

Neus Aulló Coloma*
Francisco Requena Silvente*

¿POR QUÉ EL MODELO DE DOTACIONES FACTORIALES NO ES CAPAZ DE EXPLICAR LA LOCALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS?

Este trabajo examina la relación entre dotaciones factoriales y patrón de producción con datos de provincias españolas. Los resultados indican un alto grado de indeterminación en la producción utilizando el modelo de dotaciones factoriales. Dos explicaciones son consistentes con este resultado: 1) los bajos costes de transporte en las actividades de manufacturas dentro de un país magnifican la indeterminación de la producción; 2) la presencia de externalidades geográficas en algunas regiones magnifica la indeterminación de la producción.

Palabras clave: localización industrial, análisis regional, productos manufacturados, España
Clasificación JEL: F11.

1. Introducción

La teoría del comercio basada en la abundancia factorial es una de las herramientas teóricas fundamentales para entender el patrón de especialización de las regiones. Sin embargo, la evidencia empírica tradicionalmente no ha encontrado resultados muy favorables. Una de las áreas de investigación en comercio interna-

cional es buscar qué supuestos del modelo teórico explican por qué falla empíricamente el modelo de dotaciones factoriales: diferencias en tecnología, diferencias en demanda, presencia de economías de escala, o cualquier otro supuesto que impide la igualación del precio de los factores como puede ser la presencia de costes de transporte.

Este trabajo analiza el modelo de dotaciones factoriales con datos de producción de manufacturas de las provincias españolas. Nuestro objetivo es evaluar dos explicaciones alternativas sobre la pobre capacidad predictiva del modelo de dotaciones factoriales: 1) la exis-

* Universidad de Valencia.
Versión de 20 de enero de 2004.

tencia de costes de transporte que imposibilita la igualación del precio de los factores; 2) la existencia de externalidades geográficas que magnifican el error de predicción del modelo de ventaja comparativa.

Primero evaluamos la capacidad predictiva del modelo de dotaciones factoriales con datos de producción comparando dos especificaciones alternativas, el modelo Hechscher-Ohlin-Vanek o modelo de contenido factorial de producción (HOV) y el modelo de regresión de output sobre dotaciones factoriales (ROF). La comparación entre especificaciones permite identificar una posible explicación del origen de la escasa capacidad predictiva del modelo de dotaciones factoriales con datos regionales: ¿los bajos costes de transporte dentro de un país aumentan el número de bienes comercializables y, por tanto, aumentan la incapacidad del modelo de dotaciones factoriales para predecir la producción de cada región en función de un número limitado de factores productivos?

A continuación analizamos una segunda posible explicación del por qué el modelo de dotaciones factoriales no es capaz de explicar satisfactoriamente la localización de la producción manufacturera de las provincias españolas: la presencia de externalidades geográficas. La hipótesis que contrastamos empíricamente es si la concentración geográfica de aquel factor de producción que confiere ventaja comparativa a una región en la producción de un bien, también confiere a esa región de una fuente de ventaja absoluta, lo que se refleja en que los errores de predicción del patrón de producción utilizando el modelo ROF siguen una distribución particular. Los resultados para las provincias españolas confirman la presencia de externalidades geográficas en algunas industrias manufactureras, explicando parte de la indeterminación en la producción provincial de España utilizando el modelo ROF.

Una aportación adicional en este trabajo es la construcción de una matriz de requerimientos directos de factores (matriz tecnológica) para España siguiendo la metodología propuesta por Davis y Weinstein (1998) y Davis *et al.* (2001b), necesaria para implementar el modelo Hechscher-Ohlin-Vanek.

Los resultados obtenidos para el caso español corroboran los obtenidos por Bernstein y Weinstein (2002) con datos de las prefecturas japonesas: 1) el modelo ROF tiene escasa utilidad debido a la falta de fundamento teórico; 2) el modelo HOV sigue siendo una herramienta válida para evaluar la capacidad predictiva del modelo de dotaciones factoriales. El modelo HOV predice mejor con datos regionales que con datos internacionales ya que dentro de un país se cumplen la mayoría de supuestos del modelo de dotaciones factoriales (idéntica tecnología y gustos de los consumidores e igualdad del precio de los factores).

Los resultados obtenidos para el caso español también corroboran los obtenidos por Smith (1999) con datos de los estados de EE UU: la presencia de externalidades geográficas en algunas actividades manufactureras sesga los resultados del modelo de regresión de output sobre dotaciones factoriales ya que se observa que algunas provincias españolas tienen ventaja absoluta en algunas actividades manufactureras debido a la concentración excesiva del recurso productivo que provee el origen de la ventaja comparativa.

En el segundo apartado resumimos los avances más recientes en la literatura empírica sobre el modelo de dotaciones factoriales. El apartado tres explica los modelos de producción HOV y ROF y el apartado cuatro describe los datos provinciales e internacionales empleados en la contrastación de cada uno de los modelos. El apartado cinco presenta los resultados así como sus implicaciones.

2. Literatura previa

El modelo de dotaciones factoriales de comercio, también conocido como modelo Hechscher-Ohlin (HO), es la piedra angular de la Teoría del Comercio Internacional debido a sus cuatro teoremas básicos: Stolper-Samuelson, Rybczynski, Igualación del Precio de los Factores y Hechscher-Ohlin. El último de estos teoremas explica el patrón de especialización de la producción de un país con el fin de explotar la *ventaja compa-*

rativa debido a la abundancia factorial que tiene frente a otro país en situación de libre comercio. La versión más sencilla de este modelo, el modelo HO con dos bienes y dos factores (HO 2x2) predice que un país exportará aquel bien que utiliza intensivamente en su producción el factor abundante en el país.

La validez de las predicciones del modelo de dotaciones factoriales siempre ha estado sujeta a la contrastación empírica, empezando por el trabajo pionero de Leontief (1953), quien demostró por primera vez las debilidades predictivas del modelo a la hora de explicar el patrón de comercio de EE UU. Leontief utilizó las tablas input-output para examinar el contenido factorial de un millón de dólares de importaciones y exportaciones de EE UU y halló que EE UU era un exportador neto de mercancías intensivas en factor trabajo. Este resultado es paradójico porque *a priori* se esperaría que EE UU fuera el país del mundo más abundante en capital. Por ello este resultado se conoce como la *Paradoja de Leontief*.

Desde entonces el modelo dotaciones factoriales ha sido motivo de numerosas revisiones teóricas. Una de las más importantes es la de Vanek (1968) que extiende el modelo HO 2x2 a un modelo de N bienes y M factores, manteniendo el resto de supuestos (idéntica tecnología en todos los países, mercados en competencia perfecta, preferencias homotéticas de los consumidores, rendimientos constantes a escala e igualación del precio de los factores entre países al abrirse al comercio internacional). El modelo Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV) se centra en los servicios de los factores que los bienes comerciados llevan incorporados en su producción, y predice que los países exportarán los servicios de los factores abundantes e importarán los servicios de los factores escasos.

