de esta primera parte, falta hacer algunos comentarios sobre los problemas econométricos que se presentan en la implementación de éste último modelo Translog que incluye sólo insumos. Estos se turnan al capítulo V.

FUNCION TRANSLOG, APLICACIONES MAS COMUNES

En esta parte se hará un resumen de las aplicaciones de la función Translog al análisis empírico de las principales características de una tecnología (Simetría, Separabilidad y Rendimientos a la escala), basándonos en las referencias seleccionadas.

Dado que no pone restricciones a priori en las AES, la función Translog resulta conveniente en el análisis de interdependencias; complementariedad o relativa sustitución entre diversos insumos puede ser verificada.

11.- Ver [1] y [10].

12.- Ver [1], pp. 407.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

De esta manera Berndt y Wood¹³ investigan las posibilidades de sustitución entre la energía y los insumos distintos a la energía ya que esto es determinante para evaluar el impacto de incrementos en los precios de los energéticos sobre las decisiones de inversión en planta y equipo. Utilizan una función Translog que sólo incluye insumos y estiman un sistema de ecuaciones muy similar al expuesto en [eq. 6].

Se aprecia que en lo que intentaban investigar era necesaria la utilización de una forma funcional que no pusiera restricciones en las AES.

El supuesto de simetría y de los rendimientos constantes a escala es impuesto para partir de una función bien comportada. Ellos encuentran que el capital y la energía son complementarios con una AES positiva de 3.08. Se utilizan datos de series de tiempo para la investigación.

Por otro lado Field y Grebenstein¹⁴, contrastan hipótesis opuestas en cuanto las relaciones que guardan la energía y el capital. Estudios que utilizan datos de series de tiempo encuentran relaciones de complementariedad (como Berndt y Wood), en cambio estudios que utilizan datos de corte transversal encuentran relaciones de sustitución.

Por esto se dice que los datos de series de tiempo ayudan a capturar el comportamiento a corto plazo, mientras

13.- Referencia 3.

14.- Referencia 8.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

que los datos de corte transversal capturan efectos en el largo plazo.

Los autores suponen que la forma en que se mide el capital es la causa de las discrepancias en los resultados encontrados. El capital en los datos de series de tiempo, fue medido como una aproximación al precio del servicio del capital físico, esto es, se trata del costo del capital reproducible.

Los estudios de corte transversal que ellos utilizan como referencia¹⁵ } midieron el capital como el valor añadido total menos la nómina.] Pero como el valor añadido total incluye además de la formación de capital físico (que es lo que se debe medir como capital), el capital de trabajo (materias primas, entre otros gastos), que presumiblemente esta sesgando la verdadera relación que guarda el capital físico y la energía. ?

La hipótesis que mantienen los autores es que en realidad la relación de sustituibilidad entre capital y energía es en realidad ocasionada a que la energía y el capital de trabajo son sustitutos, y que la energía y la formación de capital físico son complementarios (como en los estudios de series de tiempo), pero que al agregar ambos, el efecto del capital de trabajo predomina (ya que es de

15.- Halvonsen Robert and Jay Ford, "Substitution among Energy, Capital, and Labor Inputs in U.S. Manufacturing," in R.S. Pindyck (ed.), *Advances in the Economics of Energy and Resources: Vol. 1, The Estructure of Energy Markets* (Greenwich, Conn., Jai Press), 1978.

Griffin, James M., and Paul R. Gregory, "An intercountry Translog Model of Energy Substitution Responses," *AER* 66 (Dec. 1976), pp. 845-857.

ANÁLISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

esperarse que al agregarlos, el capital de trabajo esté en mayor proporción que la formación de capital físico).

Para probar su hipótesis utilizan una función Translog, y un análisis similar al presentado anteriormente para la estimación de AES y desagregan al capital en sus dos partes.

Ellos utilizan datos de sectores manufactureros de los Estados Unidos para la estimación. Concluyen que en ningún sector se encuentra evidencia de que el capital físico y la energía son sustitutos, además, en ningún sector se haya evidencia de complementariedad entre capital de trabajo y energía quedando bien validada su hipótesis original.

Hipótesis como las anteriores han sido probadas con la estimación de elasticidades de sustitución, por lo que se requerían estimaciones irrestrictas. En otros términos, se usó la función Translog sólo para la estimación de elasticidades de sustitución que serían de utilidad para verificar hipótesis sencillas de complementariedad o sustitución entre diversos insumos, aprovechando las ventajas de la función para con el cálculo de las AES.

La función Translog también ha sido utilizada para encontrar evidencia de interdependencias técnicas entre diferentes tipos de trabajo con el capital.

Berndt y Christensen¹⁶, contrastan dos hipótesis sobre la complementariedad del trabajo diferenciado por grado de calidad, y el capital. Contrastan la hipótesis de Z.

16.- Referencia 2.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Griliches¹⁷, que establece la mayor complementariedad del capital con el trabajo hábil respecto al no hábil contra una hipótesis de S. Bowles, quien establece que el grado de complementariedad entre trabajo hábil y no hábil respecto al capital es el mismo, debido a que ambos tipos de trabajo son débilmente separables respecto al capital.

Resulta intuitivamente lógica la aseveración de la complementariedad mayor del trabajo educado con el capital, ya que si un proceso productivo se va haciendo más intensivo en capital, sobre todo con los avances tecnológicos que se han dado en las últimas décadas, lo que repercute en la utilización de equipos más sofisticados y especializados, se esperaría que fuese más rentable para el empresario (en lo que respecta a la utilización del equipo, que por lo general es ahorrador de mano de obra no calificada) el contar con gente hábil (con estudios), no sólo para la más eficiente utilización de los equipos, sino también para salvaguardar la

17.- Z. Griliches [7], hace la distinción entre dos tipos de trabajo, el hábil o con cierto nivel de educación (nonworker), y el no hábil (raw labor: operarios, obreros generales, etc.), que tienen un mínimo de estudios. La hipótesis de Griliches establece que existe un mayor grado de complementariedad entre el capital con el trabajo hábil, respecto al no hábil. No había entonces posibilidad de estimar las AES correspondientes para validar la hipótesis, no obstante, se utiliza un modelo de ecuaciones que estima los diferenciales de elasticidades precio directas y cruzadas para los diferentes insumos, y la hipótesis se valida de acuerdo a los signos que tomen ciertas elasticidades en el modelo.

La hipótesis surge por el supuesto de Griliches de que al aumentar la oferta de trabajo educado, los diferenciales (entre sectores y estados), de los salarios han tendido a cerrarse por la movilidad de la fuerza de trabajo.

Griliches, sin una estimación directa de AES, y con algunos problemas en la calidad de los datos (para medir el precio del capital y de la mano de obra educada), logro no rechazar su hipótesis para dos conjuntos de datos (los cuales difieren en el ISIC solamente), de la industria manufacturera norteamericana.

ANÁLISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

seguridad de los mismos. Además, es común la existencia de cursos de capacitación tomados preferencialmente por personas con cierto nivel de estudios como mínimo.

Hasta aquí se ha visto la gran popularidad que ha ganado la función Translog para quienes requieren estimaciones irrestrictas de las AES. Por estas mismas razones es que se ha utilizado para probar la existencia de diversos índices agregados, y esto resulta ventajoso en una función Translog, puesto que no supone separabilidad como una hipótesis mantenida dentro de su estructura funcional.

En los estudios de Danny & May, y de Berndt y Wood¹⁸, se emplea la función Translog para verificar la existencia de un valor añadido real, el cual sólo es válido si se demuestra que el trabajo y el capital en conjunto, son separables de los materiales. El estudio de Danny & May se enfoca en el sector manufacturero de Canadá, y el de Berndt y Wood en el de Estados Unidos. Las restricciones impuestas en las AES son las mismas expuestas en las NOTAS al final (son las restricciones lineales y no lineales, la función Translog utilizada es la misma que [eq. 6]).

En ambos trabajos fue rechazada la existencia de tal índice de agregación consistente.

Imponiendo restricciones parecidas se han hecho estudios buscando índices agregados del trabajo¹⁹.

18.- Referencias [10] y [3] respectivamente.

19.- Berndt y Christensen [2], mostraron que no es posible concebir un índice agregado del trabajo hábil y no hábil para el sector manufacturero de los Estados Unidos. Por su parte, K. Uno [9], utiliza una función Translog para el análisis de interdependencias entre trabajo educado, no

ANÁLISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

La utilidad de la función Translog, no sólo se limita a la estimación de AES para distintos insumos, su flexibilidad y la introducción de ciertas restricciones, permiten probar hipótesis acerca de los rendimientos a la escala, y la estructura funcional a la que se ajustan los datos (se pueden imponer restricciones de separabilidad - aditividad-, para constatar que los datos ajustados no pertenezcan a una clase de función de producción menos flexible, como la Cobb-Douglas o CES).

Christensen, Jorgenson y Lau [5], primeramente prueban la teoría de la producción (imponiendo restricciones de simetría y rendimientos a la escala constantes) y condicional a esto imponen restricciones de aditividad, encontrando que los datos para el sector manufacturero de los Estados Unidos no se ajustan a una forma funcional aditiva, por lo que pertenecen a una forma más flexible como la Translog.

Corbo y Meller [6], y K. Uno [9], estiman directamente la función Translog sin condiciones de lado (como la maximización de beneficios y la de mercados perfectos), imponiendo entre otras restricciones la de rendimientos constantes a la escala y las de completa separabilidad. Esta última equivale a probar si los datos se

educado y capital, distinguiendo un sector desarrollado y uno menos desarrollado para Japón. También trata de encontrar un índice agregado del trabajo, el cuál es aceptable si se demuestra que las AES de los diferentes tipos del trabajo con respecto al capital son iguales. También rechaza la existencia de tal índice agregado en especial para las regiones menos desarrolladas.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

ajustan a una forma funcional Cobb Douglas. Se analizan respectivamente las economías de Chile y Japón.

Por su parte, Corbo y Meller siguen (al igual que K. Uno) la secuencia de pruebas normal:

- 1) Simetría
- 2) Rendimientos Constantes a la Escala
- 3) Monotonicidad y Cuásiconcavidad
- 4) Separabilidad Global (Estructura Cobb Douglas)
- 5) Sí esta última se rechaza, se prueban diferentes tipos de separabilidad con los insumos considerados.

Con datos del Censo de la Manufactura Chilena, Corbo y Meller, analizan la estructura tecnológica de 44 industrias desagregadas.

La hipótesis de los rendimientos constantes a la escala no pudo rechazarse para 35 de las 44 industrias consideradas, y para 34 de estas 35 industrias, no se pudo rechazar la completa separabilidad (Cobb Douglas), a un nivel de confianza del 99%.

Algo singular resulta el hecho de que para 5 de las 9 industrias donde se rechazó la hipótesis de los rendimientos constantes a la escala, se aceptó una forma funcional Cobb Douglas.

Esto prueba que la industria manufacturera chilena se ajusta mejor a una función Cobb-Douglas que a Translog.

K. Uno rechaza la hipótesis de simetría y de rendimientos constantes a la escala, y encuentra que la forma

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Cobb-Douglas no se ajusta al Japón, sobre todo a la región menos desarrollada²⁰

20.- También prueba la hipótesis de complementariedad de Griliches, y encuentra que el trabajo educado es más complementario con el capital, sobre todo en las regiones desarrolladas.

III. HIPOTESIS PRINCIPAL Y SECUENCIA DE PRUEBAS

HIPOTESIS PRINCIPAL

La hipótesis central en este estudio es suponer que la tecnología en algunos sectores de la Industria Manufacturera *mexicana en los años de 1980?* es representada por una forma funcional flexible como la función Translog.

Para probar estadísticamente esto, se tendrán que imponer restricciones de separabilidad global y parcial, para estar en posibilidad de definir si los datos no pertenecen a la clase de funciones de producción que imponen restricciones a priori sobre las elasticidades de sustitución (como la Cobb-Douglas y la CES).

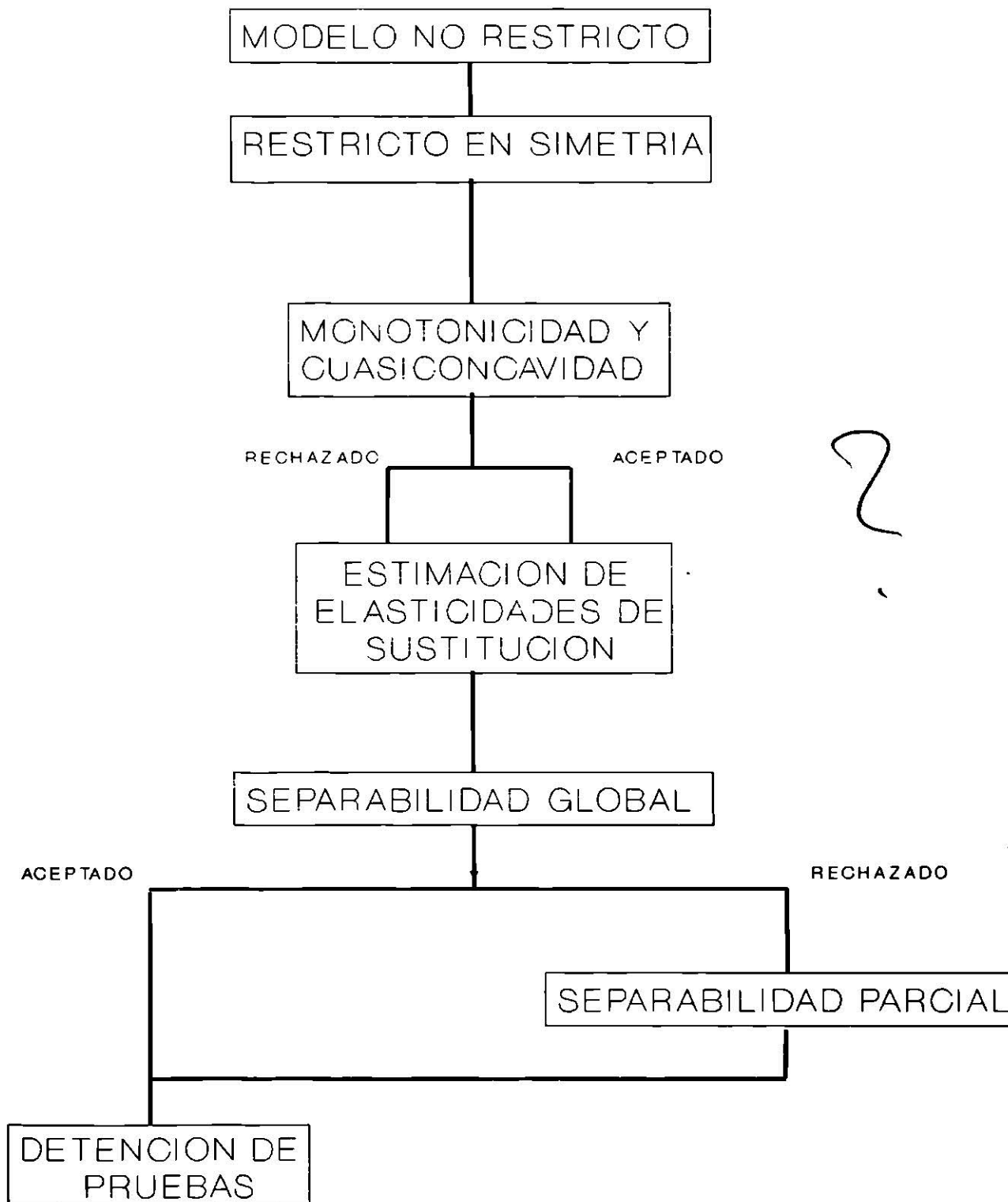
Con los parámetros a estimar en el modelo se podrán calcular las elasticidades de sustitución que servirán para verificar la hipótesis de complementariedad relativa de Zvi Griliches (que la elasticidad de sustitución entre Capital y Trabajo hábil es menor que entre Capital y Trabajo no hábil).

Para la estimación se tomaron datos de capital y dos tipos diferentes de trabajo (empleados y obreros) para los sectores de la industria manufacturera seleccionados.

SECUENCIA DE PRUEBAS

La secuencia de pruebas que se seguirá durante la implementación estadística del modelo, es presentada en el diagrama de la siguiente página.

SECUENCIA DE PRUEBAS



ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

i) Rendimientos Constantes a la Escala

Como fue demostrado con anterioridad, las restricciones que se imponen en una función Translog para probar Rendimientos Constantes a la Escala (RCE) son las mismas que las restricciones de simetría. [Los RCE son comunmente verificados empíricamente] debido a las ventajas de manejar una función homogénea. Por otro lado, [la existencia de recursos escasos en los mercados de insumos] y probables indivisibilidades, pueden provocar que los RCE no se cumplan en algunos sectores de la economía, por tanto, deben verificarse estadísticamente imponiendo las restricciones adecuadas.

ii) Buen Comportamiento

Una vez realizadas las pruebas de RCE, se continua con la verificación de que la función de producción cumple con las condiciones de segundo orden de la maximización de los beneficios. Estas son dos pruebas, monotonicidad y estricta concavidad de la función de producción.

La monotonicidad consiste en verificar que los insumos y productos sean no negativos en la región del espacio de insumos considerada. Para esto, es necesario comprobar, una vez estimados los parámetros del modelo, que las participaciones estimadas en los costos totales, de cada uno de los insumos, sean no negativas para el período de tiempo considerado.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Suponiendo que el producto y los insumos están en los reales no negativos, la monotonicidad ayuda a verificar que ningún insumo sea utilizado a niveles en los que su productividad marginal sea negativa:

$$\frac{d \ln F}{d \ln I} = \frac{I}{F} \frac{d F}{d I} = M_i$$

donde se nota que si I e F son no negativos, al verificar que M_i sea no negativo se comprueba que no se produce a niveles donde el producto marginal del insumo I sea negativo. En otras palabras, la monotonicidad nos dice si se esta produciendo en la etapa III de producción, donde el insumo esta siendo utilizado a niveles mayores a los deseados y la producción aumentaría con dejar de utilizar unidades de él.

