

«Tecnología y empleo en España: Consideraciones sobre su relación»

Este artículo se centra en poner de manifiesto las relaciones existentes entre cambio tecnológico y empleo en España, abarcando el análisis el período 1975 hasta el presente. Las principales conclusiones del trabajo son, por un lado, que los efectos de la incorporación de nuevos equipos técnicos sobre las plantillas de las empresas han supuesto, como era lógico esperar, un menor requerimiento de trabajo por unidad de output en casi todas las ramas de actividad. La evidencia encontrada señala, sin embargo, la existencia de otras vías capaces de amortiguar y superar —según los casos— tales efectos ahorradores, con la consiguiente expansión del nivel de empleo, también para la mayor parte de los sectores.

Artikulu hau, Espainian aldaketa teknologikoak enpleguarekin duen zerikusia azaltzen saiatzen da, xede horretarako 1975etik gaur egunerainoko epealdia hartuz. Eta hauexek izan dira lanaren konklusiorik behinenak: alde batetik, enpresen plantiletan ekipo tekniko berriak sartzeak, bidezkoa zen bezala, output-unitate bakoitzaren aldetiko lan-eskakizun txikiago bat suposatu du ia esateko iharduera-adar guztietan. Baina aurkitu da, ordea, beste gauza bat ere, eta da, badaudela beste bide batzuk ere —kasu desberdinen arabera— ondorio aurreztaile horien eragina ematu eta gainditzeko gauza diren beste bide batzuk ere.

This article tries to explain the relationship between technological change and employment in Spain from 1975 until now. The main conclusions of this work are, first, that the effect of the introduction of new technological equipment on a firm, is that it saves labour for each output unit in almost all economic sectors. Nevertheless, empirical evidence has been found of other ways to compensate for the reduced labour requirement, with its final effect being the expansion of the employment level in almost all sectors.

- 1. Introducción.**
 - 2. Relaciones entre tecnología y empleo.**
 - 3. Producción y contenido tecnológico.**
 - 4. Intensidad tecnológica y empleo.**
 - 5. Conclusiones.**
- Bibliografía.**
Apéndice.

Palabras clave: Cambio tecnológico, empleo.
Nº de clasificación JEL: O3, O33

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se ofrecen las conclusiones de un análisis centrado en la búsqueda de relaciones entre cambio tecnológico y empleo en España (1). Si bien el período al que se refiere el trabajo comprende los años 1975 y 1990, el estudio de las variables tecnológicas propiamente dichas, abarca un plazo de tiempo menor (1980-87). La información estadística utilizada descansa básicamente en tres fuentes de datos: la Encuesta de Población Activa, las Tablas Input-Output de la economía española, y

la Estadística sobre Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, todas ellas elaboradas por el I.N.E.

El trabajo aparece estructurado en tres secciones. En la primera de ellas se pone de manifiesto la relación teórica existente entre tecnología y empleo en su doble vertiente micro y macroeconómica, con el objetivo de explicitar el tipo de variables que entran en juego dentro de la problemática estudiada.

La sección segunda persigue mostrar algunas características del cambio tecnológico dentro del sistema productivo. En una primera parte se discuten distintas alternativas acerca de qué indicadores son más apropiados para reflejar el mayor o menor contenido tecnológico de las empresas o ramas productivas, aportando alguna experiencia internacional. En una

(1) El estudio descansa parcialmente en los resultados de una investigación llevada a cabo por el grupo de trabajo INMETRA de la UAM, publicada recientemente por el Instituto de Estudios y Análisis Económicos del Ministerio de Economía y Hacienda (Colección Informes, n.º 2).

segunda parte se ofrece la medición de dicho contenido en el caso español, utilizando un criterio explicado en el texto.

Finalmente, la sección tercera pone en relación los resultados expuestos, en la sección anterior con el comportamiento registrado en el empleo en España a nivel sectorial. Además de resaltar el carácter ahorrador de trabajo del cambio tecnológico, se ponen de relieve los efectos compensadores que se han producido a lo largo de estos años en términos de generación de empleo. Esta última, aunque los resultados del estudio no son totalmente concluyentes, ha sido más fuerte allí donde el contenido tecnológico sectorial viene alcanzando un nivel más alto.

2. RELACIONES ENTRE TECNOLOGÍA Y EMPLEO

La relación entre innovaciones tecnológicas y empleo resulta compleja. Una amplia gama de variables se ponen en marcha desde el mismo momento en que una unidad productiva o empresa toma la decisión de introducir cambios en sus instalaciones. Porque no sólo se ven afectados los procesos productivos de esa unidad productiva y, con ello, su organización interna de recursos y factores, sino que tales fenómenos inciden posteriormente y en cascada sobre el sistema económico considerado como un todo.

- a) Desde un punto de vista microeconómico, cuando una empresa incorpora un equipo capital que engloba una tecnología nueva, esto es, un bien capital perteneciente a una generación posterior a aquel al que sustituye, ello puede traer consigo tanto una reducción de los costes de producción derivada de una

innovación como un desplazamiento de la demanda de su clientela hacia los nuevos productos que pueden conseguirse con la tecnología incorporada (innovación de productos).