El modelo HOV también ha sido objeto de estudio empírico con el fin de evaluar su capacidad predictiva del patrón de producción y comercio de los países. Bowen, Leamer y Sveikauskas (1987) fueron los primeros en realizar una contrastación empírica del modelo HOV con datos internacionales de requerimientos tecnológi-

cos, dotación factorial, producción y consumo. Su conclusión fue que «el modelo Heckscher-Ohlin es pobre en sus predicciones, pero no tenemos nada que sea mejor» (pág. 805). Más recientemente Trefler (1993) plantea una variante del modelo HOV con diferenciales de productividad en las dotaciones factoriales de los países. Utilizando los datos de Bowen *et al.* (1987) obtiene que el modelo HOV predice muy bien el patrón de comercio si las dotaciones factoriales de los países se miden en términos de eficiencia pero no así cuando se miden en términos absolutos. En un segundo trabajo, Trefler (1995) modifica el modelo HOV permitiendo diferencias en los gustos de los consumidores y diferencias tecnológicas entre países. Mientras que la capacidad predictiva del modelo HOV no mejora sustancialmente en el primer caso, sí que lo hace en el segundo.

Harrigan (1995, 1997) abandona el modelo HOV con datos de producción y consumo y propone concentrarse en un modelo de dotación factorial que incluya solamente el lado de la producción. Este modelo se conoce como modelo ROF (regresión de output sobre factores) de producción. Harrigan estudia si las diferencias internacionales en la oferta de factores explican las diferencias en la localización de la producción en los países de la OCDE. Los resultados del modelo ROF de producción con datos internacionales son muy poco satisfactorios.

Davis, Weinstein, Bradford y Shimp (1997) contrastan el modelo HOV de comercio con datos regionales de un país. La razón para ello es que es más probable que los supuestos de idéntica tecnología, idénticos gustos y la igualación del precio de los factores se cumplan dentro de un país que entre países. Los resultados con datos de regiones japonesas revelan que el modelo HOV de comercio se cumple.

Finalmente, Bernstein y Weinstein (2002) utilizan el modelo ROF de producción de Harrigan (1995) utilizando datos regionales de Japón. El resultado que obtienen es un alto grado de indeterminación en la localización de la producción de bienes comercializables a nivel regional frente a la localización de la producción de bienes no comercializables. La explicación parece estar en la existen-

cia de un número mayor de bienes que de factores en presencia de costes de transporte. Como conclusión los autores hacen una llamada de atención a los trabajos empíricos que hacen uso del análisis de regresión de la producción o los flujos de comercio sobre las dotaciones factoriales debido a la falta de fundamento teórico.

3. El modelo HOV de producción y el modelo ROF de producción

Hay dos modelos que permiten estudiar la relación entre producción y dotaciones factoriales de las regiones¹: HOV y ROF. La principal diferencia entre ambos es que en el modelo HOV necesitamos conocer la matriz de requerimientos tecnológicos, mientras que en el modelo ROF la matriz de requerimientos tecnológicos se obtiene a través de un análisis de regresión de la producción sobre las dotaciones factoriales.

Modelo HOV de producción

Los supuestos teóricos del modelo HOV de producción son: 1) $N \geq F$, donde N es el número de bienes y F el número de factores; 2) idéntica tecnología en todas las regiones sujeta a rendimientos constantes a escala; 3) las dotaciones factoriales de las regiones no son muy divergentes (para que se cumpla el teorema de Igualación del Precio de los Factores); 4) los mercados de bienes y factores son perfectamente competitivos; 5) no hay reversión en la intensidad de factores; 6) preferencias homotéticas e idénticas entre regiones.

Si estas condiciones se cumplen, las técnicas de producción son idénticas en todas las regiones, r : $A^r = A \forall r \in R$ de modo que el modelo HOV para cada región queda especificado de la siguiente manera:

$$A Y^r = V^r \quad \forall r \in R \quad (\text{Orden } F \times 1)$$

donde para cada región r , Y^r es el vector de producción bruta $N \times 1$, V^r es el vector de dotación factorial $F \times 1$ y A será la matriz de requerimientos directos de cada factor para producir una unidad de output, $F \times N$. De una forma compacta podemos especificar el modelo HOV para todas las regiones, R :

$$AY = V \quad (\text{Orden } F \times R)$$

donde Y es la matriz $N \times R$ cuyas columnas son los vectores de producción para cada región y V es la matriz $F \times R$ cuyas columnas son los vectores de dotación de factores para cada región.

Teniendo en cuenta que la igualdad entre AY y V implica igualdad entre cada elemento correspondiente de las dos matrices, para cada factor f y región r , podemos calcular los errores de predicción del modelo HOV de la siguiente manera:

$$D_{HOV}^{fr} = |A^f Y^r / V^{fr} - 1| \quad (\text{Orden } F \times R) \quad [1]$$

donde A^f es la fila f de la matriz tecnológica y V^{fr} es el elemento f de V^r . Sería mucho desear que se cumpliera la igualdad de la ecuación [1] entre la predicción del contenido factorial de la producción y la dotación actual de factores elemento por elemento, por esta razón se trabaja con una matriz de errores medios. Se pueden extraer dos tipos de error de la matriz D . El primero, mirando las columnas de la matriz D , que representan cada una de las regiones r , se puede comparar la dotación actual de factores y la absorción factorial calculada para cada región. El segundo, mirando las filas de la matriz D , que representan cada uno de los factores f , se compara la dotación actual de cada factor y el uso que se hace de cada uno de ellos a través de todas las regiones. De este modo se puede comprobar como funciona el modelo para cada región y para cada factor.

Si los errores son pequeños, entonces el modelo HOV de producción proporciona una descripción razonable del patrón de producción. Si los errores son im-

¹ El término regiones se refiere tanto a provincias (análisis regional) como a países (análisis internacional).

portantes, entonces hay una variación importante en la matriz de requerimientos tecnológicos entre provincias o entre países, esto es, la tecnología no es la misma.

Además, si el modelo HOV de producción funciona con datos de regiones de un mismo país, entonces se están cumpliendo los supuestos del modelo de dotaciones factoriales que hacen que se cumpla la igualación del precio de los factores (idéntica tecnología, rendimientos crecientes a escala, más bienes que factores). Esto nos va a ayudar a entender, cuando el modelo ROF de producción falla, cuáles son las razones de que no funcione.