La estricta concavidad de la función de producción es satisfecha si los menores principales del hessiano orlado relevante alternan de signo. En otras palabras, esta condición es satisfecha si se demuestra que el hessiano orlado es negativo definido.

Cumpléndose estas dos condiciones, se asegura que la función de producción estimada es adecuada para el análisis de interdependencias entre los insumos bajo consideración.

iii) Separabilidad Completa Global

Este tipo de separabilidad equivale a probar sobre los datos, las condiciones de una función Cobb-Douglas ($AES_{wk}=AES_{wb}=AES_{kb}=1$). Como fue expresado en las NOTAS, para el sistema de ecuaciones con tres insumos (capital y dos tipos de trabajo):

$$M_b = A_b + B_{bb} \ln B + B_{bw} \ln W + B_{bk} \ln K$$

$$M_w = A_w + B_{bw} \ln B + B_{ww} \ln W + B_{wk} \ln K$$

$$M_k = A_k + B_{bk} \ln B + B_{wk} \ln W + B_{kk} \ln K$$

Las condiciones de separabilidad completa global equivalen a decir que $B_{ij}=0$ (toda i,j), lo que en términos de nuestras ecuaciones significa que las participaciones en el gasto de un insumo en particular son independientes de la cantidad utilizada de los demás insumos.

Sí las restricciones no son rechazadas se concluye que los datos se ajustan a una forma funcional Cobb-Douglas y la secuencia de pruebas es detenida. Pero sí la prueba es rechazada, se tiene que probar separabilidad entre pares de insumos (separabilidad parcial).

iv) Separabilidad Parcial

La existencia de índices agregados consistentes puede ser probada mediante la imposición de restricciones de separabilidad parcial entre pares de insumos.

Sí contamos con una función de producción de la forma

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

$$Q = Q(K, H, E)$$

donde K es Capital, E es Empleados, y H son Obreros. Esta función indica que combinando estos tres insumos se llega a una cantidad de producto (Q).

Sin embargo, de ser posible construir un índice agregado consistente entre algún par de estos insumos, puede haber otra forma de "combinarlos" para llegar finalmente a la misma cantidad de producto.

Si de alguna manera combinamos los dos tipos diferentes de trabajo (E y H) en un sólo índice de trabajo ($L=L(E, H)$) la forma funcional anterior resulta equivalente a la siguiente:

$$Q = Q(K, L)$$

De ser débilmente separables E y H del insumo K, el índice L puede combinarse con K para producir la misma cantidad de producto final (Q) que antes.

Para que la construcción del índice L sea válida, E y H deben de ser débilmente separables de K. Para que esto se cumpla debe ser cierto lo siguiente:

- Que la Tasa Marginal de Sustitución entre Obreros y Empleados es independiente de la cantidad de capital utilizada.

- Esto equivale a decir que las Elasticidades de Sustitución entre Capital y Empleados, y entre Capital y Obreros son las mismas.

Como se analizó en el capítulo II, existen seis restricciones de separabilidad parcial para el caso de tres

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

insumos. Tres de estas restricciones son lineales y tres son no lineales.

En la siguiente tabla se presentan estas seis restricciones para los seis tipos de separabilidad aplicados al caso de los tres insumos (se turnará al capítulo V la aplicación de estas restricciones en el modelo de manera más explícita).

RESTRICCIONES DE SEPARABILIDAD PARCIAL	
TIPO DE SEPARABILIDAD	RESTRICCIONES SOBRE LAS AES
LINEAL: EH - K EK - H HK - E	($AES_{ek}=AES_{hk}=1$) ($AES_{eh}=AES_{hk}=1$) ($AES_{eh}=AES_{ek}=1$)
NO LINEAL: EH - K EK - H HK - E	($AES_{ek}=AES_{hk}$ dif 1) ($AES_{eh}=AES_{hk}$ dif 1) ($AES_{eh}=AES_{ek}$ dif 1)

Se hacen las pruebas de separabilidad para todas las combinaciones posibles entre pares de insumos para determinar la probable existencia de índices agregados consistentes.

El caso de Completa Global Separabilidad es equivalente a que se cumplan simultáneamente los tres tipos de separabilidad lineal (equivalente también a probar una estructura Cobb-Douglas sobre los datos).

Las restricciones lineales son mutuamente exclusivas respecto a las no lineales, no es posible no rechazar la primera restricción lineal y la primera no lineal, dado que los valores a los que se restringen las AES

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

no se traslapan (lo mismo para los otros dos pares de restricciones lineales y no lineales).

Las restricciones lineales implican que la suma de las participaciones en el costo de los dos insumos considerados se mantiene constante. Las restricciones no lineales presuponen que la razón de participaciones en el coste de los insumos se mantiene constante en el tiempo (la prueba de esto es larga para presentarse aquí, se turna a las referencias su presentación, ver [3]).

IV. LOS DATOS

TRABAJO

La medida correcta de este insumo puede caer en controversia, por lo que deben de dedicarse algunas observaciones a justificar los datos que serán utilizados para medir la fuerza de trabajo en este estudio.

Combinar diferentes tipos de trabajo en un índice agregado puede ser fuertemente criticado ya que supone que hay perfecta sustituibilidad entre los trabajadores que componen el índice.

Construir un índice simple del total de la fuerza de trabajo de la industria manufacturera presupondría que la destreza de un obrero en el sector de fabricación de chicles es homogénea a la habilidad de un ingeniero químico en el sector de fabricación de fibras celulósicas y otras fibras artificiales.

Además, el capital en ambos sectores no tiene por qué ser homogéneo, la estructura de las construcciones de la nave industrial no tiene que ser similar, tampoco la maquinaria y equipo que se utilizan en ambos sectores.

Esto significa que aún desagregando a la fuerza laboral de acuerdo a las actividades que realizan, las relaciones técnicas que guarda un obrero por ejemplo, con el capital, puede diferir entre sectores dentro de la industria, por lo que construir un índice agregado de obreros para toda la industria manufacturera puede distorsionar los resultados

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

de un análisis de interdependencias técnicas entre los obreros y otros insumos dentro de la industria.

Resulta más apropiado el análisis de interdependencias técnicas por sector, por lo que sólo resta definir el nivel de agregación que será considerado para la medición de la fuerza de trabajo, mismo que esta en función de la disponibilidad de información de las fuentes oficiales.

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), presenta información desagregada [del insumo trabajo] en la Encuesta Industrial Mensual.

La revista contiene datos para 57 clases de actividad de la Industria Manufacturera (esto es, 57 sectores). Estas se encuentran clasificadas en las siguientes Divisiones:

- I. PRODUCTOS ALIMENTICIOS, BEBIDAS Y TABACO.
- II. TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR E INDUSTRIAS DEL CUERO.
- III. INDUSTRIAS DE LA MADERA Y PRODUCTOS DE LA MADERA.
- IV. PRODUCTOS DE PAPEL, IMPRENTAS Y EDITORIALES.
- V. SUBSTANCIAS QUIMICAS DEL PETROLEO, MADERA, PRODUCTOS DE CAUCHO Y PLASTICO.
- VI. PRODUCTOS DE MINERALES NO METALICOS.
- VII. INDUSTRIAS METALICAS BASICAS.
- VIII. PRODUCTOS METALICOS, MAQUINARIA Y EQUIPO.
- IX. OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS.

De estas divisiones, se extrajeron once clases de actividad, las cuales se presentan en la siguiente tabla:

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

CLASES DE ACTIVIDAD SELECCIONADAS		
DIVISION	CLASE	CONCEPTO
I	2032	Preparación, conservación, empackado, y envase de frutas y legumbres.
I	2051	Molienda de Trigo.
I	2094	Fabricación de aceites, margarinas, y otras grasas vegetales comestibles
I	2131	Fabricación de cerveza.
IV	2712	Fabricación de cartón y Laminas de cartón y cartoncillo.
VI	3341	Fabricación de cemento hidráulico.
V	3113	Fabricación de abonos y fertilizantes.
V	3112	Fabricación de fibras sintéticas y artificiales.
V	3143	Jabones, detergentes y cosméticos.
VIII	3831	Fabricación y ensamble de vehículos automóviles.
VIII	3832	Fabricación de carrocerías para vehículos automotores.

La publicación [desagrega la fuerza laboral] en obreros y empleados para cada uno de los sectores de la industria manufacturera. Los obreros son definidos como:

"Comprende a las personas que realizan trabajos predominantemente manuales y ligados con la operación de la maquinaria y equipo (fabricación y montaje) y su supervisión (capataces). incluye a otro personal vinculado con tareas auxiliares al proceso de producción tal como el dedicado a limpieza, reparación, mantenimiento, despacho y almacenaje, embalaje, provisión de materias primas, transporte, etc.," (Fuente: Encuesta

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Industrial Mensual, Resumen 1984, SPP, INEGI).

Por su parte, la definición de empleados es como sigue:

"Comprende al personal afectado a la planeación, dirección y supervisión técnica o administrativa en relación con el proceso productivo o con los servicios auxiliares de la producción y al que realiza tareas relativas a la contabilidad, administración, archivo, investigación, desarrollo de ventas, publicidad, vigilancia, seguridad, o tareas generales de oficina. (Fuente: Ibíd.).

Entre las críticas que puede tener el utilizar este nivel de agregación están, el hecho de considerar que dentro de un sector los obreros son completamente homogéneos, sin distinguir entre consideraciones de calidad como nivel de educación, experiencia, sexo, nacionalidad, religión, etc. Sin embargo la falta de información disponible hace imposible realizar ajustes de calidad en los datos, por lo que se tendrá que mantener el supuesto de homogeneidad entre todas las personas catalogadas como obreros y empleados en sus respectivos sectores industriales.

Los datos del insumo trabajo que se requieren para la implementación del modelo son, un índice del trabajo

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

desagregado en obreros y empleados²¹, y las remuneraciones para cada uno de estos²².

De esta manera, sea:

Salario^*_{it} .- Remuneración que perciben los obreros de la clase i , en el mes t .

Sueldo^*_{it} .- Remuneración que perciben los empleados de la clase i , en el mes t .

PS_{it} .- Prestaciones Sociales que percibieron conjuntamente obreros y empleados de la clase i , en el mes t .

Salario_{it} .- Remuneraciones a obreros del sector i , en el mes t , ajustado a las prestaciones sociales.

Sueldo_{it} .- Remuneraciones a empleados del sector i , en el mes t , ajustado a las prestaciones sociales.

El cálculo de las remuneraciones de obreros y empleados que incluye un ajuste para las prestaciones sociales es:

[eq. 1]

$$\text{Salario}_{it} = \text{Salario}^*_{it} + \text{PS}_{it} \left(\frac{\text{Salario}^*_{it}}{\text{Salario}^*_{it} + \text{Sueldo}^*_{it}} \right)$$

21.- Este índice se define como el producto del número de personas que laboraron, y el promedio de horas que laboro una persona. La Encuesta Industrial Mensual, no contiene registros de las horas laboradas por empleados, pero si para los obreros, por lo que para evitar la imposición de supuestos arbitrarios se usaron solamente las series de obreros y empleados.

22.- La Encuesta Industrial Mensual publica datos de salarios para obreros y de sueldos a empleados, sin embargo las prestaciones sociales no son desagregadas. Por ello se distribuyen estas entre sueldos y salarios en la misma proporción en que están los sueldos y salarios respecto a su suma.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

$$\text{Sueldo}_{it} = \text{Sueldo}^*_{it} + \text{PS}_{it} \quad (\text{Sueldo}^*_{it} / \text{Salario}^*_{it} + \text{Sueldo}^*_{it})$$

Se extrajeron los datos de salarios, sueldos y prestaciones sociales, para el cálculo de los salarios y sueldos ajustados para cada una de las clases de actividad relevante.

De igual forma se extrajeron datos de número de obreros y número de empleados, para el cálculo de los índices de obreros y empleados en cada una de las clases de actividad.

CAPITAL

El modelo a estimar requiere de datos del costo del capital físico para poder llegar al cálculo de las participaciones del insumo capital respecto al costo total, y de la medida del stock de capital físico.

Para la estimación de interdependencias técnicas entre diversos insumos y el capital, es requerido tener una medida apropiada del capital.

Se analizaron en el capítulo II las distorsiones que pueden sufrir las elasticidades de sustitución con diferentes medidas o aproximaciones al insumo capital.

El capital total no sólo incluye a los activos fijos (Edificios y construcciones, terrenos, maquinaria y equipo, equipo de transporte y oficina, etc.), sino también a una parte muy importante en el patrimonio de la empresa, el capital de trabajo.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

El capital de trabajo esta dado por las inversiones que realizan las empresas en inventarios (inventarios en materias primas, productos semiprocesados y productos terminados), así como sus políticas de cuentas por cobrar y proveedores, éstas últimas están dadas generalmente por las condiciones de mercado que prevalezcan en cada sector.

Sin embargo, por estrategias fiscales (para evitar pagar más impuestos), muchas empresas tienden a sobreinventariarse, a llevar sus gastos en capital de trabajo a niveles no normales. Alternativamente, por cuestiones de competencia pueden invertir más en clientes (es decir, otorgar más crédito), afectando al capital de trabajo.

Condiciones como estas suceden comunmente, y son independientes totalmente de las relaciones técnicas que puedan guardar diferentes insumos con el capital en las actividades puramente productivas. Es por esto, que se eliminará de toda consideración al capital de trabajo en la medida del capital utilizada aquí. Se considerará en lo subsiguiente a los activos fijos solamente.

Se cuentan con estimaciones del acervo fijo bruto total de capital por sector industrial, sin embargo el acervo bruto total mide la totalidad de los activos fijos en operación, y como la totalidad de estos no es consumida en un año dado es requerido aproximar la parte que es consumida puesto que ésta es la que participo activamente en las actividades productivas, y es la que guarda estrecha relación técnica con los otros insumos, misma que es de interés medir.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

A la parte consumida del acervo de capital en un año dado le llamamos "servicio del capital".

Una aproximación al servicio del capital es la depreciación anual en activos fijos, sin embargo presenta los inconvenientes de que su determinación es arbitraria en el sentido de que se calcula para efectos fiscales (como un porcentaje de la vida útil del activo puesta en términos monetarios) por lo que no reflejaría el servicio real prestado por el capital en el período considerado.

Otra alternativa es considerar la formación bruta de capital, que mide la adquisición de activo fijo durante el año (las altas en activo fijo), restando las ventas y obsolescencias de activo fijo (bajas de activo fijo).

Para poder utilizar ésta medida como aproximación al servicio del capital, se tiene que hacer el supuesto de que la formación bruta de activo fijo representan inversiones encaminadas a reponer el activo fijo consumido durante el período considerado, por lo que representa una aproximación al servicio del capital.

Una aproximación al servicio del capital sería una alternativa para medir el stock de capital real y su costo. El stock de capital real esta determinado por la cantidad del stock de capital que fue realmente utilizada en actividades productivas, y el costo del capital sería aproximado como el producto del precio del servicio (o precio de renta del capital), y la cantidad del stock de capital real utilizada.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Sin embargo, problemas en aproximar el precio del servicio para cada uno de los sectores lo impiden ²³.

En la publicación "Acervos y Formación de Capital", *¿Año?* del Banco de México, se realizó una encuesta para obtener una medida de la formación de capital en México, y comenzar a generar una serie cronológica de información relevante sobre la medición correcta de este insumo (Se sigue la metodología sugerida por el Sistema de Cuentas Nacionales de la ONU).

Para la medición del acervo bruto de capital fijo, se utilizó el Método de Inventarios Permanentes (MIP), el cual presenta algunas ventajas como lo son, el hecho de que los datos de la serie cronológica que se va generando se va autodepurando por altas y bajas de activos, además de considerar la depreciación anual de los mismos, la vida útil, y variaciones en los precios de los activos, para su medición en términos reales.

23.- En la referencia [11], se analiza detalladamente la teoría y la gran cantidad de supuestos y requerimientos de información que son necesarios para dividir los gastos en capital en dos componentes, el precio del servicio (o renta), y el capital real utilizado. El nivel de agregación que manejan los autores es el de la totalidad de la industria manufacturera norteamericana, situación que facilita el manejo de la información.

Determinar una medida del precio del servicio requiere del conocimiento de precios de los activos utilizados, sus tasas de reposición, su tasa de rendimiento, y esto debe ser ajustado por los impuestos a que son sujetas las utilidades y la propiedad del activo. El trato impositivo difiere entre sectores, por lo que se tiene que segmentar a la totalidad de los activos dependiendo sus sectores de destino (se distinguen entre empresas corporativas, no corporativas, empresas familiares e instituciones sin fines de lucro).

Sin embargo, el nivel de desagregación de la manufactura mexicana que manejamos aquí hace imposible obtener la información que se requiere para obtener una estimación del precio del servicio del capital para cada uno de los sectores que se propusieron, además de que se deben de realizar los ajustes necesarios para adecuar esta teoría a las normas tributarias que enfrentan las empresas mexicanas entre otras cosas.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Esta publicación presenta información del activo fijo desagregada en los siguientes componentes para cada rama industrial:

- Edificios, Construcciones e Instalaciones fijas.
- Maquinaria y Equipo de operación.
- Equipo de Transporte.
- Mobiliario y Equipo de Oficina.

Se presenta información en inversiones en cada uno de estos rubros para el período 1960 a 1987, así como los correspondientes índices de precios desagregados por tipo de activo fijo y por rama industrial.