Respecto a la innovación de procesos, la relación entre el fenómeno de la innovación y el empleo puede ser de distinto signo: los nuevos procesos darán lugar a un ahorro de factores productivos y, entre ellos, del factor trabajo; en este caso y bajo la hipótesis de constancia del nivel de producción, la demanda de trabajo de la empresa se verá reducida y, con ella, el nivel de ocupación o empleo de la misma. En realidad, el efecto final depende de la alteración introducida en la combinación de factores, la cual depende, a su vez, de la elasticidad de sustitución existente entre ellos.

No obstante lo anterior, la unidad productiva puede contrarrestar el efecto negativo sobre su nivel de empleo si las reducciones en los costes de producción (ahorro de factores) las traslada a una reducción de precios de sus productos finales y si la elasticidad de demanda de estos últimos en relación al precio es superior a la unidad en valor absoluto. Cuanto más alto sea su valor, con más fuerza se contrarrestará la propensión a la reducción de empleo llegando, incluso, a incrementar este último por la necesidad adicional de factores —mano de obra entre ellos— que el fenómeno trae consigo.

En el caso de la *innovación de productos* el resultado en el ámbito de la empresa es menos claro. En la medida en que se provoca un

desplazamiento de la demanda hacia los nuevos productos ello trae consigo, en ausencia de restricciones de factores, un aumento en el nivel de producción y, a través de ello, un incremento en la demanda de factores y en el nivel de empleo de la empresa, siendo aquí el grado de competencia existente en el mercado un factor adicional a tener en cuenta.

- b) Mas, el análisis que toma por objeto el ámbito de la empresa no recoge toda la influencia sobre el empleo que trae consigo el cambio tecnológico incorporado a la producción. Aumentos en la producción de la empresa tienen consecuencias para las rivales dentro de la industria considerada e, incluso, para las de otras industrias, lo que genera giros en las estrategias de esas empresas para defenderse de la nueva competencia. Paralelamente, la demanda de factores de una industria puede verse alterada —positiva o negativamente— por lo que ocurra en otras industrias.

La teoría económica sugiere que existen otros factores significativos que contrarrestan el efecto ahorrador inicial de factores y de empleo que origina la introducción de nuevas tecnologías. Cuatro grandes grupos pueden distinguirse dentro de ellos (Stoneman, 1983).

- Efectos internos de renta y precios. Cuando los costes por unidad de producto disminuyen y se produce una reducción de precios, aumentan las rentas reales para los residentes en el país y con ello la demanda interna.
- El efecto precio externo. Al bajar los precios interiores, en ausencia de alteraciones de los tipos de cambio

de la moneda nacional respecto al resto, aumenta la competitividad de las empresas nacionales en el exterior —salvo que también incorporen las mismas tecnologías— y con ello la demanda externa.

- Efecto inversión: con independencia de que la introducción de nuevas tecnologías adopte una u otra forma, va siempre acompañada de inversión en bienes tangibles (equipo capital). Esto supone que los sectores suministradores de estos equipos habrán de aumentar su producción y con ello la demanda de trabajo.
- Efecto de cambios en los precios relativos de los factores. La disminución inicial en la demanda de trabajo tiende a provocar, en mercados flexibles, una tendencia a la reducción de los salarios reales o un freno a su crecimiento. Ello puede poner en marcha mecanismos de sustitución de factores por trabajo.

En función de los puntos anteriores, dentro de la relación tecnología-empleo aparecen tres conclusiones fundamentales apoyadas por los trabajos empíricos. La primera es que a largo plazo el progreso técnico es una de las principales fuerzas (si no la principal) que impulsan el crecimiento de la productividad, del empleo y de los niveles de vida y de bienestar social. La segunda es que un análisis satisfactorio de los impactos sobre el empleo debe considerar al sistema macroeconómico como un todo: las pérdidas de empleos en una empresa, industria o región pueden resultar compensadas o más que compensadas por la creación de nuevos empleos en otros sectores del sistema. Por último, el proceso de compensación no es ni automático ni instantáneo y, a menos que sea asistido, puede resultar

doloroso para la sociedad (OCDE, 1988).

3. PRODUCCIÓN Y CONTENIDO TECNOLÓGICO

3.1. El Indicador de Contenido Técnico

El estudio de las relaciones entre tecnología y empleo ha puesto de relieve la dificultad para encontrar un indicador apropiado de cambio técnico. En principio la mayor parte de los índices elaborados al respecto (a nivel sectorial, industrial o de unidad productiva) muestran más bien la importancia de los recursos invertidos en la promoción de innovaciones técnicas —como es el caso de los gastos en I + D— o el peso de productos de alta tecnología empleados como factores intermedios. Pero en otros muchos casos, también es la contabilización del crecimiento de la producción el indicador más importante.