Modelo ROF de producción

Si los vectores Y^r y V^r son los mismos que se han definido en el modelo HOV de producción, podemos definir el output como una función lineal de la dotación de factores:

$$Y^r = \Omega V^r \quad (\text{Orden } N \times 1) \quad [2]$$

donde la matriz de Rybczynski Ω es de orden $N \times F$. Los elementos de la matriz de Rybczynski Ω representan la respuesta de la producción ante cambios en la dotación de los factores. Bernstein y Weinstein (2002) llaman a la ecuación [2] el modelo ROF de producción. En general, si $N \leq F$ entonces existirá un único output, independiente de las dotaciones factoriales. Por el contrario, si $N \geq F$ entonces es posible alcanzar la igualación del precio de los factores, de manera que habrá una única matriz tecnológica común para todas las regiones y el modelo HOV se cumplirá. Esto nos deja con una única combinación posible para que se cumpla tanto el modelo HOV como el modelo ROF: el número de bienes y de factores debe ser el mismo, $N=F$. Entonces, la matriz de Rybczynski Ω será única y coincidirá con la inversa de la matriz tecnológica A . Véase Leamer (1984) y Harrigan (1995) para un análisis más detallado.

Siguiendo a Bernstein y Weinstein (2002), acabamos de derivar un test para ver si hay igual número de bienes

que de factores. Si el modelo HOV funciona bien, el modelo ROF fallará cuando $N > F$. Como resultado no habrá una relación única de equilibrio entre producción y dotación de factores. Para evaluar el posible fallo en la ecuación [2] volvemos a concentrarnos en los errores de predicción. La matriz de Rybczynski Ω es estimada para cada uno de los bienes producidos, es decir, se estiman las filas de la matriz Ω obteniendo $\hat{\Omega}^n$. De igual modo que se hace para el modelo HOV de producción, para los resultados de las estimaciones se calculan los errores de predicción medios:

$$D^{r}_{FED} = \left| \hat{\Omega}^n V^r / Y^{nr} - 1 \right| \quad [3]$$

donde $\hat{\Omega}^n$ es la estimación de la fila n de la matriz Ω , y Y^{nr} es el elemento n de Y^r .

La teoría sugiere tres tipos de conclusiones al comparar los errores de predicción del modelo HOV con los del modelo ROF:

- 1) Si el modelo HOV y el modelo ROF predicen correctamente, entonces las dotaciones factoriales determinan correctamente la localización de la producción.
- 2) Si ambos modelos fallan, en el mundo real se están violando algunos supuestos fundamentales dentro del modelo HOV.
- 3) Si el modelo HOV predice bien pero el ROF falla podemos concluir que los supuestos básicos del modelo HOV son válidos, y que el modelo ROF falla porque existen más bienes que factores.

El modelo ROF en presencia de externalidades geográficas

La matriz de Rybczynski en presencia de rendimientos crecientes se puede escribir como:

$$\Omega^* = (I - P)^{-1} \Omega$$

donde Ω^* es una matriz $N \times F$ para cada provincia; P es una matriz $N \times N$ de economías externas para cada

provincia; y $(I - P)^{-1}$ es una matriz $N \times N$ que relaciona las matrices de Rybczynski con rendimientos constantes y rendimientos crecientes. Markusen y Svensson (1990) demuestran que, bajo ciertas condiciones, la presencia de economías de escala externas a la empresa complementa a las fuerzas de ventaja comparativa aumentando la capacidad explicativa del modelo de contenido factorial de comercio. En primer lugar, las economías de escala deben de estar asociadas directamente a la producción (el modelo de dotaciones factoriales es un modelo de oferta); deben de ser externas a la empresa (el modelo de dotaciones factoriales es un modelo de competencia perfecta); y, deben de generar unos efectos *spillover* intra-sectoriales más fuertes que los efectos *spillover* inter-sectoriales (esto permite comparar las predicciones del modelo HO con rendimientos a escala constantes y crecientes). Técnicamente estas dos condiciones garantizan que la matriz $(I - P)^{-1}$ es definida positiva. Llamaremos a este tipo de economías de escala, *externalidades geográficas* (EG). Las EG surgen dentro de una región como resultado de la ventaja absoluta de una región en la dotación de aquellos factores productivos que confieren a la región de una ventaja comparativa en una industria concreta. La diferencias entre regiones en la abundancia factorial relativa determina la ventaja comparativa, tal y como describe el modelo de dotaciones factoriales. Las diferencias entre regiones en la abundancia absoluta del factor que confiere la ventaja comparativa estimula la concentración geográfica de la industria, generando externalidades positivas. Por lo tanto, las EG son externalidades positivas generadas por la concentración geográfica de un factor productivo que aumentan, no distorsionan, la ventaja comparativa que predice el modelo de dotaciones factoriales.

Si la dotación factorial de cada provincia se desagrega en sus componentes relativo y absoluto, $V = Vr + Va$, entonces:

$$Y^r = \Omega^* Vr^r + P\Omega^* Va^r + \Omega Va^r$$

Como las dotaciones absolutas de una región no tienen efecto sobre la producción en presencia de rendimientos constantes (esto es, $\Omega Va^r = 0$), el resultado final es que el modelo ROF de producción con rendimientos crecientes a escala es igual al modelo ROF en presencia de rendimientos constantes a escala pero añadiendo un término de perturbación que describe el efecto magnificador que tiene la presencia de EG:

$$Y^r = \Omega^* Vr^r + U^r \quad \text{donde} \quad U^r = P\Omega^* Va^r \quad [4]$$

Para evaluar el posible fallo en la ecuación [2] ahora nos concentremos en la distribución de los residuos de la regresión. En concreto, en ausencia de EG los residuos deben de ser cero, mientras que en presencia de EG deben de tener signo positivo (porque entonces la matriz $(I - P)^{-1}$ es definida positiva). Además la magnitud del residuo debe de estar positivamente relacionada con la fuerza de las EG presentes en la provincia analizada.

4. Descripción de los datos

El modelo HOV de producción necesita datos de producción y de dotaciones factoriales por regiones así como datos para la construcción de la matriz tecnológica. El modelo ROF de producción requiere solamente datos de producción y de dotación factorial. Los datos se han recogido para dos niveles geográficos: datos de 50 provincias españolas y datos de 19 países de la OCDE. Por disponibilidad de datos y facilitar comparaciones los datos provinciales son del año 1994 y los datos internacionales son del año 1992. El Anexo A describe en detalle las fuentes estadísticas.