Dado que la medida del capital esta dada en pesos, se requiere de un índice de precios para aproximar una medida del capital (en términos reales) consumido para un período dado. Se utilizaron los índices mencionados antes para tal fin.

En resumen, se utilizará a la formación bruta de capital fijo como una aproximación al servicio del capital, se utilizaron los índices de precios desagregados para la estimación del servicio del capital en términos reales, y al costo de la formación bruta en precios corrientes para el cálculo de las participaciones en el costo del servicio del capital respecto al costo total (por lo que información de sueldos y salarios también serán tomados en precios corrientes).

Al final del estudio se presenta un apéndice con la información de Obreros, Empleados, Sueldos, Salarios,

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Prestaciones Sociales, e Inversión Fija Bruta a precios corrientes y constantes para cada uno de los sectores industriales bajo estudio.

V. IMPLEMENTACION ESTADISTICA

Para dejar más clara la exposición de los diferentes modelos a estimarse, se presentará aquí la aplicación gradual de cada una de las restricciones siguiendo la secuencia de pruebas señalada anteriormente.

Se justificarán los métodos de estimación a utilizarse y los estadísticos de prueba que servirán de referencia para la inferencia estadística.

MODELO NO RESTRINGIDO

El modelo que es de interés incluye sólo a tres insumos: Obreros, Empleados y Capital.

Con el supuesto de mercados competitivos de insumos y productos, y de una conducta de maximización de utilidades por parte de los empresarios, el modelo base, o irrestringido, está constituido por un sistema de ecuaciones semilogarítmicas, el cual es presentado enseguida:

[eq. 1]

$$M_h = A_H + B_{HH} L_H + B_{HE} L_E + B_{HK} L_K$$

$$M_e = A_E + B_{EH} L_H + B_{EE} L_E + B_{EK} L_K$$

$$M_k = A_K + B_{KH} L_H + B_{KE} L_E + B_{KK} L_K$$

Sólo son requeridas dos de las tres ecuaciones para la estimación, debido al hecho de que las tres

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

participaciones en los costos (las M's), deben sumar la unidad. Esto equivale a que lo siguiente sea cierto:

[eq 2]

$$\begin{aligned}AH + AE + AK &= 1 \\BHH + BEH + BKH &= 0 \\BHE + BEE + BKE &= 0 \\BHK + BEK + BKK &= 0\end{aligned}$$

Cuatro parámetros pueden ser estimados a través de los otros ocho y una ecuación puede ser dejada fuera sin pérdida de generalidad.

Dejando fuera a la ecuación de E, el modelo irrestricto sería el siguiente:

[eq. 3]

$$\begin{aligned}M_h &= AH + BHH LH + BHE LE + BHK LK \\M_k &= AK + BKH LH + BKE LE + BKK LK\end{aligned}$$

Los ocho parámetros libres son: AH, AK, BHH, BKH, BHE, BKE, BHK, y BKK.

Y en base a estos ocho parámetros, serán estimados los cuatro restantes de la ecuación de E.

MODELO RESTRINGIDO EN SIMETRIA

La simetría indica que se debe cumplir que el parámetro $B_{ij}=B_{ji}$, para toda ecuación y todo insumo.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Aplicado a nuestro modelo irrestricto, debe ser cierto que $BHE=BEH$, $BKE=BEK$, Y $BHK=BKH$. Al imponer las restricciones al modelo irrestricto dado en [eq. 3] existen dos parámetros, BEK y BEH , que forman parte de la ecuación de E , misma que no esta siendo considerada, por lo que deben de ponerse estos parámetros en función de los parámetros de las dos ecuaciones que se van a estimar, en base a las relaciones dadas en [eq. 2].

Se demostró con anterioridad que las restricciones de simetría son las mismas que las de los Rendimientos Constantes a la Escala, el modelo restringido es el siguiente:

[eq. 4]

$$M_h = A_h + B_{HH} L_h + (-B_{HH}-B_{HK}) L_e + B_{HK} L_k$$

$$M_k = A_k + B_{HK} L_h + (-B_{KK}-B_{HK}) L_e + B_{KK} L_k$$

Además debe ser cierto que:

[eq. 5]

$$A_e = 1 - A_h - A_k$$

$$B_{EH} = - B_{HH} - B_{HK}$$

$$B_{KE} = - B_{KK} - B_{HK}$$

$$B_{EE} = - B_{EH} - B_{KE}$$

BUEN COMPORTAMIENTO DE LA FUNCION DE PRODUCCION

Consiste en probar monotonicidad y estricta concavidad de la función de producción.

Como las propiedades de simetría y Rendimientos Constantes a la Escala son también deseables, se harán las

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

pruebas de buen comportamiento en los modelos restringidos en simetría y Rendimientos Constantes a la Escala.

La monotonicidad se verifica simplemente estimando los parámetros del modelo dado en la [eq. 4], y calculando las participaciones en los costos de las tres ecuaciones (esto es, M_h , M_e y M_k), y checar que son todas positivas para cada año de la muestra.

La estricta concavidad de la función de producción es verificada demostrando que el hessiano orlado relevante es negativo definido. Para el caso de una función Translog, el Hessiano orlado viene dado por una matriz cuadrada de las derivadas directas y cruzadas de las productividades marginales.

Sea F_i ($i=h,e,k$), la Productividad marginal del insumo i , la cual viene dada por la siguiente expresión para nuestra función Translog de tres insumos:

[eq. 6]

$$F_k = (F/K) (M_k)$$

donde

$$M_k = (A_k + B_{kh} \ln H + B_{ke} \ln E + B_{kk} \ln K)$$

Y las derivadas directas y cruzadas de las productividades marginales vienen dadas por las siguientes expresiones:

[eq. 7]

$$F_{kk} = (F/K^2) (B_{kk} + (M_k - 1) (M_k))$$

$$F_{kh} = (F/K H) (B_{kh} + (M_k) (M_h))$$

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

El Hessiano orlado de las derivadas de las productividades marginales esta dado por la siguiente matriz:

[eq. 8]

$$H = \begin{bmatrix} F_{hh} & F_{he} & F_{hk} \\ F_{eh} & F_{ee} & F_{ek} \\ F_{kh} & F_{ke} & F_{kk} \end{bmatrix}$$

Los resultados a las pruebas de monotonicidad y estricta concavidad de la función de producción, son una prueba de que el supuesto de maximización de utilidades, sujeto a una forma funcional translog se ajusta adecuadamente a los datos, por lo que se considera que la función es apropiada para el análisis de interdependencias, lo cual dará "mayor peso" a las estimaciones de las elasticidades de sustitución.

SEPARABILIDAD COMPLETA GLOBAL

Como tercer prueba dentro de la secuencia señalada se deben de imponer las restricciones adecuadas de separabilidad global para verificar que los datos no se ajustan a una estructura funcional que pone restricciones a priori sobre las elasticidades de sustitución. Estas restricciones equivalen a probar una estructura Cobb-Douglas sobre los datos.

Condiciona a simetría, se impone la restricción de que $B_{ij}=0$ para todo i,j .

Esto reduce el modelo de la eq. 4 al siguiente:

[eq. 9]

$$M_h = A_h$$

$$M_k = A_k$$

Esto indica que los gastos en cada insumo son constantes e independientes del nivel de utilización de los demás insumos.

SEPARABILIDAD PARCIAL

Aplicado a nuestro modelo de tres insumos, dos de ellos son separables respecto a un tercero sí y sólo sí las elasticidades Allen entre ellos y el tercer insumo son las mismas. La definición de la Elasticidad Allen aplicada a un modelo como el que estamos manejando fué dada en una de las NOTAS al final del estudio, es presentada aquí por facilidad:

[eq. 10]

$$AES_{ij} = 1 + \frac{B_{ij}}{M_i M_j}$$

Las pruebas de separabilidad parcial requieren de la derivación de condiciones que deben cumplirse para la separabilidad propuesta específica. Aquí serán derivadas las condiciones para cada una de las separabilidades parciales posibles para nuestro caso de tres insumos.

Existen tres tipos de separabilidad parcial en nuestro modelo:

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

- HE-K .- Separabilidad de H y E respecto a K.
- HK-E .- Separabilidad de H y K respecto a E.
- KE-H .- Separabilidad de K y E respecto a H.

En general sí tenemos tres insumos, H, E y K, se dice que H y E son separables de K sí se cumple que:

$$AES_{HK} = AES_{EK}$$

Y en virtud de la [eq. 10], podemos poner ésta condición en términos de los parámetros de nuestro modelo:

$$1 + \frac{BHK}{M_h M_k} = 1 + \frac{BEK}{M_e M_k}$$

Reordenando términos, esto equivale a:

$$BHK M_e - BEK M_h = 0$$

Sustituyendo M_e y M_h , encontramos tres condiciones que deben cumplirse:

- i) $BHK A_E - BEK A_H = 0$
- ii) $BHK B_{EH} - BEK B_{HH} = 0$
- iii) $BHK B_{EE} - BEK B_{HE} = 0$

Sin embargo, es común que las condiciones de separabilidad parcial se apliquen sujeto a la condición de simetría. Estas tres restricciones deben de ponerse en términos de los parámetros libres en el modelo que esta restringido a simetría. Haciendo las sustituciones apropiadas con las condiciones de simetría, encontramos tres condiciones equivalentes a las anteriores (en términos de los parámetros libres):

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

- i) $BHK - BHK AK + BKK AH = 0$
- ii) $BKK BHH - BHK^2 = 0$
- iii) $BKK BHH - BHK^2 = 0$

Se aprecia que las condiciones ii y iii son idénticas, por lo que manejaremos sólo dos restricciones.

Estas dos condiciones son las que deben de cumplirse simultáneamente para que la separabilidad propuesta (HE-K) sea valida. Existen dos soluciones, una lineal y la otra no lineal:

La solución lineal simultánea viene dada por:

$$\begin{aligned} BKK &= 0 \\ BHK &= 0 \end{aligned}$$

Esta solución reduce las AES a la unidad, esto es, se restringe el modelo al caso en que $AES_{HK}=AES_{EK}=1$.

La solución no lineal simultánea es la siguiente:

$$\begin{aligned} BKK &= BHK^2 / BHH \\ AK &= 1 + (BHK AH / BHH) \end{aligned}$$

Estas restricciones reducen las AES al caso en que deben de ser iguales, pero distintas a la unidad.

Las restricciones lineales excluyen a las no lineales (y viceversa), por lo que se aplican separadamente. Para probar la separabilidad propuesta deben aplicarse dos pruebas, una con las restricciones lineales y otra con las no lineales. Si ambas son rechazadas, no hay evidencia de que existe un índice agregado entre los dos insumos que se intentan separar.

El caso anterior manejó sólo una de las tres separabilidades de nuestro modelo. El método a seguir es el

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

mismo para derivar las restricciones lineales y no lineales de los otros dos tipos de separabilidad propuesta. En la siguiente Tabla se presenta un resumen de las restricciones lineales y no lineales para cada tipo de separabilidad:

RESTRICCIONES DE SEPARABILIDAD PARCIAL		
TIPO DE SEPARABILIDAD	RESTRICCIONES LINEALES	RESTRICCIONES NO LINEALES
HE-K	BKK=0 BHK=0	$BKK=BHK^2/BHH$ $AK=1+(BHK AH/BHH)$
HK-E	BHH=-BHK BHK=-BKK	$BKK=BHK^2/BHH$ $AK=AH BHK/BHH$
KE-H	BHK=0 BHH=0	$BKK=BHK^2/BHH$ $AK=(AH-1) BHK/BHH$

METODO DE ESTIMACION E INFERENCIA ESTADISTICA

En primer lugar deben de especificarse tres términos estocásticos, mismos que se agregan de forma aditiva al modelo de tres ecuaciones dado en [eq. 1].

El nivel de agregación que se considera comunmente en estudios de este tipo, hace suponer que exista algún tipo de sesgo por problemas de simultaneidad en el modelo. Es decir, se esperaría que los niveles de utilización de los insumos (y sus precios) sea determinado dentro del modelo.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Esto obliga a que se utilicen variables instrumentales, y un método de mínimos cuadrados en dos etapas aplicado a cada ecuación del modelo no restringido.

Pero el problema llega cuando comienzan a imponerse las restricciones. La restricción de simetría no puede imponerse con un método de dos etapas aplicado ecuación por ecuación.

El problema de la simultaneidad origina⁷ que haya una probable asociación entre las variables exógenas y los términos estocásticos. Esto resta eficiencia a los estimados, pero utilizando un método de tres etapas sí los coeficientes fuera de la diagonal principal de la matriz de covarianzas son distintos de cero, los problemas de eficiencia en los estimados pueden ser reducidos. No obstante, éste método haría que las estimaciones no fueran independientes de la ecuación que quede fuera de consideración.

Por esto, se utiliza un método de tres etapas iterativo, el cuál hace que los parámetros converjan, siendo los estimados independientes de la ecuación que quede fuera.

La relevancia de esto es que el método iterativo en tres etapas ofrece estimaciones asintóticamente equivalentes al método de máxima verosimilitud, que fué utilizado en el presente estudio.

Para efectos de validar estadísticamente las diferentes hipótesis se utilizó la prueba de la razón de verosimilitud.

ANÁLISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

La razón de verosimilitud es el cociente de dividir el Log de Verosimilitud (o máximo valor de la función de verosimilitud) para el caso restringido, por el Log de Verosimilitud para el caso no restringido:

$$R = L(\text{Restringido})/L(\text{No Restringido})$$

donde es sabido que $-2 \text{ Log } R$ se distribuye asintóticamente como una Chi cuadrada, con el número de grados de libertad igual al número de restricciones.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

VI. LOS RESULTADOS

En la Tabla 1 de la siguiente página, se presentan los resultados del modelo no restringido para los once sectores considerados.

Se presenta el estadístico "t" para los ocho parámetros libres de este modelo. En la última columna aparece el logaritmo del valor máximo alcanzado por la función de verosimilitud (LOGL).

Los parámetros libres pertenecen a las dos ecuaciones que fueron estimadas directamente (de Capital, K, y de obreros, H), ya que una ecuación es eliminada con el supuesto de rendimientos constantes a escala y de que la retribución a los factores agota al valor de la producción.

Para efectos de la inferencia estadística, se sabe que -2 veces la razón de verosimilitud se distribuye como una Chi cuadrada, con el número de grados de libertad igual al número de parámetros restringidos. La siguiente tabla presenta los grados de libertad y los Chi cuadrados teóricos para cada tipo de restricción.

TABLA 1

PARAMETROS ESTIMADOS DEL MODELO NO RESTRICTO

SECTOR	AH	AK	AE	BHH	BKK	BEE	BKE	BEK	BEH	BHE	BHK	BKH	LOGL
ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES	0.51893 (41.730)	0.087232 (5.187)	0.39384	0.092975 (2.551)	0.10598 (10.121)	0.07452	-0.017143 (0.739)	-0.03261	-0.11118	-0.057381 (3.347)	-0.073371 (9.477)	0.018829 (0.382)	88.3388
MOLIENDA DE TRIGO	0.24636 (25.379)	0.51009 (34.971)	0.24355	0.37038 (4.883)	0.18776 (15.392)	-0.11455	0.40509 (3.996)	-0.08571	-0.01171	-0.29055 (4.306)	-0.10205 (12.570)	-0.35868 (3.147)	112.992
ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES	0.41866 (27.616)	0.164890 (6.895)	0.41644	0.54944 (2.772)	0.20321 (7.900)	-0.06746	0.36356 (1.929)	-0.09661	0.08092	-0.29609 (2.479)	-0.10659 (6.543)	-0.63036 (2.016)	109.546
CERVEZA	0.36119 (32.519)	0.21597 (13.649)	0.42285	0.20109 (10.273)	0.16385 (12.611)	0.23098	-0.12687 (3.099)	-0.07396	-0.27001	-0.10411 (3.622)	-0.089896 (9.857)	0.068917 (2.471)	99.4517
PAPEL Y CARTON	0.077505 (8.060)	0.86699 (50.720)	0.0555	0.19531 (1.903)	0.095431 (4.240)	-0.10096	0.25301 (0.912)	-0.03947	0.06095	-0.15205 (0.975)	-0.055956 (4.424)	-0.25626 (1.403)	104.155
ABONOS Y FERTILIZANTES	0.42959 (11.159)	0.2768 (6.158)	0.29361	0.12458 (1.022)	0.051881 (5.523)	0.27025	-0.27371 (1.005)	-0.01696	-0.20428	0.0034585 (0.015)	-0.034922 (4.343)	0.079702 (0.560)	75.0737
RESINAS SINTETICAS Y FIBRAS ARTIFICIALES	0.20971 (11.774)	0.59524 (21.665)	0.19505	0.16872 (2.197)	0.18419 (12.489)	0.16071	-0.14418 (1.006)	-0.07455	-0.08516	-0.016521 (0.178)	-0.10964 (11.468)	-0.083565 (0.706)	103.611
JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS	0.31874 (22.551)	0.23114 (14.398)	0.45013	0.2159 (1.690)	0.12023 (4.164)	0.39351	-0.28844 (1.625)	-0.04964	-0.46893	-0.10507 (0.672)	-0.070595 (2.777)	0.25302 (1.744)	85.8363
CEMENTO	0.39077 (23.925)	0.34803 (16.994)	0.2612	0.40274 (3.646)	0.20736 (21.229)	0.02541	0.18703 (1.477)	-0.08943	0.03701	-0.21245 (2.280)	-0.11793 (16.404)	-0.43974 (2.930)	112.065
AUTOMOVILS	0.24074 (7.254)	0.51485 (12.869)	0.24441	0.43382 (3.890)	0.2717 (11.234)	0.03672	0.1997 (1.056)	-0.1181	0.03131	-0.23642 (1.507)	-0.15361 (7.656)	-0.46513 (3.460)	84.8759
CARROCERIAS, MOTORES Y OTRAS PARTES PARA AUTO	0.16937 (21.311)	0.74681 (58.844)	0.08382	0.2587 (6.994)	0.13762 (6.922)	-0.00826	0.18616 (2.933)	-0.004521	0.0383	-0.1779 (4.475)	-0.0092418 (7.208)	-0.297 (5.029)	121.162

EL ESTADISTICO T-ESTUDENT ES PRESENTADO ENTRE PARENTESIS.