Poner en conexión la actividad de I + D con contenido técnico tiene, lógicamente, una base de partida. El enfoque habitual se basa en los gastos realizados por la empresa, la industria o el sector—según que se pretenda medir la intensidad de tecnología en distintas empresas, distintas industrias o sectores—en I + D: gastos en personal técnico y científico, en patentes y en material o recursos de apoyo a estas funciones (2). En la medida en que las

(2) Dos de las definiciones usadas más corrientemente son los gastos en I + D como porcentaje de ventas por un lado, y el porcentaje que representa el personal técnico y científico en relación al volumen global de empleados, por otro. Otros indicadores tratan de reflejar aspectos más complejos: trayectorias tecnológicas, naturaleza de las innovaciones, aplicaciones de patentes, etc. En buena parte de estos trabajos la obtención de tipologías se basan en métodos de encuestas a las empresas (Patel y Soete, 1986).

nuevas tecnologías requieren para su uso un personal altamente cualificado, el peso de los gastos en este tipo de personal y en las tareas a ellos asociadas tienden a aumentar a medida que se incrementa el nivel tecnológico, al igual que ocurre con los gastos en patentes.

El sistema aparentemente más sencillo de todos ellos (gastos en I + D) presenta una limitación importante: está más orientado hacia los productores de tecnología que hacia los usuarios, lo cual tiende a limitar el análisis al tema de la difusión de las tecnologías. Esto es así porque la importancia del I + D crece normalmente en aquellos sectores o empresas dedicadas al diseño y fabricación de equipos técnicos y puede resultar baja, sin embargo, en sectores dedicados a la producción de otro tipo de bienes o servicios. De hecho puede darse la paradoja de que sectores equipados con tecnología muy moderna y con elevado nivel de capitalización (como ocurre en Banca, en un proceso de rápida transformación basado en tecnologías informáticas), tengan sin embargo un volumen de gastos en I + D poco significativo. Y al contrario, que sectores con un alto componente de I + D, aparezcan con un bajo peso de nuevas tecnologías.

En base a las consideraciones anteriores, se ha procedido a tomar como referencia alternativa lo que podríamos denominar la «intensidad tecnológica sectorial», entendiendo por tal la importancia que alcanzan los productos de alta tecnología dentro de cada rama de actividad. Este enfoque, aplicado con éxito en otros países (Economics Council of Canada, 1987) y en trabajos de comparación internacional (OECD, 1988 a...) se basa en tres principios:

- a) Definición de lo que se consideran

mercancías de alta, media y baja tecnología.

- b) Determinación, a través de técnicas Input-Output, de la proporción de productos de alta tecnología utilizados como factores intermedios en cada sector o rama.
- c) Clasificación de las ramas de actividad de acuerdo con este cociente, el cual se emplea como un indicador de la intensidad tecnológica.

Puesto que no resulta sencillo establecer una asociación significativa entre el ritmo de crecimiento del cambio técnico y una medida del nivel de contenido tecnológico, parece más conveniente acudir a estimar directamente dicho contenido. Este es el motivo de no fijarnos exclusivamente en los gastos en I+D y de detenernos especialmente en los resultados alcanzados por algunos trabajos realizados en el exterior.

Basándose en una serie de criterios inicialmente establecidos sobre el nivel de tecnología contenido en cada mercancía, largas listas de mercancías ordenadas de mayor a menor contenido fueron confeccionadas en esos trabajos (3). La base del listado consistió siempre en tablas input-output a un nivel de desagregación elevado.

Un problema subyacente a este método es el de la valoración, que está basada en ratios de costes de los inputs utilizados.

(3) En ciertos casos tales criterios se basan en listas de comercio exterior —como en los Estados Unidos—, mientras que en otros, hay que distinguir:

a) Juicios externos emitidos por personal técnico y científico.

b) Aprovechamiento de distintas fuentes de información técnica.

c) Una mezcla de ambos, como ocurre en Canadá (Economic Council of Canada, 1987, Capítulo 6).

Dado que el coste de los inputs de alta tecnología se ha reducido drásticamente en los últimos años, al mismo tiempo que su productividad ha crecido espectacularmente, cambios en los precios relativos de los inputs y en su eficiencia resultan difíciles de ajustar en los datos disponibles. Como consecuencia de ello el ratio de contenido de alta tecnología en una industria considerada como un consumidor de primera categoría de dicha tecnología puede reducirse a lo largo del tiempo, paradójicamente, al intensificar el uso de inputs intermedios de alto contenido tecnológico.

Otro problema adicional tiene que ver, precisamente, con el desfase temporal existente entre la fecha para la que se dispone la tabla Input-Output y el momento en el que se lleva a cabo la clasificación de industrias. Así, un desfase de cinco o diez años entre la identificación de industrias y la aplicación de los indicadores descubiertos en esa identificación es una solución pobre, aunque casi siempre sea la única aplicable. La razón es que se han producido, entre tanto, cambios estructurales muy significativos.

Sin perder de vista estas restricciones, se dispone de información para varios países. En Alemania, Canadá y Francia los coeficientes de correlación de orden entre la variación de empleo y la intensidad tecnológica del conjunto de la economía son positivos y, aunque no son muy grandes, son estadísticamente significativos para los dos primeros países entre los citados (OCDE, 1988a, páginas 416 y siguientes). Los datos del cuadro n.º 1 muestran que en cada país el sector de baja tecnología pierde puestos de trabajo, mientras que los de alta y media ganan claramente en Canadá y Alemania y parcialmente en Francia.