Para el estudio del modelo HOV para las 50 provincias españolas se han utilizado datos de producción bruta industrial para 17 industrias y datos de dotaciones factoriales que incluyen el *stock* de capital, trabajo cualificado y trabajo no cualificado. El análisis del

modelo ROF con datos provinciales utiliza los mismos datos de producción y de dotación factorial que los empleados en el estudio del modelo HOV para las provincias españolas. Sin embargo se ha ampliado el número de factores a seis (incluyendo suelo cultivado, pastos más bosques, explotación mineral) para ver si hay cambios significativos en la capacidad predictiva del modelo ROF cuando aumentamos el número de factores.

En el estudio del modelo HOV internacional, los datos de producción bruta industrial se obtienen de la base de datos STAN para 19 países de la OCDE. Se ha establecido una correspondencia entre CNAE y ISIC Rev.2 a 3 dígitos para las 17 industrias. La correspondencia entre ambas clasificaciones está detallada en el Anexo A.

Las dotaciones de factores para los 19 países OCDE son: tres factores (*stock* de capital, trabajo cualificado, trabajo no cualificado) y seis factores (*stock* de capital, trabajadores con educación primaria, secundaria, terciaria, suelo cultivado y pastos más bosques).

La matriz tecnológica utilizada en el análisis del modelo HOV internacional es la matriz tecnológica de Japón construida por Davis *et al.* (1997). Se ha utilizado esta matriz el HOV de producción y no la construida para España. La razón es que la matriz tecnológica de Japón está escalada para hacer el análisis con datos internacionales, y asumiendo el supuesto de idéntica tecnología entre países, esto no debería suponer un obstáculo en el objetivo del trabajo.

Los detalles de la construcción de la matriz tecnológica para España, necesarios en el análisis del modelo HOV con datos provinciales, se encuentran en el Anexo A.

5. Resultados

A continuación se presentan los resultados del análisis de predicción del modelo HOV y ROF con datos provinciales y con datos internacionales.

Resultados del modelo HOV

El resultado del cálculo de los errores medios de predicción del modelo HOV y del modelo ROF se presentan en el Cuadro 1. Las secciones A y B presentan la media de los errores de predicción del modelo de HOV por provincias y por países, respectivamente. Para el conjunto de las provincias españolas es del 38 por 100 con sólo 4 de las 50 provincias con errores por encima del 50 por 100 (Badajoz, Lleida, Soria, Teruel y Vizcaya)². Si observamos el error medio por factores, sorprende el valor tan pequeño del error medio del *stock* de capital con datos provinciales, sólo un 14 por 100, comparado con el trabajo no cualificado que presenta un error medio de 34 por 100 y, con el trabajo cualificado que presenta el error medio muy elevado, un 66 por 100. Una posible explicación del alto error medio obtenido con los datos provinciales de trabajo cualificado y no cualificado proviene de la propia construcción de la matriz tecnológica para España. La metodología seguida en la construcción de la matriz de requerimientos directos es la misma que la empleada por Davis y Weinstein (1998) y se basa en datos de dotaciones factoriales de trabajo obtenido a partir de niveles educativos. Sin embargo, las dotaciones factoriales provinciales se han calculado en términos de cualificación profesional. Esto podría estar explicando el mayor error de predicción del modelo para el factor trabajo comparado con el capital. Si *a priori* esperábamos un error de predicción con datos provinciales alto debido a las limitaciones en la construcción de la matriz tecnológica, podemos concluir que el modelo HOV funciona bien para predecir el patrón de producción de las regiones dentro de un país, y por tanto, esto valida los supuestos del modelo de HOV con datos de las regiones dentro de un país.

² BERNSTEIN y WEINSTEIN (2002) obtienen una media del error de predicción del 13 por 100 para las prefecturas japonesas y ninguna prefectura tiene un error superior al 50 por 100.

CUADRO 1

**ERROR DE PREDICCIÓN DE LOS MODELOS HOV Y ROF DE PRODUCCIÓN
PARA LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS Y LOS PAÍSES DE LA OCDE**
Sección A: Media de los errores de predicción por provincias

Provincia	HOV (%) (AY / V-1)	FED (%) (WV/Y-1)	Provincia	HOV (%) (AY / V-1)	FED (%) (WV/Y-1)
Álava	31	75	La Rioja	41	150
Albacete	32	508	Lugo	46	623
Alicante	32	71	Madrid	31	72
Almería	28	1.025	Málaga	37	1.450
Ávila	50	533	Murcia	33	139
Badajoz	51	1.051	Navarra	49	66
Baleares	42	1.987	Orense	44	1.011
Barcelona	29	38	Asturias	40	627
Burgos	41	113	Palencia	35	223
Cáceres	34	880	Las Palmas	37	4.050
Cádiz	32	657	Pontevedra	34	203
Castellón	34	330	Salamanca	34	988
Ciudad Real	28	1.728	Sta. Cruz Tenerife	40	1.809
Córdoba	30	371	Cantabria	48	605
A Coruña	27	289	Segovia	34	405
Cuenca	42	678	Sevilla	32	94
Girona	42	93	Soria	56	507
Granada	41	1.315	Tarragona	38	276
Guadalajara	33	2.732	Teruel	52	346
Guipúzcoa	46	59	Toledo	32	77
Huelva	28	231	Valencia	30	49
Huesca	53	154	Valladolid	34	391
Jaén	39	319	Vizcaya	53	108
León	42	878	Zamora	36	338
Lleida	56	338	Zaragoza	26	60
			Promedio total	38	622

Sección B: Media de los errores de predicción por países

País	HOV (%) (AY / V-1)	FED (%) (WV/Y-1)	País	HOV (%) (AY / V-1)	FED (%) (WV/Y-1)
Australia	62	62	Italia	17	29
Austria	16	31	Holanda	32	45
Bélgica	22	63	Nueva Zelanda	63	170
Canadá	56	62	Noruega	51	64
Dinamarca	42	52	Portugal	44	138
Finlandia	39	34	España	34	67
Francia	29	30	Suecia	37	96
Alemania	58	34	Reino Unido	38	57
Grecia	81	277	Estados Unidos	36	10
Japón	—	11	Promedio total	43	70

Sección C: Media de los errores de predicción del modelo HOV por factores

	Datos provincias españolas	Datos países de la OCDE
Stock de capital	14	35
Trabajo no cualificado	34	34
Trabajo cualificado	66	58
Promedio total	38	43

Resultados del modelo ROF

A continuación estimamos la ecuación [2] —modelo ROF de producción—. Para ello, se estima separadamente para cada industria la siguiente ecuación:

$$Y_{ir} = \sum_{f \in F} \beta_{if} V_{fr} + e_{ir}$$

donde los valores β son parámetros a ser estimados, el subíndice i hace referencia a la industria, el subíndice f al factor y el subíndice r a la provincia o país. Se ha estimado por mínimos cuadrados ordinarios (excepto cuando la variable dependiente toma valores cero que se emplea el modelo Tobit), corrigiendo por heteroscedasticidad para evitar que en las regiones más grandes pudieran aparecer errores más altos, deflactando todas las observaciones por la raíz cuadrada del PIB de la región. Los resultados del modelo ROF aparecen en el Cuadro 1 (por regiones) y en el Cuadro 2 (por industrias).