**GRADOS DE LIBERTAD Y ESTADISTICOS
TEORICOS PARA LAS DIFERENTES RESTRICCIONES**

TIPO DE RESTRICCION	GRADOS DE LIBERTAD	Chí CUADRADA TEORICA (5%)	Chí CUADRADA TEORICA (0.5%)
SIMETRIA	3	7.81	12.84
SEPARABILIDAD GLOBAL	3	7.81	12.84
SEPARABILIDAD PARCIAL	2	5.99	10.60

Los parámetros libres en el modelo no restringido son ocho, en el restringido en simetría son cinco; por tanto, los grados de libertad en el modelo restringido en simetría son tres (ya que tres parámetros fueron restringidos o eliminados de la estimación directa).

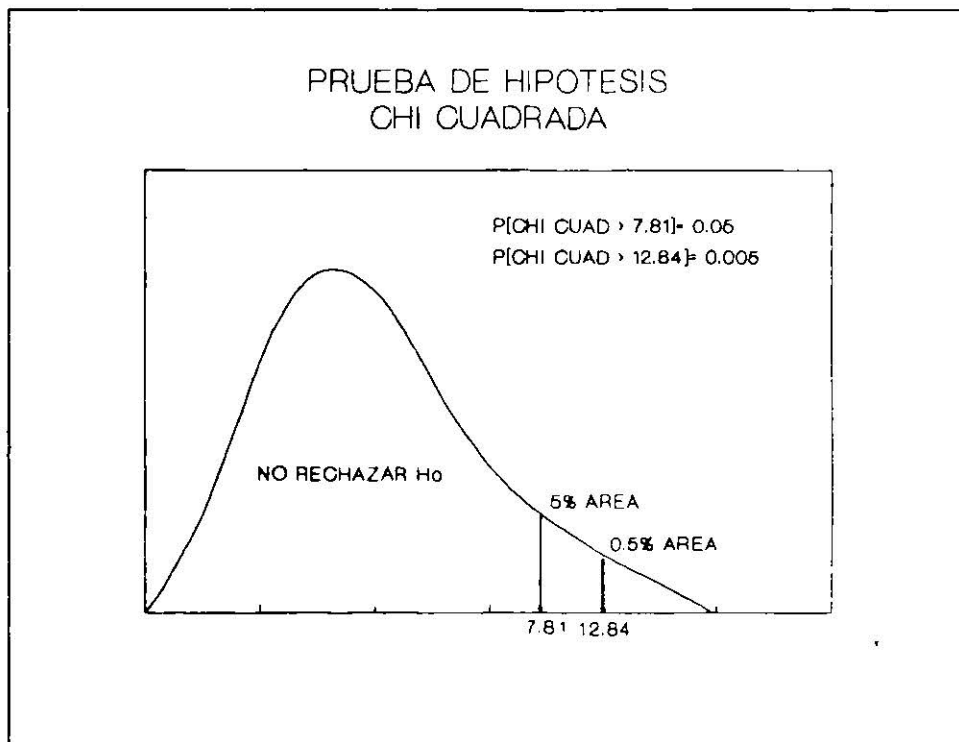
Del mismo modo, los parámetros libres en el modelo restringido en separabilidad global (sujeto a simetría), son dos, por lo que el total de grados de libertad es tres (ya que las restricciones de separabilidad global se impusieron en el modelo restringido en simetría, entonces éste último es considerado el no restringido para la inferencia de separabilidad global y los distintos tipos de separabilidad parcial).

Para encontrar el número de grados de libertad en los modelos restringidos en separabilidad parcial, se procede de igual manera. Se toma como no restringido al modelo restringido en simetría (que tiene cinco parámetros libres), y dado que el número de parámetros libres en el modelo

restringido en separabilidad parcial son tres, entonces los grados de libertad son dos.

En la Tabla 2, se presentan los resultados de la estimación del modelo restringido en simetría para cada uno de los once sectores considerados. En la última columna se presentan los logaritmos del máximo valor alcanzado por la función de verosimilitud (se presentan entre paréntesis menos dos veces la razón de verosimilitud, estadístico que se debe de comparar con el Chi cuadrado teórico dado antes).

La simetría parte del supuesto de que contamos con una función con propiedades deseables, esto es, una función dos veces diferenciable con productividades marginales continuas y por ende que las derivadas cruzadas sean simétricas en los insumos.



Sí el número presentado entre paréntesis es menor al Chi cuadrado teórico, no se rechaza la hipótesis de que los datos de la muestra se

TABLA 2

PARAMETROS ESTIMADOS DEL MODELO RESTRINGIDO EN SIMETRIA

SECTOR	AH	AK	AE	BHH	BKK	BEE	BKE	BEK	BEH	BHE	BHK	BKH	LOGL
ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES	0.51148 (51.490)	0.10487 (8.741)	0.38365	0.12406 (8.445)	0.11237 (10.533)	0.08711	-0.03771	-0.03771	-0.0494	-0.0494	-0.07466 (10.169)	-0.07466	86.4407 (3.796)
MOLIENDA DE TRIGO	0.24111 (51.607)	0.56804 (50.824)	0.19085	0.242 (4.899)	0.15222 (8.142)	0.2031	-0.05666	-0.05666	-0.14644	-0.14644	-0.095563 (11.914)	-0.095563	92.9933 (39.997)
ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES	0.37281 (31.322)	0.24089 (15.250)	0.38631	-0.051509 (1.423)	0.14202 (6.324)	-0.03088	-0.08133	-0.08133	0.11221	0.11221	-0.060696 (4.038)	-0.060696	96.6396 (25.813)
CERVEZA	0.35506 (59.303)	0.27113 (26.230)	0.37381	0.22516 (15.865)	0.14121 (7.315)	0.21012	-0.06309	-0.06309	-0.14704	-0.14704	-0.078125 (8.437)	-0.078125	87.2055 (24.492)
PAPEL Y CARTON	0.072154 (8.437)	0.87591 (57.308)	0.05194	0.075954 (3.508)	-0.079112 (4.833)	0.05744	-0.0303	-0.0303	-0.02714	-0.02714	-0.048814 (5.312)	-0.048814	102.627 (3.056)
ABONOS Y FERTILIZANTES	0.45187 (25.628)	0.24262 (12.711)	0.30552	0.20021 (6.746)	0.051986 (7.194)	0.18229	-0.01703	-0.01703	-0.16526	-0.16526	-0.034952 (5.449)	-0.034952	74.5354 (1.077)
RESINAS SINTETICAS Y FIBRAS ARTIFICIALES	0.21733 (23.215)	0.58526 (50.128)	0.19741	0.21021 (9.819)	0.19194 (16.193)	0.16749	-0.07461	-0.07461	-0.09288	-0.09288	-0.11733 (14.899)	-0.11733	101.869 (3.484)
JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS	0.31177 (27.839)	0.27228 (25.107)	0.41595	0.38098 (3.582)	0.14408 (4.657)	0.36354	-0.06332	-0.06332	-0.30022	-0.30022	-0.080762 (3.273)	-0.080762	80.5517 (10.569)
CEMENTO	0.36458 (34.356)	0.38103 (37.168)	0.25439	0.039311 (1.098)	0.20781 (20.377)	0.00418	-0.08634	-0.08634	0.08216	0.08216	-0.12147 (14.534)	-0.12147	102.006 (20.118)
AUTOMOVILS	0.29538 (18.539)	0.46219 (26.994)	0.24243	0.23222 (4.472)	0.24214 (11.102)	0.21946	-0.11469	-0.11469	-0.10477	-0.10477	-0.12745 (7.123)	-0.12745	80.3345 (9.083)
CARROCERIAS, MOTORES Y OTRAS PARTES PARA AUTO	0.11591 (38.639)	0.76792 (106.560)	0.07298	0.14389 (8.203)	0.10242 (4.812)	0.09733	-0.02793	-0.02793	-0.0694	-0.0694	-0.074491 (6.057)	-0.074491	115.011 (12.302)

EL ESTADISTICO F-SUO DI NI ES PRESENTADO ENTRE PARENTESIS EXCEPTO PARA LA ULTIMA COLUMNA (EN ELLA SE PRESENTA -2*LOG(R)). LOS GRADOS DE LIBERTAD PARA EL MODELO RESTRINGIDO EN SIMETRIA SON 3. I.A. II CUADRADA TEORICA ES 7.81 A.I. 95%, Y 12.84 A.I. 99.5%.

ajusten a una especificación de rendimientos constantes a la escala (o simetría). Esto se aprecia en el gráfico.

A un 5% de significación la hipótesis de simetría no puede ser rechazada para cuatro sectores (envasado de frutas y legumbres, papel y cartón, abonos y fertilizantes, y resinas sintéticas y fibras artificiales).

A un 0.5% de significación la hipótesis no puede ser rechazada para otros tres sectores más (Jabones, detergentes y cosméticos, Automóviles, y Carrocerías, motores y otras partes para auto).

Esto implica que con un 0.5% de significación, en total, en siete sectores no puede ser rechazada la hipótesis de simetría.

Estudios previos que utilizan la función Translog para el análisis de interdependencias, han mostrado la presencia de autocorrelación serial, debida tal vez, a que las variables exógenas deberían ser consideradas como endógenas. Esto provoca que los errores estándar de los parámetros estimados estén sesgados a la baja. El método de estimación utilizado por ellos (un método de tres etapas iterativo, equivalente asintóticamente a los estimados del método de M.V. utilizado aquí), restringe a los factores de autocorrelación (ρ) en cada ecuación, asegurando que los parámetros estimados sean independientes de la ecuación a ser omitida, por lo que la inferencia respecto a ^(S) las restricciones de simetría son válidas o no, puede ser dudosa.

La prueba de simetría es una piedra angular dentro de la secuencia de pruebas porque las elasticidades y las pruebas de separabilidad son estimadas en el modelo sujeto a simetría. Es por esto que cuando se rechaza simetría, los problemas de autocorrelación hacen poner en tela de juicio la inferencia respecto a la prueba, lo cual hace que en algunos estudios previos se prosiga dentro de la secuencia fijada suponiendo que las pruebas de simetría no fueron rechazadas, quedando los resultados posteriores sujetos a su validez.

Cuando en el modelo de simetría estimado se encuentran razones T de los coeficientes mayores a dos veces el valor crítico, la autocorrelación es minimizada, y se prosigue en la secuencia de pruebas suponiendo que los resultados no son afectados por el sesgo de autocorrelación.

Se estimaron en total 55 parámetros libres en el modelo restringido en simetría para todos los sectores (cinco por sector). Del total de parámetros libres estimados sólo seis no cumplen con la condición de que su T estadística no sea mayor a dos veces el valor crítico. Entonces concluimos que la autocorrelación no representará un problema en los resultados encontrados.

Los estadísticos Durbin Watson para las ecuaciones que fueron estimadas directamente se presentan enseguida:

**ESTADISTICOS DURBIN-WATSON
MODELO NO RESTRICTO Y RESTRICTO EN SIMETRIA**

SECTOR	MODELO NO RESTRICTO		RESTRICTO EN SIMETRIA	
	EQ. H	EQ. K	EQ. H	EQ. K
1	2.8077	1.2819	2.6143	1.0166
2	1.1107	1.1757	1.0702	0.8398
3	1.1939	1.2378	1.5928	1.3765
4	0.8178	0.8830	0.9520	0.5833
5	1.2914	1.2899	1.2545	1.2069
6	1.0837	1.4632	0.9413	1.2593
7	1.0304	1.3297	0.7916	1.1621
8	1.4779	0.7678	1.5088	0.6595
9	0.9436	0.8791	0.8038	0.9059
10	0.9185	0.8961	0.5430	0.5895
11	0.8602	0.8141	0.4897	0.5554

NOTA. Los sectores en la tabla vienen numerados en el orden en que aparecen en las demás tablas anexas.

Después de la prueba de simetría se debe de verificar que la función de producción cumple con características deseables, esto es, debe de verificarse que este "bien comportada". Las pruebas de buen comportamiento se hicieron para el modelo restringido en simetría independientemente se haya rechazado o no la hipótesis nula de simetría.

Para probar el buen comportamiento debe de revisarse primeramente que la función es monótonica creciente, y posteriormente que la función de producción es cóncava.

Se encontró que las condiciones de monotonidad se cumplen para todos los sectores, excepto para el sector de Abonos y Fertilizantes, en donde la participación en el costo

del capital (M_k), toma valores negativos en los años 1983 y 1986.

Posteriormente se verifica la concavidad de la función de producción. Si se prueba que la matriz H de las derivadas directas y cruzadas de las productividades marginales es negativa definida, se dice que la función de producción es estrictamente cóncava. Esta prueba debe verificarse en cada punto de la muestra y para cada sector. En la Tabla 3 se presentan los resultados de dicha prueba.

La razón de que en 1968 el producto matricial $X'HX$ sea cero se debe a que todas las variables fueron escaladas a ser uno en ese año (por lo que el vector X , compuesto por los Logaritmos de las variables, toma el valor de cero en 1968)²⁴.

El hecho de que las condiciones de concavidad no se cumplan totalmente es generalmente atribuido a "desviaciones" en la conducta maximizadora de beneficios. No obstante algunos estudios lo atribuyen a la imposibilidad de la Función Translog para aproximar las interdependencias verdaderas que existen entre los insumos para algún rango de valores dado. En nuestro caso, muy bien puede atribuirse a la calidad de nuestra estimación del capital.

El sector Automotriz es el que se ve más seriamente afectado por la prueba de concavidad, sin embargo, en la

24.- Se puede demostrar que la escalación mencionada antes, no afecta las estimaciones de las elasticidades de sustitución. Ver E. R. Berndt y L. R. Christensen "The Translog Function and the Substitution of Equipment, Structures and Labor in U.S. Manufacturing 1929-68," J. Econometrics, Mar. 1973, 1, pp. 81-114.

TABLA 3

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CONCAVIDAD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1969	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-
1970	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-
1971	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
1972	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-
1973	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
1974	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
1975	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
1979	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
1982	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-
1983	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+
1984	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
1985	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-
1986	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
1987	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+	-

LAS CELDAS CON SIGNO NEGATIVO INDICAN QUE LA FUNCION ES CONCAVA EN ESE AÑO Y PARA ESE SECTOR

generalidad de los sectores podemos decir que las funciones de producción son bien comportadas y que son apropiadas para el estudio de interdependencias técnicas mediante la estimación de elasticidades de sustitución.

En la Tabla 4 son presentadas las Elasticidades de Sustitución para años seleccionados del período muestral.

Sí la elasticidad de sustitución entre dos insumos es positiva se dice que ambos insumos son sustitutos. Sí toma valores negativos ambos insumos se consideran complementarios. Por esto es de esperarse que la elasticidad propia de sustitución de un insumo sea negativa, como lo exige la concavidad de las isocuantas.

Las relaciones de interdependencias representadas por las elasticidades de sustitución, presentan variaciones entre algunos sectores.

Analizando las elasticidades propias en primer término, se encuentra que tienen el signo esperado en todos los sectores excepto en cuatro: molienda de trigo, jabones, detergentes y cosméticos, automotriz y carrocerrías.

Para el caso de molienda de trigo y jabones, detergentes y cosméticos, este resultado se puede atribuir al hecho de que la participación de los empleados en estos sectores es alta (muy parecida al número de obreros), además de que las retribuciones totales para empleados y obreros son similares (incluyendo prestaciones sociales), situación que hace que sea similar para estos dos insumos la participación en el costo total.