Cuadro n.º 1. Variación del empleo e Intensidad tecnológica
(Media anual del período)

	Tasa de Crecimiento del empleo (%)
ALEMANIA (1978-85)	
Alta tecnología	0.97
Tecnología media	1.86
Baja tecnología	-1.13
Total	0.76
CANADA (1979-84)	
Alta tecnología	2.34
Tecnología media	1.68
Baja tecnología	-0.94
Total	1.56
FRANCIA (1978-84)	
Alta tecnología	0.13
Tecnología media	0.64
Baja tecnología	-2.23
Total	-0.58

Fuente: OCDE (1988a).

3.2. Medición en el Caso Español

La evolución del gasto en actividades de I + D realizado por las empresas españolas en el período 1978-1987 se presenta en el gráfico n.º 1, el cual recoge cómo ha evolucionado la importada relativa de dicho esfuerzo.

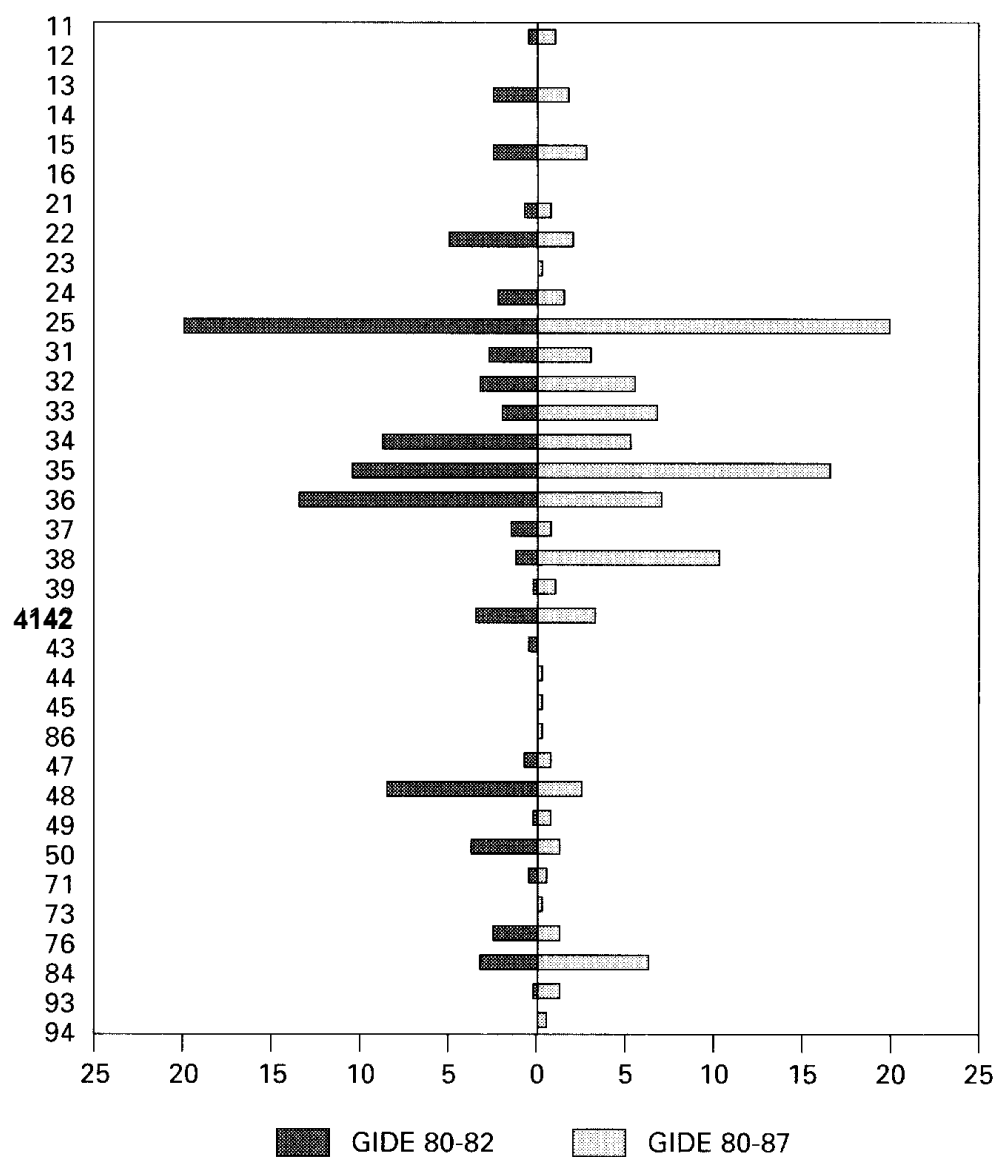
Una primera conclusión que se desprende de la información en él contenida, es la existencia de un elevado grado de concentración de las actividades de I + D. En 1987, sólo ocho industrias superaron el 5% del esfuerzo total de las empresas en I + D, las cuales realizaban el 74.57% de la I + D ejecutada por las empresas. Es más que probable que, dentro de cada industria, se reproduzca la concentración del esfuerzo en un número reducido de empresas. Sin embargo, no

se dispone de información que permita verificar esta hipótesis.