Las secciones A y B del Cuadro 1 presentan la media de los errores de predicción del modelo de ROF por provincias y por países, respectivamente³. Inmediatamente llama la atención la media de los errores de predicción del modelo ROF con datos provinciales: más del 600 por 100. Como el modelo HOV parece funcionar bien con datos provinciales, la razón del fallo del modelo ROF con datos provinciales es que no se cumple el supuesto de igualdad en el número de bienes y factores.

Para contrastar la robustez de este resultado procedemos a aumentar el número de factores o reducir el número de industrias para ver si igualando el número de bienes al de factores los resultados mejoran sustancialmente. Por un lado, cuando se calculó la media de los errores empleando como regresores seis factores en lugar de tres factores, la media de los errores de predicción disminuyó marginalmente (de 646 por 100 a 619 por 100). En cualquier caso, empleando el criterio del R^2

ajustado, en 13 de las 17 industrias analizadas la especificación con tres factores era preferida a la especificación con seis factores. Por otro lado, la sección B del Cuadro 2 muestra que el error de predicción todavía es alto cuando se reagrupan las industrias manufactureras en un número menor de grupos (de 17 a 10) con el fin de aproximar el número de industrias al número máximo de factores disponibles. En este caso, el promedio de los errores de predicción mejora (del 646 al 201 por 100).

Los dos tests de robustez anteriores indican que la aproximación del número de factores al número de industrias no es suficiente para reducir el grado de indeterminación en el patrón de especialización en la producción de las provincias españolas. Por lo tanto deben de existir factores adicionales que expliquen este enorme error de predicción. Las dos siguientes razones que analizamos son el papel de los costes de transporte y el papel de las externalidades geográficas en la indeterminación de la producción a partir de las dotaciones factoriales de las provincias. Los costes de transacción generan dos tipos de bienes: comercializables y no comercializables. En la medida que la presencia de costes de transacción reduce el grado de indeterminación en la producción sin distorsionar el patrón de especialización, esperaríamos que el modelo ROF funcione mejor con datos internacionales que con datos de regiones de un país. Tanto el Cuadro 1 como el Cuadro 2 nos permite ver que el modelo ROF funciona mejor con datos internacionales que con datos de las provincias españolas; 622 y 70 por 100, respectivamente.

La sección C del Cuadro 2 ofrece una primera explicación al alto error de predicción del modelo ROF con datos de provincias. El modelo ROF de producción predice mucho peor para los sectores de bienes comercializables que para los sectores de bienes no comercializables. El promedio de errores en los sectores manufactureros es 200 por 100, cuatro veces más grande que el promedio de errores en los sectores de servicios. Este resultado es consistente con una economía en la que algunos bienes tienen altos costes de transporte mientras que el resto de bienes no.

³ Mirando la matriz D_{ROF} , por columnas se observa el error medio de cada provincia a través de todas las industrias y por filas se observa el error medio de cada industria para el conjunto de todas las provincias.

CUADRO 2

ERROR DE PREDICCIÓN DE LOS MODELOS ROF POR INDUSTRIAS

Sección A: Modelo FED, 17 industrias manufactureras

Industrias	Provincias españolas (N = 50)		Países de la OCDE (N = 19)	
	(WV/Y-1) %	R ² ajustado	(WV/Y-1) %	R ² ajustado
Alimentos, bebida y tabaco	40	0,434	24	0,911
Textil	758	0,251	42	0,748
Confección	271	0,510	46	0,826
Cuero, calzado y piel	2.084	0,101	88	0,628
Madera	82	0,224	48	0,867
Papel	481	0,425	54	0,802
Edición	207	0,726	39	0,951
Químico	161	0,378	44	0,895
Caucho, plástico	222	0,356	59	0,902
Minerales no metálicos	71	0,168	40	0,854
Metales féreos y no féreos	1.510	0,129	57	0,832
Productos metálicos	100	0,481	52	0,809
Maq. mecánica y de oficina	491	0,430	123	0,783
Maq. y material eléctrica y electrónica	1.275	0,592	131	0,774
Instrumentos y equipos de precisión	1.701	0,547	205	0,875
Vehículos de motor y otro transporte	950	0,404	95	0,854
Otras manufacturas	170	0,407	49	0,832
Promedio total	622	0,386	70	0,826

Sección B: Modelo FED, 22 sectores, datos provinciales españoles

	(WV/Y-1) %	R ² ajustado
Agricultura	40	0,377
Minerales metales	645	0,190
Minerales no metales	53	0,318
Química	108	0,541
Productos metálicos y maquinaria	61	0,666
Equip. transporte	656	0,407
Alimento, bebida, tabaco	34	0,711
Textil, cuero, calzado	398	0,367
Papel, imprenta	78	0,473
Madera, corcho, muebles	40	0,807
Caucho, plástico, otras manufacturas	174	0,436
(*) Construcción	122	0,465
(*) Recuperación y reparaciones	18	0,955
(*) Servicios comerciales	18	0,934
(*) Hostelería y restauración	24	0,927
(*) Transporte y comunicaciones	92	0,417
(*) Crédito y seguros	24	0,926
(*) Alquiler inmuebles	32	0,865
(*) Enseñanza y sanidad privada	20	0,922
(*) Otros servicios para venta	28	0,860
(*) Servicio doméstico	35	0,899
(*) Servicios públicos	22	0,844
Promedio total	124	0,650

Sección C: Promedio de error del modelo FED para sectores comercializables y no comercializables

	(WV/Y-1) %
Productos comercializables	201
Productos no-comercializables	40

NOTA: (*) Sectores de productos no-comercializables.

Resultados del análisis de los residuos del ROF

Una segunda explicación del mal funcionamiento del modelo ROF con datos regionales de un país es la presencia de fuerzas de ventaja absoluta que distorsionan los resultados de la regresión de producción como una función de las dotaciones factoriales relativas de cada provincia.

$$Y_{ir} = \sum_{f \in F} \beta_{if} V_{fr} + \epsilon_{ir}$$

Si las externalidades geográficas potencian el patrón de especialización regional basado en la ventaja comparativa, la teoría predice que la distribución de los residuos del modelo ROF será asimétrica. Para contrastar la presencia de externalidades geográficas en el modelo de HO hay que comprobar si los residuos tienen un apuntamiento (*kurtosis*) alto y una oblicuidad (*skewness*) positiva. En el análisis de la distribución de los residuos se emplea el test de una cola para *skewness* y *kurtosis*. Los estadísticos se distribuyen asintóticamente como una normal estándar bajo la hipótesis nula de no *kurtosis* y no oblicuidad. Los tests de *skewness* y *kurtosis* para las 17 industrias manufactureras rechazaron la hipótesis nula de distribución normal. Esto es consistente con la predicción de la teoría en presencia de externalidades geográficas.