TABLA 4

ELASTICIDADES DE SUSTITUCION ESTIMADAS PARA AÑOS SELECCIONADOS

SECTOR	AÑO	EShk	EShe	ESek	ESkk	EShh	ESec
ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES	1970	0.2966	0.6556	0.4291	-1.2241	-0.5446	-1.3709
	1974	-0.0444	0.7212	0.3581	-0.7541	-0.5781	-1.0219
	1978	0.1644	0.6836	0.4932	-1.2071	-0.6478	-1.103
	1982	0.2449	0.6327	0.6094	-1.1702	-0.7937	-1.096
	1986	0.12	0.6788	0.5524	-1.2207	-0.74	-0.9882
MOLIENDA DE TRIGO	1970	0.2793	-2.7958	0.4675	-0.2373	1.4728	1.8772
	1974	0.2373	-5.1257	0.3698	-0.1336	2.785	5.2051
	1978	0.1936	-4.3511	0.4506	-0.1554	3.0567	3.0479
	1982	0.3037	-3.5068	0.4033	-0.1994	1.5381	3.3655
	1986	0.2428	-2.1631	0.5237	-0.2866	1.4151	0.8669
GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES	1970	0.4229	1.9133	0.2211	-0.7558	-2.259	-2.1165
	1974	0.4775	2.101	0.2907	-0.6794	-2.6109	-2.4601
	1978	0.3911	1.8412	0.1632	-0.7551	-2.08	-2.0106
	1982	0.4251	1.888	0.1851	-0.7598	-2.1203	-2.1521
	1986	0.2192	1.6761	-0.1152	-0.2529	-1.6685	-1.7328
CERVEZA	1970	0.2337	-0.334	0.4759	-0.7285	0.139	-0.1574
	1974	0.1742	-0.4063	0.5193	-0.7127	0.345	-0.177
	1978	0.3159	-0.1545	0.2773	-0.7702	-0.0985	-0.0465
	1982	0.4181	-0.4278	0.3164	-0.7092	-0.0806	0.2097
	1986	0.0772	0.1034	-0.3083	0.3346	-0.0816	-0.0223
PAPEL Y CARTON	1970	0.4527	-2.3728	0.4969	-0.1053	-1.7868	-1.9951
	1974	0.3665	-3.3882	0.4661	-0.0773	-0.8675	-1.2072
	1978	0.281	-4.8385	0.4047	-0.0533	0.5495	0.5433
	1982	-0.1895	-15.2438	0.1167	0.0044	16.6333	15.3678
	1986	0.5799	-0.3682	0.6532	-0.2431	-2.2776	-3.3372
ABONOS Y FERTILIZANTES	1970	0.6743	-0.1663	0.7538	-2.3758	-0.2221	-0.3131
	1974	0.6227	-0.0708	0.633	-3.1246	-0.1518	-0.2386
	1978	0.7332	-0.39071	0.7395	-2.0028	-0.2085	-0.0328
	1982	0.7383	-0.4604	0.6502	-2.2663	-0.1499	0.04954
	1986	2.5593	0.2395	2.8877	89.6382	0.0098	-0.2972
RESINAS SINTETICAS Y FIBRAS ARTIFICIALES	1970	-0.008	-4.1729	0.0869	-0.0116	2.9666	5.3798
	1974	0.1624	-2.3239	0.1295	-0.0788	0.9234	3.1485
	1978	0.2051	-0.0311	0.1507	-0.3023	-0.1815	-0.1946
	1982	0.1634	0.0179	0.2013	-0.3012	-0.1733	-0.3254
	1986	0.206	-0.1622	0.2231	-0.2921	-0.1422	-0.163
JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS	1970	-0.001	-1.2144	0.4208	-0.7059	1.6465	0.6457
	1974	0.2254	-1.5162	0.4203	-0.7272	1.3822	1.0796
	1978	0.2211	-1.5573	0.4336	-0.7231	1.4686	1.0612
	1982	0.2088	-1.3979	0.3956	-0.7347	1.2601	1.0393
	1986	0.0274	-1.0695	0.3486	-0.6499	1.2336	0.7141
CEMENTO	1970	-0.0897	1.6064	-0.1313	0.3188	-1.0492	-2.2382
	1974	0.057	4.7589	-0.0477	-0.007	-3.2592	-7.1582
	1978	0.1796	2.7289	0.1268	-0.127	-2.1962	-4.4819
	1982	0.1802	2.8816	0.1058	-0.1127	-2.2764	-4.7814
	1986	-0.1582	1.571	-0.2352	0.6484	-0.9701	-2.1858
AUTOMOVILES	1970	-0.8487	0.4151	-0.9322	4.9841	-0.0762	-0.1234
	1974	0.1102	-0.0805	-0.3278	0.0981	-0.0496	0.6178
	1978	-0.1067	0.1847	-0.3696	0.5764	-0.0647	0.0772
	1982	0.1674	-1.568	-0.2711	-0.0034	0.5539	3.6779
	1986	0.1636	-0.6553	-0.1779	-0.0324	0.1669	1.454
CARROCERIAS, MOTORES Y OTRAS PARTES DE AUTOS	1970	0.3901	-3.1204	0.6221	-0.1746	0.1761	0.6434
	1974	0.3372	-8.2296	0.3583	-0.0822	1.2348	15.8909
	1978	0.438	-3.7702	0.5346	-0.1648	-0.1004	3.4546
	1982	0.2916	-6.9413	0.4776	-0.0873	1.745	7.9
	1986	0.3818	-3.3227	0.6154	-0.1663	0.275	0.8924

Esto sugiere que las relaciones técnicas requieren una alta participación de empleados, con remuneraciones que no difieran mucho de aquella de los obreros. Situación que indica que para estos sectores no hay grandes diferencias en "calidad" entre obreros y empleados.

Para los sectores automotriz y carrocerías la razón puede deberse a los efectos de regulaciones gubernamentales a través de decretos presidenciales. Los decretos de 1962 y 1963 se encaminaron a incrementar el grado de integración nacional de partes a un mínimo de 60%, situación que obligó a muchos fabricantes a tener que invertir fuertes cantidades en activo fijo para poder fabricar ellos mismos esas partes que tenían que dejar de importar (o se crearon empresas en los sectores auxiliares de partes que cubrirían el nicho de mercado).

El decreto de 1972 obligó a que el número de modelos de autos fabricados en el país se redujera con la justificación de ganar eficiencia en la planta productiva del sector. De 1974 a 1976 se suscitaron problemas laborales, aumentos en el precio de la gasolina, autos y de las tenencias de autos (situación que deprimió la demanda). La devaluación de 1976 hizo aumentar el costo de los componentes importados.

El déficit en la Balanza Comercial en 1977 obligó a que un nuevo decreto aumentara las cotas inferiores de integración para la fabricación de partes y automóviles, fijando también un presupuesto anual de divisas que variaba

según el grado de integración de la empresa entre otros puntos.

Para los ochentas, la crisis económica deprimió la demanda, las empresas buscan exportar más, y el mercado interno fue estimulado vía demanda empresarial a través de incentivos fiscales.

Todos estos factores muy bien pudieron sesgar el comportamiento de las inversiones y de las relaciones productivas entre insumos para cumplir con las disposiciones gubernamentales, situación que puede propiciar desviaciones en la conducta maximizadora empresarial, lo que justifica los resultados encontrados.

Las elasticidades cruzadas de sustitución nos ayudan a visualizar efectos de largo plazo en las relaciones de producción que guardan diversos insumos ante cambios en precios relativos de los factores.

La hipótesis de Griliches (mayor elasticidad de sustitución entre capital y obreros que entre capital y empleados), es observada empíricamente sólo en tres sectores: grasas y aceites comestibles, cemento y el sector automotriz.

El capital y el trabajo no hábil muestran ser sustitutos para todos los sectores excepto para el sector automotriz (donde son complementarios).

Obreros y empleados son complementarios para siete sectores de los once. Sólo en envasado de frutas y legumbres, aceites y grasas comestibles, y el sector cemento, ambos insumos son sustitutos. En el sector automotriz los

resultados son inciertos (hay mucha variación en los signos para esta elasticidad).

Ahora pasamos a analizar las elasticidades precio directas y cruzadas de las demandas de insumos²⁵. Estas son presentadas para años seleccionados en la Tabla 5.

Comenzando con las elasticidades propias, estas deben ser no positivas lo cual es satisfecho para todos los sectores excepto cuatro: molienda de trigo, jabones, detergentes y cosméticos, automotriz y carrocerías. La probable justificación de que esto no se cumpla para estos sectores fue dada anteriormente.

Al igual que las elasticidades de sustitución cruzadas, las elasticidades precio cruzadas ayudan a visualizar efectos de largo plazo de distorsiones en los mercados de factores como cambios en precios relativos o restricciones en suministros.

El capital y los obreros muestran elasticidades cruzadas positivas para todos los sectores, lo que indica que ambos insumos son sustitutos. Un incremento en el costo del capital provocará ajustes en los sistemas productivos que harán al capital más sustituto con los obreros. Esta relación también puede interpretarse a la inversa.

25.- Se calcularon con la siguiente fórmula:

$$E_{ij} = (M_i)(AES_{ij})$$

donde M_i representa la participación estimada del insumo i en el coste total.

TABLA 5

ELASTICIDADES PRECIO ESTIMADAS PARA AÑOS SELECCIONADOS

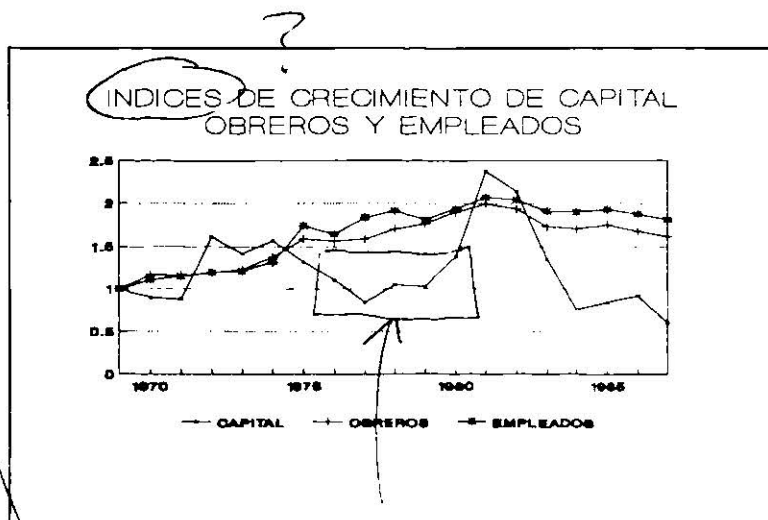
SECTOR	AÑO	E _{kk}	E _{hh}	E _{ee}	E _{kh}	E _{hk}	E _{ke}	E _{ek}	E _{he}	E _{eh}
ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES	1970	-0.2706	-0.2614	-0.4096	0.1424	0.0655	0.1282	0.0948	0.1959	0.3147
	1974	-0.116	-0.2684	-0.39	-0.0206	-0.0068	0.1367	0.0551	0.2753	0.3349
	1978	-0.2491	-0.2804	-0.3978	0.0712	0.0339	0.1778	0.1018	0.2465	0.296
	1982	-0.3118	-0.2945	-0.3972	0.0909	0.0652	0.2208	0.1623	0.2293	0.2348
	1986	-0.2632	-0.2912	-0.3862	0.0472	0.0258	0.2159	0.1191	0.2653	0.2671
MOLIENDA DE TRIGO	1970	-0.1435	0.3229	0.3302	0.0612	0.1689	0.0822	0.2827	-0.492	-0.613
	1974	-0.0917	0.5083	0.6817	0.0433	0.1629	0.0484	0.2538	-0.671	-0.936
	1978	-0.1038	0.542	0.4703	0.0343	0.1294	0.0695	0.3012	-0.671	-0.772
	1982	-0.1263	0.3333	0.5045	0.0658	0.1924	0.0604	0.2554	-0.526	-0.76
	1986	-0.1632	0.3136	0.1811	0.0538	0.1382	0.1094	0.2982	-0.452	-0.479
GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES	1970	-0.226	-0.7946	-0.7391	0.1487	0.1264	0.0772	0.0661	0.6682	0.673
	1974	-0.2456	-0.8389	-0.7802	0.1534	0.1726	0.0921	0.105	0.6663	0.6751
	1978	-0.2035	-0.7693	-0.725	0.1446	0.1054	0.0588	0.0439	0.6639	0.681
	1982	-0.2194	-0.7752	-0.7437	0.1554	0.1227	0.0639	0.0534	0.6524	0.6903
	1986	-0.046	-0.7018	-0.6837	0.0922	0.0405	-0.0454	-0.0213	0.6613	0.705
CERVEZA	1970	-0.2431	0.0424	-0.0567	0.0714	0.078	0.1717	0.1588	-0.12	-0.102
	1974	-0.2456	0.0947	-0.0674	0.0478	0.06	0.1977	0.1789	-0.155	-0.112
	1978	-0.2155	-0.0402	-0.0145	0.1289	0.0884	0.0865	0.0775	-0.048	-0.063
	1982	-0.246	-0.0312	0.0558	0.1618	0.145	0.0842	0.1097	-0.114	-0.166
	1986	0.0528	-0.0437	-0.0068	0.0414	0.0121	-0.0942	-0.0486	0.0316	0.0555
PAPEL Y CARTON	1970	-0.086	-0.195	-0.147	0.0494	0.3699	0.0366	0.406	-0.175	-0.259
	1974	-0.065	-0.0795	-0.0814	0.0335	0.3081	0.0314	0.3919	-0.229	-0.31
	1978	-0.046	0.0432	0.032	0.0221	0.2423	0.0238	0.3489	-0.286	-0.381
	1982	0.0041	0.07436	0.5743	-0.0084	-0.1739	0.0043	0.1071	-0.57	-0.682
	1986	-0.1739	-0.3699	-0.4075	0.0941	0.4149	0.0797	0.4673	-0.045	-0.06
ABONOS Y FERTILIZANTES	1970	-0.5439	-0.1041	-0.0946	0.3161	0.1544	0.2278	0.1726	-0.05	-0.078
	1974	-0.5216	-0.0842	-0.0663	0.3456	0.1039	0.176	0.1056	-0.02	-0.039
	1978	-0.5378	-0.1017	-0.0079	0.3577	0.1969	0.1801	0.1986	-0.095	-0.191
	1982	-0.5434	-0.0835	0.1006	0.4113	0.177	0.132	0.1559	-0.094	-0.257
	1986	-2.7345	0.0072	-0.0879	1.8804	-0.078	0.8541	-0.0881	0.0708	0.176
RESINAS SINTÉTICAS Y FIBRAS ARTIFICIALES	1970	-0.0084	0.4744	0.604	-0.0012	-0.0058	0.0097	0.0633	-0.469	-0.667
	1974	-0.0516	0.1973	0.4116	0.0347	0.1065	0.0169	0.0849	-0.304	-0.497
	1978	-0.1147	-0.0706	-0.045	0.0798	0.0778	0.0348	0.0571	-0.007	-0.012
	1982	-0.1121	-0.0653	-0.0816	0.0615	0.0608	0.0505	0.0749	0.0045	0.0067
	1986	-0.1231	-0.0498	-0.0371	0.0722	0.0868	0.0508	0.094	-0.037	-0.057
JABONES, DETERGENTES Y COSMÉTICOS	1970	-0.18	0.5208	0.2767	-0.0003	-0.0002	0.1803	0.1073	-0.521	-0.384
	1974	-0.2247	0.4664	0.3817	0.076	0.0696	0.1486	0.1298	-0.536	-0.512
	1978	-0.2272	0.4846	0.3775	0.0729	0.0694	0.1543	0.1362	-0.554	-0.514
	1982	-0.2147	0.4401	0.3725	0.0729	0.061	0.1418	0.1156	-0.561	-0.488
	1986	-0.1533	0.4342	0.2942	0.0096	0.0064	0.1436	0.0822	-0.441	-0.377
CEMENTO	1970	0.0799	-0.4667	-0.6817	-0.0399	-0.0224	-0.0399	-0.0329	0.4892	0.7146
	1974	-0.0049	-0.6024	-0.8464	0.0105	0.0397	-0.0056	-0.0332	0.5627	0.8797
	1978	-0.0705	-0.5858	-0.7484	0.0479	0.0997	0.0226	0.0704	0.4861	0.7279
	1982	-0.0645	-0.5892	-0.8065	0.0466	0.1032	0.0178	0.0606	0.486	0.7459
	1986	0.1463	-0.4507	-0.6768	-0.0735	-0.0357	-0.0728	-0.0531	0.4864	0.7299
AUTOMOVILES	1970	0.7532	-0.0347	-0.0484	-0.3871	-0.1282	-0.3661	-0.1408	0.163	0.1893
	1974	0.035	-0.0198	0.1493	0.0441	0.0393	-0.0792	-0.1171	-0.019	-0.032
	1978	0.1578	-0.0272	0.0236	-0.0448	-0.0292	-0.113	-0.1012	0.0564	0.0776
	1982	-0.002	0.1457	0.5703	0.044	0.0974	-0.042	-0.1577	-0.243	-0.413
	1986	-0.0157	0.0525	0.2924	0.0515	0.0792	-0.0357	-0.0861	-0.132	-0.206
CARROCERIAS, MOTORES Y OTRAS PARTES DE AUTOS	1970	-0.1278	0.0293	0.0649	0.065	0.2856	0.0628	0.4555	-0.315	-0.521
	1974	-0.0663	0.172	0.8575	0.0469	0.272	0.0193	0.289	-0.444	-0.147
	1978	-0.1219	-0.018	0.2803	0.0785	0.324	0.0433	0.3954	-0.306	-0.676
	1982	-0.07	0.2287	0.5266	0.0382	0.2339	0.0318	0.3832	-0.463	-0.91
	1986	-0.1228	0.0448	0.0877	0.0623	0.2819	0.0605	0.4544	-0.327	-0.542

El capital y los empleados resultan sustitutos para todos los sectores excepto el automotriz. Las implicaciones son similares a las señaladas entre capital y obreros.

En todos los sectores (excepto grasas y aceites comestibles), se aprecia que las elasticidades precio cruzadas entre capital y algún tipo de trabajo (K ó H), son mayores en los ochentas que en los setentas. Esto muy bien puede deberse a la caída de la inversión bruta en activo fijo desde inicios de los ochentas.

La formación bruta de capital fijo ha venido disminuyendo en términos reales de manera marcada desde la crisis de inicios de los ochentas. *¡ desde 1974 - 80 también!*

Este decremento en la formación bruta fija real, ha sido en menor proporción al decremento observado en la participación de los obreros y empleados en los once sectores. Esto se aprecia en el gráfico de abajo.