1. Industria Química.....	19.71%
2. Material Electrónico	15.71%
3. Otro Material de Transporte	9.74 %
4. Automóvil	6.79%
5. Máquina, Oficinas y Ordenadores	6.40 %
6. Servicios Prestados a las Empresas.....	5.95 %
7. Maquinaria y Equipo Mecánico	5.24 %
8. Maquinaria y Material Eléctrico	5.03 %

Como se indicó en el apartado anterior, centrarse en las actividades de I + D realizadas por las propias empresas supone considerar sólo un aspecto del

Gráfico n.º 1. Distribución del Gasto en I+D en las empresas españolas, según agrupaciones CNAE



Fuente: Elaboración propia en base a la «Estadística sobre las Actividades en Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico» (INE).

papel de la tecnología en las economías modernas, lo cual representa fuertes limitaciones:

- a) Por un lado, el análisis realizado en base únicamente en la consideración de los inputs que permiten la ejecución de actividades de I+D, sin que sea posible, dada la información estadística disponible, establecer una relación entre los recursos destinados a I+D y los resultados del proceso de investigación.
- b) Por otro, la utilización de los resultados de I + D queda totalmente oscurecida. Es evidente que su realización beneficiará tanto si se trata de mejora de procesos como de productos, a la industria que la realiza, pero es claro que la I + D realizada por una industria beneficiará también, sobre todo si se trata de mejora de productos, a otras empresas.
- c) Finalmente, una limitación adicional radica en la dificultad de relacionar los gastos en I + D con otras variables económicas relevantes; dificultad imposible de subsanar en lo que se refiere a los servicios.

Por tales razones, se exige plantear el análisis desde el punto de vista de los usuarios de tecnología. El estudio de los efectos de la incorporación de nuevas tecnologías requiere considerar, además de la ejecución de actividades de I + D, el modo en que éstas se incorporan al proceso productivo. En efecto, una empresa puede incorporar nuevas tecnologías, básicamente, de dos formas: puede ser mediante la ejecución de actividades de I + D y/o mediante la compra directa de tecnología (patentes, «Know-how», etc.), o bien a través de la utilización de la tecnología incorporada en los bienes de capital y productos que utiliza en su proceso de producción.

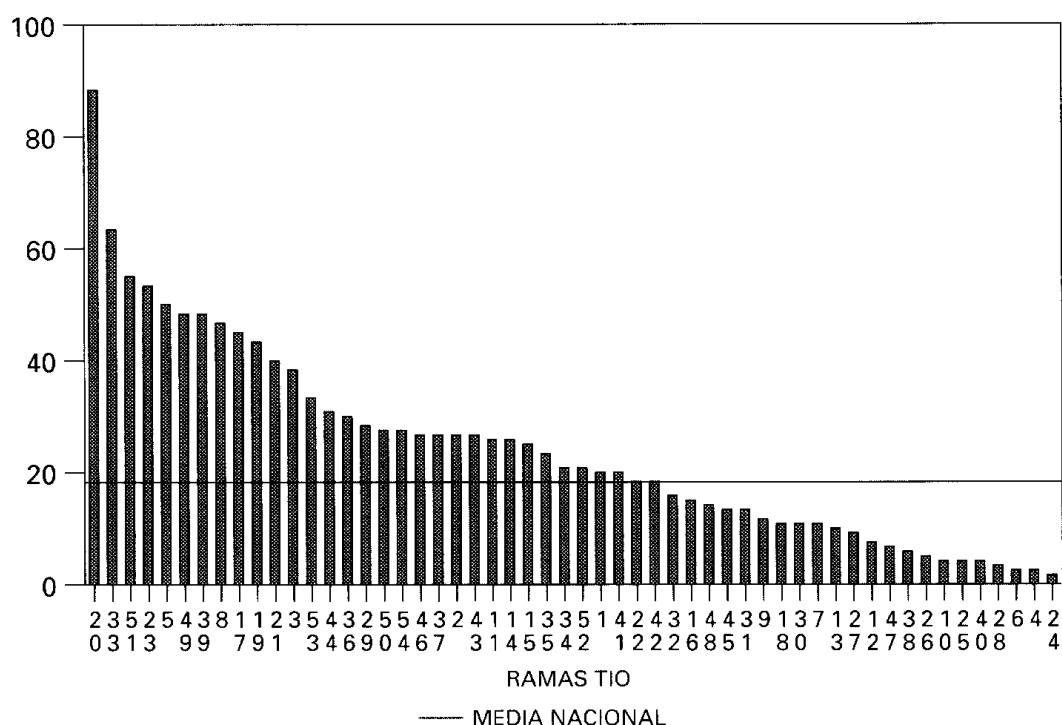
Para desarrollar nuestro objetivo, se han utilizado las Tablas Input-Output de la economía española de los años 1980 y 1985 (TIOE). Estas constituyen una base de datos que se considera suficientemente homogénea a efectos de establecer un ranking de ramas de actividad según el contenido tecnológico de las mismas.

La clasificación sectorial a utilizar, 54 sectores, viene impuesta por las posibilidades de agregar la información disponible en ambas TIOE. A tal fin, se han efectuado las modificaciones necesarias para hacerlas comparables (Sáez, 1991).