El Cuadro 3 presenta para cada industria aquellas provincias cuyo error de predicción es detectado como un posible *outlier*⁴. Para que la presencia de EG sean posibles sin distorsionar el patrón de producción de acuerdo con la ventaja comparativa los *outliers* deberían ser principalmente positivos. En todas menos en la industria de alimentos, bebida y tabaco se ha detectado provincias que tienen un error de predicción positivo y muy alto (*outlier*

potencial). Si eliminamos la provincia de Madrid como *outlier* negativo, solamente tres industrias tendrían *outliers* negativos importantes. A continuación medimos la presencia de EG utilizando como indicadores la participación de la provincia en la producción nacional de esa industria (columnas 2 y 5) y la participación de la industria en la producción manufacturera de la provincia (columnas 3 y 6). En general, se observa que los sectores manufactureros donde se detectan *outliers* positivos son sectores donde, bien la provincia tiene un peso importante en la producción nacional de esa industria (por ejemplo, Alicante en Cuero, calzado y piel) o esa industria representa un peso económico importante en la provincia (por ejemplo, minerales no metálicos en Castellón).

6. Conclusiones

Este trabajo ha indagado en las razones de las debilidades empíricas del modelo HOV y del modelo ROF utilizando y comparando datos de producción y dotaciones factoriales de regiones de un país (en nuestro caso, provincias españolas) y de países (de la OCDE).

Nuestros resultados son muy similares a los obtenidos por Bernstein y Weinstein (2002) con datos para las prefecturas japonesas. Primero, el modelo HOV funciona peor con datos internacionales que con datos nacionales, fruto de que los supuestos del modelo estándar no se cumplen a nivel internacional. Segundo, el modelo ROF de producción no funciona porque no se cumple el supuesto de igualdad entre el número de bienes y factores. Esto se ve claramente cuando se compara el grado de indeterminación en la producción de las actividades de industria y de servicios a partir de las dotaciones factoriales. La indeterminación es mucho mayor con bienes comercializables, que con bienes no-comercializables. Esto es consistente con el mundo real donde, debido a la presencia de costes de transporte, la producción de ciertos productos está determinada por las dotaciones factoriales de las regiones, mientras que para el resto de productos se sigue cumpliendo que $N > F$, y por lo tanto, el análisis de regresión no sirve para predecir su patrón de producción.

⁴ La detección de *outliers* se ha realizado a partir de los $DFIT = e * (h/1-h)$ donde e es el error de predicción y h es la matriz de proyección $h = x(x'x)^{-1} x'$ y el método propuesto por BELSLEY, KUH y WELSH (1980). Un posible *outlier* es aquella observación que $abs(DFIT) > 2 * \sqrt{k/n}$ donde k es el número de regresores incluido la constante y N es el número de observaciones.

CUADRO 3

ANÁLISIS DE LOS *OUTLIERS* A PARTIR DE LOS RESIDUOS DEL MODELO ROF
CON DATOS PROVINCIALES

Industria	Outlier positivo			Outlier negativo		
	Provincia	Proporción de la provincia en la producción nacional	Participación de la industria en la producción de la provincia	Provincia	Proporción de la provincia en la producción nacional	Participación de la industria en la producción de la provincia
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Alimentos, bebida y tabaco	—	—	—	Madrid	3,39	12,29
Textil	Barcelona	25,00	6,72	Madrid	0,85	0,40
	Girona	4,07	11,70	Tarragona	0,64	1,67
Confección	Barcelona	15,82	3,55	Madrid	9,85	3,88
Cuero, calzado y piel	Alicante	23,42	34,09	Madrid	1,64	0,54
Madera	Valencia	6,91	4,17	—	—	—
Papel	Barcelona	13,22	3,21	Madrid	5,11	2,18
Edición	Barcelona	15,99	6,13	—	—	—
	Madrid	19,47	13,11			
Químico	Barcelona	18,47	17,82	Madrid	8,30	14,08
				Asturias	0,35	3,60
Caucho, plástico	Barcelona	14,06	4,84	Madrid	5,82	3,52
Minerales no metálicos	Castellón	7,06	49,28	—	—	—
	Madrid	5,54	5,16			
Metales féreos y no féreos	Asturias	8,31	39,86	Madrid	3,06	2,44
Productos metálicos	Barcelona	12,19	6,60			
	Madrid	5,33	5,07			
Maq. mecánica y de oficina	Barcelona	12,89	5,96	Madrid	6,23	6,32
	Valencia	25,18	8,34			
Maq. y material eléctrica y electrónica	Guipúzcoa	6,57	21,24	—	—	—
	Barcelona	16,42	6,89			
Instrumentos y equipos de precisión	Barcelona	12,65	0,88	—	—	—
	Cádiz	4,52	4,30			
	Madrid	18,68	2,27			
Vehículos de motor y otro transporte	Barcelona	12,53	6,28	Madrid	8,28	14,83
Otras manufacturas	Valencia	7,88	6,88	Barcelona	8,92	2,49

Por último, comprobamos que hay una segunda explicación del por qué el modelo ROF de producción no predice bien con datos regionales. Se ha obtenido evidencia de la presencia de externalidades geográficas para las provincias españolas. Esto se traduce en términos del modelo ROF que los errores de predicción responden al efecto magnificación que genera la ventaja absoluta que tienen ciertas provincias españolas en la producción manufacturera gracias a la concentración de aquel recurso productivo que confiere a la provincia su ventaja comparativa.