La divergencia de resultados entre sectores surge en la elasticidad precio cruzada entre obreros y empleados. Para algunos sectores se encuentra que son sustitutos, para

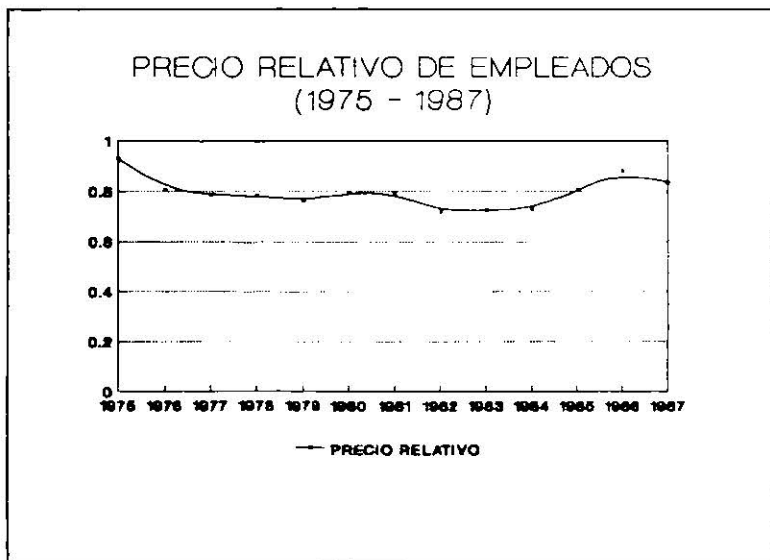
otros que son complementarios, y para los demás, que las relaciones técnicas cambian con el tiempo, pasando de ser sustitutos a ser complementarios o viceversa.

Para aquellos sectores en que la elasticidad de sustitución entre obreros y empleados es negativa (indicando complementariedad), las repercusiones a largo plazo son que la demanda de ambos factores tenderá a moverse en la misma dirección ante cambios en los precios relativos de estos insumos. En estos sectores se encontró que $E_{eh} > E_{he}$ en valor absoluto. Esto no es sorprendente si se considera que los obreros son el factor relativamente abundante y que no hay diferencias significativas en las elasticidades precio propias de ambos insumos.

Para los sectores en que obreros y empleados son sustitutos, no se hallaron diferencias significativas entre E_{eh} y E_{he} , pero se encontró que en valor absoluto la elasticidad precio propia de empleados es mayor a la de obreros. Esto muy bien se puede interpretar como una conducta de racionalización de costos fijos (la cual fué reflejada en el primer gráfico con el comportamiento que sigue la formación bruta de capital fijo, y ahora se ve reflejada en racionalización de los sueldos).

El comportamiento del precio relativo de los sueldos respecto a salarios es mostrado en el gráfico de abajo. Se aprecia una tendencia descendente aunque esta no es muy marcada. Entonces los resultados encontrados antes pueden

muy bien reflejar un comportamiento de racionalización de costos fijos independiente a cambios en precios relativos.



Al final del período se observa una tendencia ascendente en el precio relativo de los empleados. Esto puede atribuirse a una marcada tendencia de ajustes de personal en las áreas

administrativas durante el período de crisis de los ochentas (lo que al inicio provocó una reducción en el crecimiento relativo de sueldos, pero conforme se fue reduciendo el tamaño de las áreas administrativas, el precio relativo se recuperó).

Esta tendencia por parte de las empresas de reducir costos fijos (y el tamaño de las áreas administrativas), ha provocado modificaciones en los sistemas productivos. Por una parte, se observó una marcada tendencia a la baja en la formación bruta de capital fijo, lo cual puede deberse a que en este período de crisis y de racionalización de recursos de inversión por parte de la Banca de Fomento, las empresas se abstuvieron a invertir por temor a tener problemas de liquidez al contraer gastos financieros significativos. Esto provocó que el capital se hiciera más fácilmente sustituto

con los demás insumos (se aprecia que las elasticidades precio propias para el capital son mayores que para los demás insumos en siete de los once sectores, y que en otro sector la elasticidad cruzada entre capital y otro insumo es mayor y positiva indicando mayor sustitución). Del mismo modo, se observó que los empleados fueron racionalizados en las áreas administrativas, provocando que se hiciera más sustituto con otro insumo en 4 sectores de los once, y que tuviera mayor elasticidad precio propia en otros 4 sectores.

Posterior al cálculo de las elasticidades, y sujeto a la validez de las condiciones de simetría, son presentados en la siguiente página los logaritmos del valor máximo alcanzado por la función de verosimilitud para las diferentes restricciones de separabilidad. Entre paréntesis es presentado el producto de -2 veces la razón de verosimilitud. Este número debe de compararse con los Chi cuadrados teóricos presentados en los últimos dos renglones de la Tabla 6.

Primeramente se prueba la restricción de separabilidad global en los datos. Esta prueba es equivalente a probar una estructura Cobb-Douglas (ya que restringe a todas las elasticidades de sustitución a ser constantes e iguales a la unidad).

Probar una estructura Cobb-Douglas en los datos es equivalente a verificar que las participaciones en los costos de cada uno de los insumos se ha mantenido constante en el período muestral considerado.

TABLA 6

RESULTADOS DEL ANALISIS DE SEPARABILIDAD

SECTOR	SEPARABILIDAD GLOBAL		SEPARABILIDAD PARCIAL HE-K		SEPARABILIDAD PARCIAL HK-E		SEPARABILIDAD PARCIAL KE-H	
	LINEAL	NO LINEAL	LINEAL	NO LINEAL	LINEAL	NO LINEAL	LINEAL	NO LINEAL
ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES	33.188 (106.50540)	64.2855 (44.31040)	20.6075 (131.66640)	78.1496 (16.58220)	26.9643 (118.95280)	66.0104 (40.86060)	70.1303 (32.62080)	
MOHENDA DE TRIGO	34.5347 (116.91720)	74.3257 (37.33520)	45.9317 (94.12320)	80.0303 (25.92600)	24.2888 (137.40900)	69.213 (47.56060)	77.1571 (31.67240)	
ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES	23.7513 (145.77660)	83.2704 (26.73840)	41.2926 (110.69400)	79.4325 (34.41420)	22.3175 (148.64420)	82.2179 (28.84340)	35.6717 (121.93580)	
CERVEZA	24.0857 (126.23960)	74.6735 (25.06400)	31.9439 (110.52320)	71.409 (31.59300)	25.5493 (123.31240)	61.4664 (51.47820)	74.8917 (24.62760)	
PAPEL Y CARTON	51.0594 (103.13520)	93.5838 (18.08640)	77.6634 (49.92720)	89.6698 (25.91440)	13.3416 (178.57080)	83.2372 (38.77960)	75.2668 (54.72040)	
ABONOS Y FERTILIZANTES	24.8677 (99.33540)	61.2892 (26.49240)	21.6579 (105.75500)	64.8141 (19.44260)	21.5321 (106.00660)	46.4442 (56.18240)	52.257 (44.55680)	
RESINAS SINTETICAS Y LIBRAS ARTIFICIALES	10.6066 (182.52480)	75.2598 (53.21840)	50.4816 (102.77480)	66.2268 (71.28440)	16.3828 (170.97240)	42.1688 (119.40040)	64.2072 (75.32360)	
JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS	47.2758 (66.55180)	73.1575 (14.78840)	23.5903 (113.92280)	74.2536 (12.59620)	70.5433 (20.01680)	75.3014 (10.50060)	72.3704 (16.36260)	
CEMENTO	4.05437 (195.90326)	68.5263 (66.95940)	45.5346 (112.94280)	69.1365 (65.73900)	19.6078 (164.79640)	44.1212 (115.76960)	13.6647 (176.68260)	
AUTOMOVILES	19.0764 (122.51620)	58.2841 (44.10080)	28.8955 (102.87800)	53.3238 (54.02140)	13.8393 (132.99040)	66.5577 (27.55360)	49.422 (61.82500)	
CARROCERIAS MOTORES Y OTRAS PARTES PARA AUTO	43.1338 (143.75440)	106.75 (16.52200)	74.1977 (81.62660)	97.4371 (35.14780)	26.806 (176.41000)	103.907 (22.20800)	47.6039 (134.81420)	
GRADOS DE LIBERTAD	3	2	2	2	2	2	2	
Ji Cuadrada (95%)	7.81	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	5.99	
Ji Cuadrada (99.5%)	12.84	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	

SE PRESENTA ENTRE PARENTESIS LA EXPRESION -2*LN(R), DONDI R ES LA RAZON DE VEROSIMILITUD.

Se encontró que la hipótesis de una estructura Cobb-Douglas en los datos es rechazada para todos los sectores. Entonces la hipótesis de que todos los insumos son perfectamente separables es rechazada.

Siguiendo la secuencia de pruebas fijada, se prosigue buscando indicios de separabilidad parcial que equivale a buscar entre algún par de insumos la existencia de índices agregados consistentes.

Se probaron los tres tipos de separabilidad posibles, tanto con restricciones lineales como no lineales. Probar separabilidad lineal entre obreros y empleados respecto al capital, implica que la suma de sus participaciones relativas en los costos (M_h y M_e) son una constante, mientras que probar separabilidad no lineal entre obreros y empleados respecto al capital, implica que la razón de sus participaciones relativas en los costos han mostrado un comportamiento constante (esto es, que uno se ha comportado como una proporción constante del otro).

Para un 5% de significación se rechazan todos los tipos de separabilidad parcial especificados, por lo que no es válida la construcción de un índice agregado entre algún par de insumos.

Se deriva de lo anterior que sí se desea estimar una función de producción con el mismo nivel de desagregación sectorial considerado aquí, y sí se utiliza una aproximación al capital mediante la utilización de la inversión fija bruta, no es válido agregar en un sólo índice a los obreros y

empleados (aunque sean altamente sustituibles en algunos sectores), al mismo tiempo que se demostró que una especificación funcional del tipo Cobb-Douglas no se ajusta a los datos utilizados en estos sectores, por lo que la hipótesis de que los sectores son representados por una forma funcional más flexible no puede ser rechazada.

Sin embargo con un 0.5% de significación, se encuentra que en el sector jabones, detergentes y cosméticos, la restricción lineal de la separabilidad propuesta de KE-H no puede ser rechazada. Esto significa que existe la posibilidad de que se pueda construir un índice agregado entre el capital y los empleados para este sector.

La restricción lineal equivale a aceptar que la elasticidad de sustitución entre el capital y los obreros es igual a la elasticidad de sustitución entre los obreros y empleados (y éstas a su vez son iguales a la unidad), lo que equivale a decir que el insumo capital y el insumo empleados son perfectamente separables con el insumo obreros, por lo que ambos (capital y empleados), pueden ser agregados en un índice único.

Esto indica que nuestra forma funcional para este sector:

$$F = F(H, K, E)$$

puede ser puesta como:

$$F = F(G(K, E), H)$$

donde $F(G, H)$, tiene la forma de una Cobb-Douglas, puesto que el tipo de separabilidad que no pudo rechazarse,

es la que restringe las elasticidades de sustitución a ser iguales entre sí, e iguales a la unidad.

VII. CONCLUSIONES

El estudio utiliza una forma funcional flexible para el análisis de interdependencias técnicas en once sectores de la Industria Manufacturera Mexicana.

Se analizaron las posibilidades de sustitución entre el capital y dos tipos de trabajo, uno considerado hábil (empleados) y el otro menos hábil (obreros).

A pesar de los problemas que representa aproximar los servicios del capital, la variable utilizada como proxy, la formación bruta del capital fijo, se ajustó en general satisfactoriamente, visto esto con los resultados de las pruebas de buen comportamiento de la función de producción.

La restricción de simetría no pudo ser rechazada para siete sectores de los once, y las elasticidades de sustitución estimadas arrojaron resultados interesantes, dado que se encontraron divergencias en cuanto a la relación técnica que guardan los insumos considerados entre los sectores bajo estudio.

Las relaciones cruzadas de demanda deben de ser simétricas, de otro modo los rendimientos constantes a la escala no serían posibles debido a la interacción entre pares de insumos²⁶.

26.- La implicación de la simetría se ve más clara en el caso de sólo dos insumos. Si la función de producción es

$$Q = Q(x_1, x_2)$$

y los gastos relativos (demandas) de los insumos son:

$$x_1 = f(x_2)$$

$$x_2 = g(x_1)$$

entonces sí se aumenta la demanda de ambos insumos "t" veces, la función de producción es homogénea de grado uno sólo sí $f=g$ (condición de simetría). En otras palabras, la simetría implica que los gastos

La simetría facilita la interpretación de las elasticidades de sustitución porque las hace simétricas, además de que supone que la función de producción es continua y dos veces diferenciable.

El estudio se hizo en sectores desagregados de la industria manufacturera. Con esto se pretende conocer mejor las relaciones técnicas que rigen los sistemas productivos de algunos sectores específicos de la industria manufacturera total.

Se encontraron resultados normales, en general la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo (hábil y no hábil) es positiva, lo cual no difiere de lo encontrado tradicionalmente.

Empíricamente se ha encontrado que la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo es más alta en la agricultura que en la industria, encontrando generalmente que para la industria es menor a uno. Los resultados encontrados aquí concuerdan con esto último.

La elasticidad de sustitución entre capital y trabajo en la industria se espera que sea menor entre más avanzada sea la tecnología utilizada en el sector. Por esto, las elasticidades más bajas fueron encontrados en los sectores automotriz, cemento y resinas sintéticas y fibras artificiales.

Se encontró una marcada tendencia en el comportamiento de las empresas respecto a reducir sus inversiones en activo fijo desde inicios de los ochentas. La restricción crediticia y un sesgo hacia evitar contraer gastos financieros (costos fijos), provocó que la formación bruta en activo fijo decreciera en esta década.

Como la elasticidad de sustitución entre capital y trabajo (obreros o empleados), es menor a la unidad, es de esperarse que un aumento en el costo relativo del capital incremente la participación relativa del capital debido a que la sustitución del factor más caro resulta difícil si la elasticidad de sustitución es menor a uno²⁷. Al mismo tiempo, una restricción crediticia que impida que se invierta en reponer el activo fijo depreciado, puede mermar las aspiraciones de mantener o aumentar la capacidad de producción debido a que la sustitución de trabajo por capital no es considerable en la industria (de hecho, los índices de la producción industrial bajaron durante este período en que la inversión fija bruta bajo).

Una función Cobb-Douglas hubiera mostrado una elasticidad de sustitución unitaria y presupondría que la tecnología estudiada es capaz de sustituir al insumo cuyo precio relativo aumentó, manteniendo constantes las participaciones en los costos de cada insumo. La función

27.- Se sabe que un aumento en el precio relativo del capital causará un aumento en la razón de trabajo a capital en una proporción menor que, exactamente igual, o mayor que, dependiendo de si la elasticidad de sustitución es menor, igual o mayor a la unidad.

Translog nos permitió visualizar que esta no es la realidad de la Industria Manufacturera Mexicana. Cualquier aumento en el precio relativo del capital se espera que aumente el coste de producción debido a que la participación relativa en el coste del capital se incrementa ante la imposibilidad de sustituir completamente al insumo cuyo precio relativo aumentó.

La racionalización se amplió hacia las áreas administrativas (tomando a los sueldos como costos fijos) resultado de la baja en la producción industrial. Se mostró que ante estas tendencias los procesos de producción se modificaron tratando de hacer más sustituibles en algunos sectores a estos dos factores (capital y empleados) que resultaban más caros para el empresario.

La parte medular del trabajo, las pruebas de separabilidad global y parcial, muestran que una estructura funcional Cobb-Douglas es rechazada para todos los sectores, sin embargo, se hallaron indicios de un índice agregado para el sector de jabones, detergentes y cosméticos, en el cual no pudo rechazarse la separabilidad lineal propuesta de capital y empleados contra obreros.

Las repercusiones de lo anterior son que no debe utilizarse una especificación funcional Cobb-Douglas para representar a estos sectores. Al mismo tiempo, no resulta válida la agregación natural entre obreros y empleados en un índice único, por lo que al estimar algún tipo de forma

funcional con la finalidad de medir interdependencias técnicas, es conveniente desagregar este índice.

Resulta conveniente conocer la forma funcional que representa la tecnología en los sectores que se estudian porque esto permite tener herramientas de juicio ante cambios en las condiciones que prevalecen en los mercados de factores, o en la conducta de optimización de los empresarios.

De esta manera, se demostró primeramente que los sectores no tenían elasticidades de sustitución constantes, lo cual hace prever que las interrelaciones productivas entre insumos son lo suficientemente flexibles como para que los insumos se lleguen a sustituir o complementar a grados que lleven a la optimización de costos por parte de la conducta empresarial. Esto se demostró con la tendencia a hacer más sustituibles el factor trabajo y los empleados, como respuesta hacia una tendencia de optimización de costos fijos.

En otras palabras, sistemas productivos que son representados por formas funcionales con elasticidades de sustitución flexibles, permiten que los empresarios adopten estrategias que les permitan transformar sus sistemas productivos acorde a su conducta de minimización de costos. De esta manera, los insumos que aumenten de precio, tenderán a ser más sustitutos e independientes de los demás.

Bibliografía

- [1] E.R. Berndt y L.R. Christensen, "The Internal Structure of a Functional Relationships: Separability, Substitution and Aggregation," Rev. Econ. Estud., July 1973, 40, pp. 403-410.
- [2] -----, -----, "Testing for the Existence of a Consistent Aggregate Andex of Labour Inputs," A.E.R., June 1974, pp. 391-404.
- [3] -----, D.O. Wood, "Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy," The Rev. Econ. Stasis., Aug. 1975.
- [4] L.R. Christensen, D.W. Jorgenson y L.J. Lau, "Conjugate Duality and the Transcendental Logarithmic Production Function," Econometrica, July 1971, pp. 255-256.
- [5] -----, -----, -----, "Transcendental Logarithmic Production Frontiers," The Rev. Econ. Stasis., Feb. 1973, pp. 28-45.
- [6] V. Corbo, P. Meller, "The Translog Production Function," J. of Econometrics, 1979, 10, pp. 193-199.
- [7] Z. Griliches, "Capital-Skill Complementarity," The Rev. Econ. Stasis., 1969, 51, pp. 465-468.
- [8] B. C. Field y C. Grebenstein, 1980, "Capital-Energy Substitution in U.S. Manufacturing," The Rev. Econ. Stasis., 62, pp. 207-212.
- [9] K. Uno, "Regional Translog Production Functions with Capital and Labour Inputs Differentiated by Educational Attainment, The Case of a Japanese Industry, 1968-1977,"
- [10] M. Denny, D. May, "The Existense of a Real Value-Added Function in the Canadian Manufacturing Sector," J. of Econometrics, 1977, No. 1, pp. 55-69.
- [11] L. R. Christensen y W. L. Jorgenson, "The Measurement of U.S. Real Capital Input, 1929-1967," Rev. Income and Wealth, Dec. 1969, 15, pp. 293-320.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

NOTAS

NOTA 1

La siguiente es una demostración de las condiciones sobre las cuales se cumplen los rendimientos constantes a la escala, para el caso de la función Translog expuesta en la [eq. 1].