Por Contenido Tecnológico de una rama de la TIOE se entiende aquí el porcentaje que, sobre el total de Consumos Intermedios, corresponde a productos de Alta Tecnología. No obstante, la información necesaria para desarrollar dicha definición no se encuentra disponible, por lo que se necesita una definición alternativa que sea factible utilizar. Así, se entenderá por Contenido Tecnológico el porcentaje que, sobre el total de Consumos Intermedios, corresponde a productos fabricados por ramas con un alto nivel de gastos en I + D.

Del análisis anterior se pueden deducir las industrias con mayor dedicación a las actividades de I + D. Dichas industrias son, según la clasificación de dos dígitos de la CNAE, la Industria Química (Agrupación 25), la Industria de Material Electrónico (35), la industria de construcción de Otro Material de Transporte (38) y la Industria de Construcción de Máquinas de Oficina y Ordenadores (33), los Servicios Prestados a las Empresas (84), la industria de construcción de Maquinaria y Equipo Mecánico (32) y la industria de construcción de Maquinaria y Material Eléctrico (34).

Gráfico n.º 2. **Usuarios de Tecnología (1985)**
Porcentaje CI Alta Tecnología



Estas Agrupaciones de la CNAE corresponden a las siguientes ramas de las TIOE 54: Productos Químicos (rama 17), Máquinas Agrícolas e Industriales (rama 19), Máquinas de Oficinas (rama 20), Material Eléctrico (rama 21), Otros Medios de Transporte (rama 23) y Servicios Prestados a las Empresas (rama 46).

Así, el Contenido Tecnológico de una rama de las TIOE 54 se define como el porcentaje que, sobre el total de consumos intermedios de la rama, representa el volumen de consumos intermedios procedentes de las ramas 17, 18, 19, 21, 23 y 46, de acuerdo con la tabla de correspondencia (Apéndice). El gráfico n.º 2 presenta el ranking de las ramas de actividad de las TIOE 54, según su contenido tecnológico en 1985.

Con toda probabilidad, y a juzgar por los cambios registrados en la estructura productiva española durante la fase expansiva 1986-1990, cabe esperar alteraciones en dicha clasificación. Aun teniendo muy presente este hecho, cabe no obstante ver si existe alguna relación entre esa ordenación de sectores y el tipo de evolución seguido por el empleo en unos y otros. Este es el tema central de la siguiente sección.

4. INTENSIDAD, TECNOLÓGICA Y EMPLEO

4.1. Ahorro de Factor Trabajo

A través del análisis input-output podemos descomponer la producción

(bruta) entre producción intermedia y demanda final a nivel desagregado. A partir de la tabla input-output de un año determinado disponemos de la estructura tecnológica de la economía —matriz de coeficientes técnicos— y del vector de demanda final, y estos dos elementos determinan conjuntamente el de producción total.

$$X = (I - A)^{-1} \times DF = B \times DF$$

donde X es el vector de producciones totales, A^{-1} es la matriz de coeficientes técnicos interiores y DF el vector de demanda final. La matriz B, matriz inversa de Leontief, representa en sus elementos B_{ij} , el volumen de producción nacional del sector i contenido en una unidad de demanda final de sector j, o en términos de variaciones, el volumen de producción del sector i necesario para aumentar en una unidad la demanda final de j.

Partiendo de esta ecuación, las variaciones en el vector de producto total (X), pueden descomponerse en variaciones explicadas por el cambio técnico (A) y las debidas a los cambios en la estructura y el volumen de la demanda final (DF). (Bulmer-Thomas, 1982).

De este modo, la variación total del vector de producción bruta entre 1980 y 1985 viene dada por:

$$X_{85} - X_{80} = B_{85} \times DF_{85} - B_{80} \times DF_{80};$$

expresión que puede descomponerse en:

- Variaciones debidas a cambios en las necesidades de bienes intermedios (por variación en la estructura tecnológica) para satisfacer una misma demanda final

$$(B_{85} - B_{80}) \times DF_{80}$$

- Variaciones debidas a las modificaciones en la estructura de la demanda final

$$B_{85} (DF_{80,85} - DF_{80})$$

- Cambios debidos al aumento o a la disminución de la demanda final

$$B_{85} (DF_{85} - DF_{80,85})$$

Donde la expresión $DF_{80,85}$ indica la demanda de 1980 con la estructura de 1985. El vector de demandas finales se presenta en una matriz diagonalizada, con el fin de poder desagregar por ramas cada uno de los componentes.

El paso siguiente es la descomposición de los cambios habidos en el empleo, también en tres partes. Es necesario premultiplicar las expresiones anteriores por el vector de coeficientes de empleo, con lo que tenemos la variación total en el empleo potencial entre 1980 y 1985:

$$E_{85} \times X_{85} - E_{80} \times X_{80} = E_{85} \times B_{85} \times DF_{85} - E_{80} \times B_{80} \times DF_{80}$$

donde E es el vector diagonalizado de coeficientes de empleo

Denominando K, a la matriz resultante de multiplicar $E_t \cdot B_t$ para $t = 1980, 1985$, la variación total del empleo potencial puede descomponerse en:

- a) Cambio debido a la variación en la estructura de la demanda final, manteniendo la misma estructura tecnológica

$$K_{85} (DF_{80,85} - DF_{80})$$

- b) Cambio debido a las variaciones de la demanda final, manteniendo constante la estructura tecnológica

$$K_{85} (DF_{85} - DF_{80,85})$$

Cuadro n.º 2. **Impacto del Cambio Técnico sobre el Empleo (1980-85)**

TIOE 54	RAMA	VARIACIONES	
		Absoluto	%
35	Edificios y obras de Ingeniería Civil	-241.393	-5.037
1	Productos de la agricultura, silvicultura y pesca	-180.379	-1.833
37	Comercio	-173.878	-2.242
29	Productos textiles. Vestidos	-135.430	-6.593
50	Servicios destinados a la venta (MCOP)	-92.154	-6.476
40	Transportes por carretera, oleoductos y gasoductos	-90.641	-4.154
32	Papel y cartón. Artículos de papel Artes Gráficas	-53.106	-8.097
36	Recuperación y reparación	-54.914	-5.463
38	Restaurantes y alojamientos	-52.984	-1.888
53	Sanidad no destinada a la venta	-49.324	-4.224
18	Productos metálicos	-45.339	-2.829
31	Madera y muebles de madera	-44.319	-3.798
52	Investigación y enseñanza no destinadas a la venta	-40.094	-2.842
22	Vehículos automóviles y motores	-36.763	-4.738
34	Productos de otras industrias manufactureras	-35.302	-10.009
30	Cuero, artículos de piel y cuero, calzados	-34.954	-6.046
16	Otros minerales derivados (no metálicos)	-32.714	-6.796
17	Productos químicos	-32.600	-4.276
21	Material eléctrico	-32.278	-3.465
33	Productos de caucho y plástico	-27.913	-5.807
23	Otros medios de transporte	-27.448	-4.299
26	Otros alimentos	-22.708	-1.886
15	Tierra cocida. Productos cerámicos	-20.897	-7.001
20	Máquinas de oficina	-20.309	-13.381
27	Bebidas	-16.965	-5.112
19	Máquinas agrícolas e industriales	-14.113	-1.778
12	Producción y primera transformación de metales	-12.695	-2.272
9	Energía eléctrica	-11.857	-3.927
54	Servicios no destinados a la venta (MCOP)	-11.251	-0.638
39	Ferrocarriles	-10.403	-3.774
43	Servicios anexos a los transportes	-9.465	-2.516
14	Vidrio y sus manufacturas	-6.028	-4.348
25	Leche y productos lácteos	-5.590	-3.551
2	Hulla y aglomerados de hulla	-4.300	-2.011
47	Alquiler inmobiliario	-3.914	-5.166
42	Transporte aéreo	-3.106	-3.472
6	Productos petrolíferos refinados	-2.476	-2.867
10	Gas manufacturado	-2.350	-7.851
28	Tabaco	-2.125	-3.545
41	Transporte marítimo y navegación interior	-1.713	-1.132
4	Productos de la coquefacción	-869	-9.402
46	Servicios prestados a las empresas	55.481	6.706
51	Servicios generales de las AA.PP.	44.479	1.537
49	Sanidad destinada a la venta	15.996	4.372
48	Investigación y enseñanza destinadas a la venta	14.792	1.485
24	Carnes y conservas	6.994	2.098
44	Comunicaciones	6.404	1.253
8	Agua y vapor de agua	3.673	3.256
11	Combustibles nucleares	2.018	29.303
3	Lignito y briquetas de lignito	920	2.977
5	Petróleo bruto	268	4.385
13	Cemento, cal y yeso	258	0.340
7	Gas natural	245	9.922

Fuente: Elaboración propia (Sáez y otros, 1991).

- c) Cambio del empleo debido a la variación de la estructura tecnológica para satisfacer una misma demanda final

$$(K_{85} - K_{80}) \times DF_{80}$$

Lo que aquí nos interesa son las variaciones en el empleo de cada rama provocadas por el cambio técnico ocurrido en esa rama o en cualquier otra. El cuadro n.º 2 muestra que un 80% de los sectores estudiados registran menores necesidades de trabajo y que, por el contrario, sólo 12 ofrecen aumentos de empleo, con lo que la conclusión a que se llega coincide, por otro lado, con la evidencia internacional encontrada en lo relativo al comportamiento a corto plazo del empleo en muchos sectores: dicha incorporación exige menor cantidad de trabajo por unidad de output y, en consecuencia, las necesidades de mano de obra pueden descender.

4.2. Efectos Macroeconómicos

Según se apuntó en la sección dos de este artículo, los efectos del cambio tecnológico van mucho más allá de lo que ocurre en una simple unidad productiva. Como veremos a continuación, la evidencia española señala que se han producido efectos compensadores de ese proceso de ahorro de trabajo al que acabamos de referirnos.

En cuadro n.º 3 se contempla cuál ha sido la variación del empleo sectorial para el período 1975-1990, en diferentes subperíodos de tiempo. También figuran en él los valores numéricos correspondientes al gráfico n.º 2, a los que denominábamos coeficientes de contenido tecnológico, según nuestra

definición de sectores más o menos usuarios de alta tecnología. Estos coeficientes figuran ordenados de mayor a menor.