Referencias bibliográficas

- [1] BELSLEY, K. y WELSH (1980): *Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*, J. Wiley.
- [2] BERNSTEIN, J. R. y WEINSTEIN, D. E. (1998): «Do Endowments Determine the Location of Production? Evidence from National and International Data», *NBER Working Paper*, número 6815, noviembre, Cambridge (Massachusetts).
- [3] BERNSTEIN, J. R. y WEINSTEIN, D. E. (2002): «Do Endowments Predict the Location of Production? Evidence from National and International Data», *Journal of International Economics*, número 56, enero, páginas 55-76, Holanda.
- [4] BOWEN, H. P.; HOLLANDER, A. y VIAENE, J.-M. (1998): *Applied International Trade Analysis*, Macmillan Business.
- [5] BOWEN, H. P.; LEAMER, E. E. y SVEIKAUSKAS, L. (1987): «Multifactor, Multicountry Tests of the Factor Abundance Theory», *American Economic Review*, número 77, diciembre, páginas 791-809, Nashville (Tennessee).
- [6] DAVIS, D. R.; WEINSTEIN, D. E.; BRADFORD, S. C. y SHIMPO, K. (1997): «Using International and Japanese Regional Data to Determine when the Factor Abundance Theory of Trade Works», *American Economic Review*, número 87, junio, páginas 421-446, Nashville (Tennessee).
- [7] DAVIS, D. R. y WEINSTEIN, D. E. (1998): «An Account of Global Factor Trade», *NBER Working Paper*, número 6785, noviembre, Cambridge (Massachusetts).
- [8] DAVIS, D. R. y WEINSTEIN, D. E. (2001a): «Do Factor Endowments Matter for North-North Trade?», *NBER Working Paper*, número 8516, octubre, Cambridge (Massachusetts).
- [9] DAVIS, D. R. y WEINSTEIN, D. E. (2001b): «The Factor Content of Trade», *NBER Working Paper*, número 8637, diciembre, Cambridge (Massachusetts).
- [10] FEENSTRA, R. C.; LIPSEY, R. E. y BOWEN, H. P. (1997): «World Trade Flows, 1970-1992, with Production and Tariff Data», *NBER Working Paper*, número 5910, enero, Cambridge (Massachusetts).
- [11] HARRIGAN, J. (1995): «Factor Endowments and the International Location of Production: Econometric Evidence for the OECD, 1970-1985», *Journal of International Economics*, número 39, agosto, páginas 123-14, Holanda.
- [12] HARRIGAN, J. (1997): «Technology, Factor Supplies, and International Specialization: Estimating the Neoclassical Mode», *American Economic Review*, número 87, septiembre, páginas 475-494, Nashville (Tennessee).
- [13] LEAMER, E. E. (1984): *Sources of International Comparative Advantage: Theory and Evidence*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press.
- [14] LEONTIEF, W. W. (1953): «Domestic Production and Foreign Trade: The American Capital Position Re-Examined», *Proceedings of the American Philosophical Society*, número 97 (4), septiembre, páginas 332-349, Philadelphia (Pennsylvania).
- [15] MARKUSEN, J. R. y SVENSSON, L. E. O. (1990): «Factor Endowments and Trade with Increasing Returns: Generalizations and Extensions», *International Economic Journal*, número 4, páginas 1-21.
- [16] MARSHALL, A. (1920): *Principles of Economics*, 8.^a edición, Macmillan, Londres.
- [17] MASKUS, K. E. (1991): «Comparing International Trade Data and Product and National Characteristics Data for the Analysis of Trade Models», en P. HOOPER y J. D. RICHARDSON (eds.), *International Economic Transactions: Issues in Measurement and Empirical Research*, University of Chicago Press for the NBER.
- [18] SMITH, P. J. (1999): «Do Geographic Scale Economies Explain Disturbances to Heckscher-Ohlin Trade?», *Review of International Economics*, número 7 (1), febrero, páginas 20-36, Iowa (EE UU).
- [19] TREFLER, D. (1993): «International Factor Price Differences: Leontief Was Right!», *Journal of Political Economy*, número 101, diciembre, páginas 961-987, Chicago (Illinois).
- [20] TREFLER, D. (1995): «The Case of the Missing Factors and Other Mysteries», *American Economic Review*, número 85, diciembre, páginas 1029-1046, Nashville (Tennessee).
- [21] VANEK, J. (1968): *The Factor Proportions Theory: The N-Factor Case*, *Kyklos*, número 21 (4), octubre, páginas 749-756, Basel (Suiza).

ANEXO A

Datos, fuentes estadísticas y construcción de la matriz tecnológica para las provincias españolas

Los Cuadros A.1-A.3 contienen una descripción detallada de los datos y las fuentes estadísticas empleadas en este trabajo.

CUADRO A.1

FUENTES ESTADÍSTICAS

Producción: (A) Cuadros 1 y 2: producción bruta industrial
Fuente: Base de Datos STAN (1992) y Encuesta Anual Industrial de Empresas, INE (1994)
Clasificación del output bruto industrial según CNAE-93 a partir de ISIC Rev.2, a 3 dígitos.

ISIC	CNAE-93	
311/313/314	15, 16	Alimentos, bebida y tabaco
321	17	Textil
322	18	Confeción
323/324	19	Cuero, calzado y piel
331	20	Madera
341	21	Papel
342	22	Edición
351/352	24	Químico
355/356	25	Caucho, plástico
361/362/369	26	Minerales no metálicos
371/372	27	Metales féreos y no féreos
381	28	Productos metálicos
382	29, 30	Maquinaria mecánica y de oficina y eq. informáticos
383	31, 32	Maquinaria y material eléctricos y eq. electrónicos
385	33	Instrumentos y equipos de precisión
384	34, 35	Vehículos de motor y otros transportes
390/332	36	Otras manufacturas

(B) Cuadro 3: Producción bruta por sectores (22 sectores incluido servicios)
Fundación BBVA (1999): «Renta nacional de España y su distribución provincial»

Datos de España (50 provincias). Año: 1994

Capital: Stock capital privado productivo.
Fuente: BBVA

Trabajo: Cualificado: Poblacion activa con educación superior.
No cualificado: Poblacion activa con educación primaria y/o secundaria.
Fuente: BBVA

Tierra: Tres tipos de factor tierra: suelo cultivado, pastos más bosque y madera.
Fuente: Anuario Estadístico, INE

Explotación mineral: Fuente: Encuesta Industrial de Empresas, INE

Datos Internacionales (19 países OCDE). Año: 1992

Capital: Valor presente descontado de la suma de la inversión doméstica real. Tasa de depreciación 13,3 por 100
Fuente: J. Harrigan (1995).
Fuente original: Summers y Heston (1990).