En primer término, se multiplica cada insumo por una constante arbitraria "t".

$$\begin{aligned} \ln tF = & \ln A_0 + A_Y \ln tY + A_K \ln tK + A_L \ln tL + (1/2) B_{YY} \\ & (\ln tY)^2 + (1/2) B_{KK} (\ln tK)^2 + (1/2) B_{LL} (\ln tL)^2 + B_{YK} \ln \\ & tY \ln tK + B_{YL} \ln tY \ln tL + B_{KL} \ln tK \ln tL \end{aligned}$$

Utilizando la regla de los logaritmos obtenemos:

$$\begin{aligned} \ln t + \ln F = & [\ln A_0 + A_Y \ln Y + A_K \ln K + A_L \ln L + (1/2) \\ & B_{YY} (\ln Y)^2 + (1/2) B_{KK} (\ln K)^2 + (1/2) B_{LL} (\ln L)^2 + B_{YK} \ln \\ & Y \ln K + B_{YL} \ln Y \ln L + B_{KL} \ln K \ln L] + \\ & \ln t [\ln Y (B_{YY} + B_{YK} + B_{YL}) + \ln K (B_{KK} + B_{YK} + B_{KL}) + \\ & \ln L (B_{LL} + B_{YL} + B_{KL})] + \\ & (\ln t)^2 [(1/2) B_{YY} + (1/2) B_{KK} + (1/2) B_{LL} + B_{YK} + B_{YL} + B_{KL}] \end{aligned}$$

Para los rendimientos constantes a la escala, es requerido que la ecuación anterior sea linealmente homogénea, lo cual implica que en términos de logaritmos se debe cumplir:

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

$$\ln t + \ln F = \ln t + \ln F$$

Por tanto, las condiciones que deben cumplir los parámetros de la función Translog para que esto suceda son:

$$A_y + A_k + A_l = 1$$

$$B_{yy} + B_{yk} + B_{yl} = 0$$

$$B_{kk} + B_{yk} + B_{kl} = 0$$

$$B_{ll} + B_{yl} + B_{kl} = 0$$

Existe una quinta condición:

$$(1/2) B_{yy} + (1/2) B_{kk} + (1/2) B_{ll} + B_{yk} + B_{yl} + B_{kl}$$

la cual es satisfecha automáticamente cumpliéndose las primeras cuatro condiciones.

Se debe de notar que para que la quinta condición se cumpla sí se cumplen las primeras cuatro, es condición necesaria y suficiente la condición de simetría.

NOTA 2¹

Partiendo del modelo de ecuaciones [eq. 6] la suma de las participaciones de los gastos por insumo respecto al costo total debe ser la unidad. Esto y la imposición de los Rendimientos Constantes a la escala (o simetría), implican que:

1.- Esta Nota se basa en la Referencia [2].

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

[a]

$$\begin{array}{rcl}
 Ab + Aw + Ak & = & 1 \\
 Bbb + Bbw + Bbk & = & 0 \\
 Bbw + Bww + Bwk & = & 0 \\
 Bbk + Bwk + Bkk & = & 0 \\
 \text{suma vertical} & = & \begin{array}{ccc} \text{----} & \text{----} & \text{----} \\ Ab & Aw & Ak \end{array}
 \end{array}$$

Donde, la primer columna de [a], son los parámetros estimados de la primer ecuación de [eq.6]. Esto es, Mb, y así sucesivamente.

Los parámetros de una columna pueden ser obtenidos si se conocen los parámetros de las dos restantes. Esto significa que sólo se requieren dos de las tres ecuaciones para la estimación. Hay 8 parámetros libres de los 12 que se tienen.

Sí tomamos las ecuaciones Mw y Mk (de [eq. 6]), los parámetros Bbw y Bbk (de la ecuación Mb) no entran en las condiciones de simetría puesto que no forman parte de los 8 parámetros a estimar (de Mw y Mk). Por tanto, se imponen las restricciones de simetría en forma explícita:

[b]

$$Bbw = -(Bww + Bwk)$$

$$Bbk = -(Bwk + Bkk)$$

adicionales a la restricción de Bwk=Bwk para ambas ecuaciones (Mw y Mk) a estimar.

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Nótese que [b] implica que ahora sólo serán estimados directamente cinco parámetros: A_w , A_k , B_{ww} , B_{kk} y B_{wk} .

NOTA 3

De la [eq. 8], sustituyendo en las variables apropiadas con ayuda de [eq.4], nos queda:

$$B_{wk} M_b - B_{kk} M_k = 0$$

equivale a:

[c]

$$\begin{aligned} & [A_b B_{wk} - A_w B_{kk}] + \\ & \ln B [B_{bb} B_{wk} - B_{bw} B_{kk}] + \\ & \ln W [B_{bw} B_{wk} - B_{ww} B_{kk}] + \\ & \ln K [B_{kk} B_{wk} - B_{kk} B_{wk}] = 0 \end{aligned}$$

se cumple sólo si

[d]

$$\begin{aligned} A_b B_{wk} - A_w B_{kk} &= 0 \\ B_{bb} B_{wk} - B_{bw} B_{kk} &= 0 \\ B_{bw} B_{wk} - B_{ww} B_{kk} &= 0 \end{aligned}$$

Donde se nota que es requerido que solo se cumplan dos de las tres condiciones en [d], para que se cumpla [c].

NOTA 4

Supóngase que de las tres condiciones en [d], de la NOTA 3, tomamos sólo dos:

[e]

$$\begin{aligned} A_b B_{wk} - A_w B_{kk} &= 0 \\ B_{bw} B_{wk} - B_{ww} B_{kk} &= 0 \end{aligned}$$

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

Dado que nuestros parámetros libres son A_w , A_k , B_{wk} , B_{ww} y B_{kk} , tenemos que poner estas dos ecuaciones en términos de los parámetros libres usando las condiciones de simetría y la de rendimientos constantes a la escala:

[f]

$$\begin{aligned}A_b &= 1 - A_w - A_k \\B_{bw} &= -(B_{ww} + B_{wk}) \\B_{bk} &= -(B_{wk} + B_{kk})\end{aligned}$$

Sustituyendo [f] en la segunda ecuación de [e], nos queda:

$$- B_{ww} B_{wk} - B_{wk}^2 + B_{ww} B_{wk} + B_{ww} B_{kk} = 0$$

despejando B_{kk} nos queda:

[g]

$$B_{kk} = B_{wk}^2 / B_{ww}$$

Ahora, sustituyendo [f] en la primer ecuación de [e], nos queda:

$$B_{wk} - A_w B_{wk} - A_k B_{wk} + A_w B_{wk} + A_w B_{kk} = 0$$

equivalente a:

[h]

$$B_{wk} - A_k A_{wk} + A_w B_{kk} = 0$$

Note que las ecuaciones [g] y [h] son las restricciones puestas en términos de los parámetros libres. No obstante, existen dos tipos de soluciones. La primera, llamada lineal, consiste en la solución trivial de imponer

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

los valores de cero B_{kk} y B_{wk} . Por tanto, una solución para [g] y [h] simultáneamente es:

[i]

Solución Lineal

$$B_{kk} = B_{wk} = 0$$

La otra solución simultánea, es dada por dos soluciones no lineales. Sustituyendo [g] en [h], las dos soluciones son:

[j]

Soluciones No Lineales

- i) $B_{kk} = B_{wk}^2 / B_{ww}$
- ii) $A = 1 + (A_w B_{wk} / B_{ww})$

Las implicaciones de ambas soluciones son:

Sí se sustituyen las condiciones lineales en el par de ecuaciones que estamos estimando (M_b y M_w) sólo quedan tres parámetros de los cinco que tenemos, estos son, A_w , A_k y B_{ww} . Las dos ecuaciones quedan:

[k]

$$\begin{aligned} M_w &= A_w + B_{ww} \ln B + B_{ww} \ln W \\ M_k &= A_k \end{aligned}$$

Esto indica que la participación en el costo del insumo K (M_k), se fuerza a ser constante e independiente del nivel de B y W .

En la Referencia [3], Berndt y Wood, establecen la fórmula para las AES de una función Translog:

[l]

ANALISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

$$AES_{ij} = 1 + \frac{B_{ij}}{M_i M_j}$$

lo cual, para el caso de las restricciones lineales dadas por [i], implica lo siguiente:

i) Sí $B_{wk}=B_{kk}=0$, por simetría implica que $B_{bk}=0$ (ver [f]), por tanto:

$$AES_{bk} = 1 + \frac{B_{bk}}{M_b M_k} = 1 + 0 = 1$$

[m]

ii) Por la misma fórmula se llega a que $AES_{wk} = 1$.

iii) Por tanto $AES_{bk} = AES_{wk} = 1$.

Nótese que la condición iii) no implica una estructura funcional del tipo Cobb Douglas², ya que una estructura Cobb Douglas sería impuesta en la Translog sólo sí:

$$AES_{bk} = AES_{wk} = AES_{bw} = 1$$

[n]

es satisfecha, lo cual sólo puede lograrse imponiendo la restricción $B_{ij} = 0$ para $(i, j = B, W, K)$. Estas serían las condiciones de completa separabilidad, la cual

2.- Se debe notar que esto no implica una estructura Cobb Douglas, ya que con las condiciones lineales dadas, no se garantiza que $AES_{bw} = 1$:

$$AES_{bw} = 1 + \frac{B_{bw}}{M_b M_w} = 1 - \frac{B_{ww}}{M_b M_w} \quad \text{dif } 1$$

ya que por simetría $B_{bw} = -(B_{ww} + B_{wk}) = -B_{ww}$ (puesto que las condiciones lineales imponen $B_{wk}=0$).

ANÁLISIS DE SEPARABILIDAD FUNCIONAL

serían las condiciones de completa separabilidad, la cual equivale a decir que todos los insumos son independientes entre sí, o equivale a que los siguientes tres tipos de particiones son válidas (se cumplen simultáneamente):

[o]

$$F(G(W,B),K) , F(H(B,K),W) , F(T(W,K),B)$$

Además, como se demostró antes, K se vuelve independiente de W y B, por lo que la débil separabilidad se cumple.

De una manera similar, se puede demostrar que las condiciones no lineales, dadas por [j], equivalen a

[p]

$$AES_{bk} = AES_{wk} \text{ dif } 1$$

LOS DATOS

En las Tablas siguientes se presenta la información utilizada en el estudio. Las especificaciones de las variables son como sigue:

- Obreros.- Promedio mensual en el sector
- Empleados.- Promedio mensual en el sector
- Salarios.- En miles de pesos corrientes
- Sueldos.- En miles de pesos corrientes
- Prestaciones Sociales.- En miles de pesos corrientes
- Capital, Millones de pesos constantes (1970=100)
- K1.- Edificios, construcciones e instalaciones fijas
- K2.- Maquinaria y Equipo de Transporte.
- K3.- Equipo de Transporte.
- K4.- Mobiliario y Equipo de Oficina.
- Capital, Millones de pesos corrientes
- C1.- Edificios, construcciones e instalaciones fijas
- C2.- Maquinaria y Equipo de Transporte.
- C3.- Equipo de Transporte.
- C4.- Mobiliario y Equipo de Oficina.

SECTOR I
ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES

A?O	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	7,199	1,509	62,741	52,083	14,819	2	10	1	0	2	9	0	0
1969	7,875	1,233	69,118	37,800	12,932	1	4	1	1	1	4	1	1
1970	11,619	1,316	85,575	46,839	16,270	21	24	1	2	21	24	1	2
1971	8,193	2,614	78,357	91,997	33,264	1	13	1	1	1	13	1	1
1972	8,161	2,705	111,215	109,343	48,681	4	68	3	2	4	73	3	2
1973	7,884	2,075	93,356	93,722	37,392	8	47	9	2	9	53	10	3
1974	8,714	2,220	133,194	114,665	51,946	7	16	1	2	12	21	2	2
1975	6,087	2,520	138,594	166,932	87,722	10	53	3	2	20	87	6	3
1976	7,556	2,378	190,571	186,956	87,507	1	88	7	1	1	180	14	2
1977	6,108	1,082	258,034	88,958	102,134	7	54	3	3	22	157	11	6
1978	9,821	2,388	277,362	235,152	140,821	2	38	3	3	7	118	14	8
1979	9,452	2,468	395,718	323,237	165,215	5	70	6	5	22	247	29	14
1980	11,216	2,749	511,886	441,955	193,098	18	129	7	4	112	576	46	16
1981	9,861	3,164	616,867	593,147	303,082	6	45	9	7	45	243	69	36
1982	10,540	3,441	955,670	946,406	387,273	12	70	5	6	144	728	65	51
1983	8,581	3,750	1,449,043	1,404,196	584,561	1	22	3	3	33	565	84	56
1984	7,721	3,850	2,179,673	2,325,733	995,780	2	14	6	4	109	599	288	85
1985	7,602	3,100	3,900,747	3,636,966	1,856,953	0	46	7	7	21	2,862	506	229
1986	7,954	3,026	7,223,871	5,999,695	3,140,608	8	26	10	3	1,652	3,328	1,263	180
1987	9,021	2,850	17,419,875	1,299,591	7,594,144	1	28	5	10	510	8,520	1,744	1,371

SECTOR 2
MOLIENDA DE TRIGO

AÑO	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	3,361	1,313	45,795	47,279	13,526	26	80	17	3	24	72	17	3
1969	3,635	1,430	45,979	47,394	12,889	31	60	22	4	29	55	22	3
1970	3,907	1,516	59,365	60,069	15,369	35	79	66	6	35	79	66	6
1971	3,689	1,425	61,023	58,725	18,478	62	101	39	6	60	104	39	6
1972	3,985	1,480	70,453	61,116	22,752	184	283	59	10	181	304	59	11
1973	3,676	1,307	68,265	55,007	25,958	47	110	78	7	53	128	81	8
1974	3,806	1,364	92,366	58,696	37,405	45	150	100	6	80	219	108	9
1975	3,923	1,532	114,122	96,382	51,222	36	98	61	10	76	165	80	16
1976	4,059	1,551	145,118	110,456	58,056	27	142	124	43	65	308	215	78
1977	4,204	1,629	193,769	142,970	78,104	9	42	53	11	27	134	135	23
1978	4,340	1,703	218,830	173,405	96,806	94	93	103	25	348	324	309	57
1979	4,253	1,714	261,846	192,614	99,986	91	196	134	19	442	764	464	53
1980	4,453	1,712	334,548	241,635	129,031	51	69	103	10	310	332	454	36
1981	4,882	1,775	487,266	332,089	180,746	45	102	79	26	350	602	441	113
1982	5,121	1,826	811,225	518,954	300,406	83	82	110	10	996	959	1,012	69
1983	5,045	1,853	1,192,019	806,492	500,231	6	34	25	9	179	960	531	122
1984	4,951	1,899	1,898,373	1,320,969	737,844	3	25	59	7	190	1,053	2,150	145
1985	4,919	2,021	3,021,860	2,297,825	1,147,303	33	68	43	14	3,650	4,456	2,224	417
1986	4,782	2,069	4,960,577	3,968,912	2,028,038	10	106	53	19	2,051	14,629	5,217	928
1987	4,737	1,969	11,180,411	8,627,070	4,320,206	11	38	59	23	4,697	12,544	16,002	2,837

SECTOR 3
ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES

AÑO	OBREROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	5,203	2,330	78,206	81,285	21,375	4	35	6	2	4	32	6	2
1969	5,302	2,399	82,691	89,039	24,379	25	91	4	3	23	86	4	3
1970	5,148	2,421	90,531	95,576	27,916	11	48	10	3	11	48	10	3
1971	5,506	2,393	93,588	87,919	34,559	24	64	8	2	24	66	8	2
1972	5,354	2,511	99,644	102,210	37,362	35	91	7	3	35	97	8	3
1973	5,429	2,563	111,746	109,887	37,024	42	50	9	3	48	56	10	3
1974	5,820	2,609	150,221	141,163	56,917	18	77	23	5	32	106	26	7
1975	6,229	2,831	170,937	172,435	77,558	98	178	27	7	209	289	37	11
1976	6,398	2,998	248,996	215,161	119,350	34	77	17	6	81	160	29	10
1977	6,450	3,330	333,324	280,432	149,314	32	66	11	10	96	209	29	20
1978	6,673	3,370	386,989	343,993	186,861	23	35	12	9	84	118	37	20
1979	6,767	3,542	445,479	423,779	226,110	18	65	27	12	88	243	98	30
1980	7,065	3,729	562,130	529,137	249,083	24	86	27	13	145	391	122	46
1981	7,412	4,018	774,682	702,424	339,953	8	70	26	8	59	378	148	33
1982	7,520	3,998	1,263,342	1,137,534	606,510	14	67	17	7	169	743	171	48
1983	7,466	4,091	1,915,437	1,748,061	1,039,584	21	99	7	15	657	2,724	176	185
1984	7,266	4,065	3,143,603	2,938,330	1,463,593	8	61	11	5	512	2,515	422	93
1985	7,554	4,245	5,427,941	5,076,733	2,303,013	8	36	15	18	902	2,258	865	483
1986	7,024	4,280	8,388,954	8,483,336	3,756,617	3	40	3	5	623	5,585	426	229
1987	7,136	4,374	18,870,340	18,919,028	8,307,588	10	22	5	21	4,388	7,075	1,032	2,289