Trabajo: Tipo A: Cualificado y No-Cualificado.
Fuente: J. Harrigan (1995). Fuente original: ILO (0/1). (1990)
Tipo B: Nivel educativo (Primario, Secundario y Superior):
(número total de trabajadores en cada país) × (% población trabajadora con ese nivel educativo).
Fuente: Barro-Lee (1990)

Tierra: Dos tipos de factor tierra: suelo cultivado y pastos más bosque.
Fuente: Maskus (1991)

ANEXO A (continuación)

Datos, fuentes estadísticas y construcción de la matriz tecnológica para las provincias españolas

CUADRO A.2

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS DATOS PROVINCIALES, 1994

Variable	Unidades	Observ.	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
Producción	Miles de €	850	246,631	651,626	0	8,401,174
Suelo cultivado	Hectáreas	50	398	283	4	1,069
Pastos y bosque	Hectáreas	50	318	166	14	774
Explotación mineral	Miles de €	50	54,054	93,105	632	486,565
Capital	Miles de €	50	6,809,684	8,953,897	264,690	49,500,000
Trabajo cualificado	Número	50	40,441	66,434	5,391	344,026
Trabajo no-cualificado	Número	50	286,045	341,786	29,159	1,697,525

CUADRO A.3

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LOS DATOS INTERNACIONALES, 1992

Variable	Unidades	Observ.	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
Producción	Millones de €	323	38,900,000	79,300,000	49,343	568,000,000
Suelo cultivado	Miles de hectáreas	17	19,731	42,543	412	189,915
Pastos y bosque	Miles de hectáreas	17	47,785	98,991	300	359,000
Capital	Millones de €	17	834,059	1,340,126	64,126	5,436,346
Trabajo cualificado	Número: miles	17	4,050	7,512	360	34,499
Trabajo no-cualificado	Número: miles	17	14,712	20,667	1,112	83,415
Trab. con estudios primarios	Número: miles	17	3,484	4,097	19	14,830
Trab. con estudios secundarios	Número: miles	17	8,622	17,075	640	74,401
Trab. con estudios superiores	Número: miles	17	3,931	8,892	1,989	39,674

La matriz tecnológica, empleada en el modelo HOV de producción, se construye dividiendo los factores de producción empleados en la producción de cada sector por la producción de cada uno de los sectores. Cada uno de los elementos que conforman la matriz se conoce como requerimiento de factor f necesario para producir una unidad de output.

Siguiendo la metodología de Davis y Weinstein (1998), para la construcción de la matriz tecnológica española se han utilizado tres factores de producción: *stock* de capital, trabajo cualificado y trabajo no cualificado. El stock de capital se ha obtenido del Censo Industrial (INE). El trabajo cualificado y no cualificado se ha elaborado a partir de la Encuesta de Salarios de la Industria y Servicios, que distingue entre empleados y obreros, y del número total de trabajadores en la industria de la Encuesta Industrial Anual de Empresas. Empleados son aquellos que cotizan en la Seguridad Social en los grupos 1 a 7 (1.º Ingenieros, licenciados y personal de alta dirección; 2.º Ingenieros técnicos, peritos y ayudantes titulados; 3.º Jefes administrativos y de taller; 4.º Ayudantes no titulados; 5.º Oficiales administrativos; 6.º Subalternos; 7.º Auxiliares administrativos) y, obreros son los que cotizan en la Seguridad Social en los grupos 8 a 11 (8.º Oficiales de 1.ª y 2.ª; 9.º Oficiales de 3.ª y especialistas; 10.º Peones; 11.º Trabajadores menores de 18 años). Se ha utilizado esta agrupación para distinguir entre trabajadores cualificados y no cualificados, definiendo empleados como trabajo cualificado y obreros como trabajo no cualificado. La media ponderada del salario medio anual de empleados y obreros es igual al salario medio total en cada sector. Conociendo esta información se pueden calcular los porcentajes que representan cada tipo de trabajador sobre el total de trabajadores en cada sector:

$$w_t = \theta \cdot w_o + (1 - \theta) \cdot w_e$$

donde w_t es el salario medio anual total, w_o es el salario medio anual de trabajadores no cualificados, w_e es el salario medio anual de trabajadores cualificados y θ es el porcentaje que representa el trabajador no cualificado sobre el total. Los tres salarios son conocidos,

ANEXO A (continuación)

Datos, fuentes estadísticas y construcción de la matriz tecnológica para las provincias españolas

por lo que esta ecuación permite encontrar el valor de θ . Una vez obtenidos los porcentajes que representan cada tipo de trabajador sobre el total, éstos se utilizan para calcular el número total de trabajadores cualificados y no cualificados en cada sector.

La producción manufacturera española está dividida en 17 sectores siguiendo una agrupación de la CNAE-93 a dos dígitos. Se ha establecido una correspondencia entre el nivel de agregación sectorial utilizado en el análisis provincial y el nivel de agregación sectorial de las fuentes originales utilizadas en el análisis internacional, con el fin de poder comparar resultados tanto en el análisis del modelo HOV de producción como en el análisis del modelo ROF de producción. La correspondencia se muestra en los cuadros descriptivos de los datos, tanto provinciales como internacionales. Una vez definidas las variables para el cálculo de la matriz tecnológica, éstas se expresan como:

Y_{sp} : producción del sector s en la provincia p .

L_s : número de trabajadores no cualificados en el sector s .

Q_s : número de trabajadores cualificados en el sector s .

K_s : stock de capital en el sector s .

La matriz tecnológica para la economía española, A , es de orden (3×17) cuyos elementos están definidos como los requerimientos directos de input para producir una unidad de output (a_{fs}).

$$A = \begin{bmatrix} a_{L1}a_{L2} \dots a_{L17} \\ a_{Q1}a_{Q2} \dots a_{Q17} \\ a_{K1}a_{K2} \dots a_{K17} \end{bmatrix} \quad \text{donde: } a_{Ls} = \frac{L_s}{Y_s}, a_{Qs} = \frac{Q_s}{Y_s}, a_{Ks} = \frac{K_s}{Y_s}$$

El Cuadro A.4. contiene la matriz de requerimientos directos de capital, trabajo no cualificado y trabajo cualificado para los 17 sectores manufactureros analizados en este trabajo.

CUADRO A.4

MATRIZ DE REQUERIMIENTOS DIRECTOS PARA ESPAÑA

	Stock de capital	Trabajo no cualificado	Trabajo cualificado
Alimentos, bebida y tabaco	0,225960684	0,004116928	0,001366485
Textil	0,40427575	0,009441297	0,002933758
Confección	0,14735142	0,016957537	0,003977436
Cuero, calzado y piel	0,242047187	0,010104644	0,001865409
Madera	0,291761488	0,011128781	0,002535632
Papel	0,497175015	0,004549038	0,001719377
Edición	0,276259103	0,005442739	0,004970684
Químico	0,413265728	0,001915594	0,002467546
Caucho, plástico	0,41086792	0,006183479	0,001852702
Minerales no metálicos	0,563476341	0,006840405	0,002228911
Metales féreos y no féreos	0,515295479	0,003130385	0,001417193
Productos metálicos	0,379868776	0,010098059	0,003298391
Maquinaria mecánica y de oficina y eq. informáticos	0,296629287	0,006153527	0,002332076
Maquinaria y material eléctricos y eq. electrónicos	0,328174768	0,005540497	0,002902894
Instrumentos y equipos de precisión	0,254432977	0,004722561	0,005594598
Vehículos de motor y otros transportes	0,277371886	0,004444915	0,00200857
Otras manufacturas	0,256092694	0,012017174	0,003473086