**SECTOR 4
CERVEZA**

A.O	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	7,904	4,040	166,484	222,584	88,447	25	94	6	18	23	85	6	16
1969	8,389	4,508	185,455	233,661	90,938	145	293	12	30	135	272	12	28
1970	9,168	5,086	211,113	273,553	100,347	82	134	20	32	82	134	20	32
1971	8,729	5,227	206,713	283,802	134,892	36	108	39	25	35	112	39	26
1972	9,411	6,716	228,589	360,712	158,160	56	143	24	28	56	157	24	31
1973	10,015	6,528	273,663	394,599	199,820	10	65	38	39	12	79	40	45
1974	10,602	6,747	395,793	485,429	271,353	70	221	35	30	123	336	38	41
1975	10,910	4,265	432,921	392,668	251,697	54	140	20	14	116	253	29	21
1976	10,233	4,291	539,883	432,723	303,591	32	119	17	24	77	275	32	43
1977	10,503	4,050	736,758	550,495	314,025	52	147	12	19	161	474	35	41
1978	11,207	4,166	927,478	677,546	398,127	30	120	13	24	112	413	43	57
1979	12,877	4,215	1,091,758	735,650	501,459	13	93	14	16	62	386	54	44
1980	14,944	4,870	1,490,071	998,019	686,968	48	133	20	36	293	721	98	135
1981	15,082	5,237	2,220,528	1,470,489	1,022,832	129	371	21	52	1,005	2,477	134	239
1982	15,735	5,358	3,773,910	2,266,993	1,507,602	97	248	18	43	1,152	2,997	183	327
1983	14,419	4,673	5,126,900	3,073,729	2,350,454	28	57	8	13	856	1,586	183	196
1984	14,965	2,763	8,531,320	4,811,869	3,793,443	20	59	18	8	1,221	2,737	708	186
1985	15,295	4,679	12,912,276	7,530,774	5,618,015	15	38	6	21	1,585	2,636	357	972
1986	15,854	4,217	23,562,738	12,228,714	12,460,541	22	44	11	19	4,332	5,777	1,190	1,084
1987	15,503	4,003	55,532,754	27,575,006	25,725,212	17	167	14	20	7,401	53,180	4,274	2,815

SECTOR 5
PAPEL Y CARTON

A'O	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	1,960	474	30,724	21,548	7,615	390	255	18	26	361	232	17	23
1969	1,922	498	35,690	26,313	16,858	135	853	4	12	126	806	4	11
1970	2,076	494	41,571	32,572	16,643	53	265	13	14	53	265	13	14
1971	1,821	477	37,235	39,307	13,251	34	306	12	7	33	317	12	8
1972	1,701	500	39,776	41,830	15,007	27	287	21	8	27	307	21	9
1973	1,758	452	40,257	34,293	21,259	80	482	14	12	91	544	15	14
1974	1,784	452	55,478	42,787	33,589	49	320	28	13	87	430	33	18
1975	1,715	489	66,128	62,329	32,320	69	370	21	20	110	557	29	31
1976	1,758	437	82,942	63,628	36,691	80	401	10	7	186	707	14	13
1977	1,788	438	109,120	76,994	48,554	257	434	8	12	789	1,333	23	26
1978	1,988	493	134,345	95,321	60,325	97	457	20	14	358	1,497	57	29
1979	2,009	470	157,386	103,238	61,961	25	231	35	21	122	827	148	53
1980	2,128	485	202,819	132,840	90,848	38	225	50	24	229	971	280	85
1981	2,070	509	250,096	174,341	136,894	58	578	27	15	454	2,925	194	66
1982	1,952	488	387,781	184,360	183,520	228	919	11	24	2,723	9,802	123	172
1983	1,642	463	511,902	308,530	289,495	326	566	8	31	9,952	15,388	197	408
1984	1,794	521	958,778	646,184	332,091	8	95	16	13	484	3,803	666	266
1985	1,909	542	1,477,009	1,030,009	806,279	5	66	21	12	541	4,051	1,255	326
1986	1,849	541	2,369,548	1,690,079	1,178,000	5	63	14	10	1,000	8,739	1,638	471
1987	1,790	532	5,744,805	4,493,545	2,297,705	2	66	18	18	766	168,826	5,406	2,085

SECTOR 6
ABONOS Y FERTILIZANTES

AÑO	OBREROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	2,695	981	56,286	36,754	29,090	12	51	4	1	11	47	4	0
1969	4,189	1,372	78,055	61,555	40,158	16	54	4	1	15	51	4	1
1970	4,130	1,439	84,709	70,314	50,334	16	57	4	2	16	57	4	2
1971	4,213	1,332	100,550	62,175	55,887	18	60	4	1	18	62	4	1
1972	4,332	1,346	122,622	69,096	53,557	27	25	1	2	27	27	1	2
1973	5,120	1,424	154,868	81,886	76,965	14	15	4	2	16	16	4	2
1974	5,428	1,470	206,388	104,546	130,481	8	11	7	3	14	14	7	4
1975	5,615	1,643	268,934	144,968	172,497	6	28	3	5	12	44	5	8
1976	5,276	1,758	344,397	166,174	209,633	0	25	0	1	0	51	2	3
1977	5,731	1,541	465,651	205,118	281,536	1	14	9	4	4	44	25	9
1978	6,298	1,694	586,377	260,237	350,320	69	157	6	5	254	504	19	13
1979	6,316	1,644	773,645	331,402	399,296	6	73	4	10	30	260	18	28
1980	7,413	1,788	1,059,500	439,225	642,316	25	56	16	15	153	231	80	52
1981	9,288	1,936	1,504,903	598,779	1,030,518	18	63	17	13	139	298	104	55
1982	9,989	2,026	2,486,629	966,130	1,594,988	83	96	4	14	995	993	44	94
1983	10,309	2,056	3,385,805	1,412,384	2,236,888	0	0	0	0	0	1	12	4
1984	10,188	1,911	4,953,525	2,234,825	2,890,014	0	0	2	0	11	16	79	7
1985	9,921	2,078	7,447,663	3,316,658	4,610,620	0	1	1	1	27	52	55	15
1986	9,113	1,892	10,451,217	3,801,899	6,301,694	0	0	1	0	94	11	70	16
1987	8,981	1,828	27,031,540	8,844,124	12,016,277	0	0	0	2	0	25	100	226

SECTOR 7

RESINAS SINTETICAS Y FIBRAS ARTIFICIALES

A?O	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	5,660	2,378	109,923	93,877	49,561	67	361	2	7	62	329	2	7
1969	6,038	2,610	127,395	110,086	69,795	23	110	1	13	21	102	1	12
1970	6,947	2,355	146,803	106,594	76,958	99	900	2	36	99	900	2	36
1971	8,703	2,691	202,746	129,543	102,979	107	508	5	37	103	527	5	40
1972	9,677	2,887	237,124	146,190	132,214	156	1,081	8	15	153	1,198	8	17
1973	10,269	3,251	288,817	179,805	150,132	113	1,175	17	17	126	1,434	18	19
1974	11,794	3,730	413,783	249,806	205,204	145	968	34	29	261	1,448	42	37
1975	13,626	4,220	586,018	341,891	324,642	82	831	11	29	175	1,424	16	42
1976	14,418	4,363	457,792	425,010	28,596	60	400	6	21	140	884	11	34
1977	13,744	4,060	978,840	560,702	486,830	36	381	3	15	110	1,194	10	27
1978	14,723	4,441	1,139,959	669,632	639,261	19	304	9	10	69	1,028	30	21
1979	15,353	4,801	1,387,966	804,842	800,705	52	496	20	37	254	2,029	83	93
1980	16,049	5,333	1,859,935	1,167,497	1,092,444	57	538	13	67	345	2,751	64	216
1981	16,303	5,565	2,404,048	1,628,059	1,600,830	193	711	12	45	1,507	4,370	74	173
1982	15,146	5,152	3,601,204	2,242,987	2,538,664	61	261	4	29	734	3,001	51	183
1983	13,635	4,574	4,724,958	2,792,329	3,852,654	36	291	3	21	1,105	8,345	97	248
1984	13,406	2,779	7,073,073	4,333,525	5,952,006	8	62	16	20	468	3,032	703	361
1985	13,583	4,429	11,709,309	7,511,660	11,042,323	16	136	12	38	1,732	10,440	831	981
1986	13,518	4,469	19,427,998	13,712,969	19,531,821	42	281	12	70	8,203	42,059	1,935	2,964
1987	14,012	4,563	44,796,008	32,522,443	49,614,907	5	106	19	24	2,270	37,550	3,303	2,525

SECTOR 8
JABONES, DETERGENTES Y COSMETICOS

AÑO	OBREROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	4,110	2,253	73,158	120,887	30,093	8	76	1	6	8	68	1	6
1969	4,312	2,410	106,660	110,618	36,147	8	41	1	7	8	38	1	6
1970	5,106	2,842	104,139	171,678	53,858	19	74	2	6	19	74	2	6
1971	5,168	2,681	115,173	176,106	73,001	46	91	2	9	46	94	2	9
1972	4,569	2,367	112,965	171,859	81,306	26	66	2	11	27	70	2	12
1973	4,754	2,281	125,157	164,809	79,924	42	103	5	6	49	120	6	7
1974	4,751	2,274	165,843	193,113	108,229	27	88	5	8	47	128	6	11
1975	4,798	2,472	217,819	247,742	164,183	40	75	8	7	88	126	13	11
1976	4,610	2,390	280,048	291,643	198,406	46	96	10	6	117	208	21	12
1977	5,161	2,495	393,253	389,981	264,052	53	154	7	10	168	494	23	20
1978	5,418	2,623	447,111	454,346	303,409	45	85	10	12	168	296	41	26
1979	5,700	2,771	550,798	558,707	412,889	28	115	14	14	131	445	69	39
1980	5,792	2,857	618,028	673,714	498,125	17	168	16	12	103	797	101	44
1981	5,942	2,944	2,513,926	867,339	884,014	20	68	26	11	153	391	200	49
1982	6,369	3,020	1,633,228	1,459,258	1,217,816	5	108	17	22	56	1,240	202	160
1983	6,379	2,822	2,589,263	2,390,633	2,283,716	19	51	13	20	568	1,434	328	277
1984	6,562	1,210	4,407,909	4,144,897	3,335,770	58	63	28	27	3,407	2,621	1,266	558
1985	6,246	3,119	6,745,373	6,979,123	4,748,661	21	64	29	39	2,193	4,049	1,952	1,172
1986	5,967	3,083	12,109,442	12,559,171	7,569,793	13	41	20	26	2,439	5,623	2,557	1,323
1987	6,320	2,891	26,697,183	24,118,958	16,411,928	15	81	26	35	6,380	26,315	8,863	4,474

**SECTOR 9
CEMENTO**

A'O	OBREROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	5,791	1,720	127,890	89,067	51,447	47	109	22	4	44	90	21	3
1969	5,510	1,804	128,282	94,906	51,271	105	391	14	5	98	345	14	4
1970	5,824	1,964	136,377	106,559	46,459	5	69	25	4	5	69	25	4
1971	5,527	1,971	145,273	115,867	62,328	85	335	24	5	82	368	25	5
1972	5,628	2,079	182,101	135,397	83,032	169	1,055	15	5	167	1,300	16	5
1973	5,882	1,993	220,621	155,214	116,869	62	495	40	7	69	698	43	8
1974	6,127	2,125	293,505	196,574	168,034	140	702	89	8	250	1,191	101	12
1975	6,768	2,310	404,152	258,396	213,481	169	612	56	15	361	1,200	77	23
1976	7,149	2,467	511,591	315,326	278,363	149	438	25	174	350	1,038	45	311
1977	7,501	2,484	653,357	379,605	469,755	14	139	20	196	41	422	56	407
1978	8,079	2,700	810,110	460,850	564,241	44	520	41	9	163	1,757	131	20
1979	8,507	2,906	1,033,648	627,860	727,126	140	301	86	100	677	1,176	311	287
1980	9,233	3,311	1,443,291	881,886	1,206,832	72	258	55	53	439	1,424	247	193
1981	10,076	3,778	2,077,947	1,387,131	1,675,216	348	1,091	44	23	2,713	7,389	243	103
1982	11,365	4,102	3,523,393	2,148,944	2,546,149	45	842	42	44	533	9,225	409	325
1983	10,386	3,912	5,085,699	3,115,877	4,556,771	86	771	17	25	2,634	19,275	386	247
1984	11,304	2,178	8,298,150	4,919,151	6,897,117	95	233	32	362	5,801	9,997	1,227	7,496
1985	11,074	4,206	14,345,642	8,993,806	10,676,583	39	74	56	44	4,327	4,903	3,187	1,323
1986	10,768	4,285	24,336,703	16,134,593	21,848,640	5	100	32	44	1,052	11,816	3,742	2,268
1987	10,737	4,390	57,697,276	42,069,199	52,411,991	31	146	41	26	13,455	40,417	8,623	3,208

SECTOR 10
ENSAMBLE DE VEHICULOS

A.O	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	14,278	6,532	326,969	272,782	199,503	386	309	4	22	358	279	4	19
1969	15,657	7,353	358,269	345,137	231,236	30	102	0	9	28	95	0	9
1970	16,956	7,898	399,954	350,994	279,149	59	159	4	17	59	159	4	17
1971	16,105	7,840	424,097	406,274	334,977	31	157	6	32	30	162	6	34
1972	17,465	8,301	475,652	473,455	408,454	61	275	1	19	61	293	1	22
1973	22,205	8,178	695,985	511,438	567,240	84	315	13	24	96	363	13	27
1974	28,026	9,452	1,210,334	741,486	834,068	218	481	63	32	386	674	73	45
1975	27,006	10,567	1,433,094	910,183	1,136,246	122	219	104	26	261	352	161	41
1976	26,020	10,124	1,633,886	1,074,615	1,530,146	142	408	120	9	339	853	251	17
1977	21,627	9,424	1,917,673	1,309,900	1,666,534	48	185	107	6	148	601	350	13
1978	25,436	9,947	2,597,385	1,639,823	2,243,928	73	313	137	25	268	1,111	553	56
1979	30,141	11,164	3,557,184	2,340,507	2,788,198	159	360	205	62	768	1,413	975	175
1980	34,744	12,620	4,994,356	3,214,353	3,654,888	311	785	121	114	1,892	3,577	728	395
1981	40,085	13,711	7,655,010	4,670,225	5,829,429	503	1,302	88	224	3,919	7,138	658	929
1982	34,923	13,267	9,506,660	6,275,206	8,061,630	243	1,636	62	706	2,900	18,685	728	4,844
1983	24,529	11,236	8,875,508	7,811,503	12,074,291	132	908	76	207	4,025	26,356	1,939	2,554
1984	26,683	4,686	14,558,163	11,600,891	12,074,291	30	848	45	99	1,832	36,267	1,990	1,891
1985	29,818	11,010	27,713,114	20,520,905	34,012,239	296	1,142	41	97	32,294	77,104	2,678	2,642
1986	29,228	11,088	41,020,317	31,908,445	64,897,223	36	1,171	51	221	6,973	163,581	6,310	10,278
1987	26,212	10,036	95,257,796	68,299,121	139,134,396	77	574	109	443	33,568	178,597	36,130	51,125

SECTOR II

CARROCERIAS, MOTORES Y OTRAS PARTES PARA AUTOMOVIL

A'O	OBROS	EMPLEADOS	SALARIOS	SUELDOS	PRESTACIONES	K1	K2	K3	K4	C1	C2	C3	C4
1968	2,239	578	36,743	22,413	7,723	30	200	1	7	28	181	1	6
1969	2,736	724	45,407	26,052	7,422	43	191	5	13	40	179	5	12
1970	2,459	778	43,687	30,606	10,113	18	162	3	12	18	162	3	12
1971	2,130	731	39,498	24,930	11,822	32	194	4	7	31	200	4	8
1972	2,306	648	48,158	27,689	12,992	69	155	8	5	69	166	8	6
1973	2,183	615	53,550	26,232	9,485	93	250	13	9	105	284	13	10
1974	3,179	747	104,663	39,310	22,760	51	402	16	12	90	538	18	17
1975	3,581	806	140,978	51,384	32,292	56	293	11	10	121	464	16	15
1976	3,314	789	154,957	63,061	46,199	44	240	9	14	105	483	17	25
1977	2,646	660	292,466	167,080	74,078	13	234	10	17	41	728	31	37
1978	3,010	781	202,957	95,463	73,427	19	188	18	18	71	646	65	46
1979	3,237	836	250,052	120,802	86,066	33	266	48	28	160	1,015	204	83
1980	3,697	931	343,886	168,886	135,124	107	569	27	26	652	2,552	148	99
1981	4,463	1,106	547,850	271,348	215,951	92	791	40	63	718	4,223	269	300
1982	3,793	1,013	748,302	341,093	288,959	148	346	19	56	1,764	3,813	205	457
1983	2,325	756	662,029	381,963	340,932	22	167	11	42	687	4,672	271	648
1984	2,430	480	1,087,298	570,186	591,504	24	199	26	26	1,428	8,103	1,063	595
1985	3,081	899	2,016,693	1,060,403	1,063,260	6	177	33	31	682	11,118	2,025	1,063
1986	2,404	753	2,862,530	1,657,496	2,109,126	10	137	15	40	2,021	17,192	1,680	2,370
1987	2,080	693	5,674,950	3,363,140	4,149,499	4	84	12	36	1,847	23,021	3,879	5,126