Nuestro objetivo es ver si existe algún tipo de correspondencia entre contenido tecnológico y el comportamiento del empleo en los distintos sectores. Para el conjunto del período (quince años) la conclusión que surge es de cierta claridad: a la vez que las variaciones del empleo son negativas para gran parte de los sectores con valores de índices no superiores a veinte, en el resto de los casos lo usual es que el empleo vaya experimentando avances. Las excepciones relevantes a esta última afirmación se limitan a la industria química y a la construcción de maquinaria.

Respecto a la primera parte del período, mientras que sólo en tres sectores de los de bajo contenido tecnológico vieron crecer su nivel de empleo —aunque de forma muy modesta— en los de contenido medio o algo el porcentaje de los que alcanzaron mayores niveles de empleo al final superaban el 55 por 100. Entre 1985 y 1990, el contraste entre unos y otros grupos de sectores es menor; es posible, no obstante, encontrar también puntos de apoyo a lo anterior: en medio de un empleo creciente en buena parte de sectores, aquéllos con reducciones del mismo se concentran en mayor medida entre sectores de bajo contenido de tecnología y en sólo unos pocos de contenido superior (Construcción naval, otros materiales de transporte y ferrocarril).

Si bien existe cierta asociación entre ambas variables, ésta debe ser matizada. En primer lugar lo que esa asociación nos indica es que hay un comportamiento similar en la mayoría de sectores entre el sentido de la evolución del empleo y los

**Cuadro n.º 3. Índices sectoriales de Contenido Tecnológico y
variación del Empleo (1975-1990)**

CONTENIDO TECNOLÓGICO (ÍNDICE)				VARIACIÓN DEL EMPLEO (EN %)					
Número orden	1985	CNAE	TIO	Período					
				76-80	80-85	85-90	80-90	76-85	76-90
1	78,47	33	20	13,20	1,22	10,77	5,89	6,39	7,93
2	78,47	39	20	-8,48	0,58	7,82	4,14	-3,55	0,37
3	56,73	48	33	-4,46	-5,76	3,46	-1,26	-1,35	0,34
4	49,90	91	51	-0,01	6,80	4,24	5,51	3,72	3,90
5	48,74	37	23	-2,93	-7,10	-1,25	-4,22	-5,27	-3,85
6	48,74	38	23	5,35	-0,67	-2,73	-1,70	1,96	0,26
7	42,20	71	39	1,09	-3,87	-4,89	-4,37	-1,70	-2,84
8	40,70	25	17	-1,11	-2,10	1,31	-0,41	-1,66	-0,61
9	38,79	32	19	-4,45	-5,41	7,12	0,66	-4,98	-0,83
10	35,85	34	21	-4,90	-3,85	2,62	-0,66	-4,31	-1,83
11	35,85	35	21	5,82	-1,59	1,41	-0,10	1,65	1,56
12	27,45	76	44	-1,20	3,62	4,34	3,98	1,45	2,47
13	26,39	62	36	5,70	4,72	2,97	3,85	5,15	4,39
14	26,39	67	36	-1,52	-1,95	3,33	0,65	-1,76	0,03
15	25,45	43	29	-1,66	-7,22	-0,74	-4,04	-4,79	-3,36
16	24,76	97	50	1,43	-1,43	2,86	0,64	-0,23	0,86
17	24,64	99	54	-1,12	-0,63	1,92	0,59	-0,85	9,10
18	24,64	99	54	-2,34	1,80	-24,24	-12,18	-0,06	-9,47
19	23,67	83	46	-0,10	0,54	10,46	5,38	0,25	3,78
20	23,67	84	46	3,18	6,38	15,65	10,92	4,94	8,65
21	23,67	85	46	-4,74	8,45	29,43	18,47	2,39	11,32
22	23,53	61	37	-2,26	-2,79	9,29	3,07	-2,55	1,52
23	23,53	63	37	20,49	-0,38	11,89	5,57	8,41	9,64
24	23,53	64	37	0,11	-2,09	3,04	0,44	-1,12	0,35
25	23,33	75	43	7,23	-1,71	2,57	0,41	2,17	2,31
26	20,61	50	35	-3,96	-5,54	8,91	1,43	-4,84	-0,14
27	18,81	49	34	-0,37	-4,24	-4,16	-4,20	-2,55	-3,13
28	18,20	1	1	-4,54	-2,55	-8,36	-5,50	-3,44	-5,23
29	18,20	2	1	-5,89	-4,34	4,99	0,22	-4,97	-1,54
30	18,20	3	1	-33,55	-5,59	18,06	5,57	-19,24	-7,51
31	18,20	4	1	14,04	-8,69	-28,83	19,38	0,79	-10,99
32	18,20	5	1	-1,78	1,28	-5,91	-2,32	-0,09	-2,21
33	18,20	6	1	-0,29	0,56	-1,15	-9,39	9,19	-0,30
34	17,56	73	41	-3,33	-4,72	-6,06	-5,39	-4,10	-4,91
35	16,66	36	22	-0,53	-2,02	4,57	1,22	-1,36	9,72
36	16,43	74	42	-3,74	1,41	6,64	3,99	-0,92	1,72
37	13,95	47	32	-1,77	-5,91	6,60	0,15	-4,09	-0,40
38	12,18	81	45	0,46	0,75	1,28	1,02	0,62	0,86
39	12,18	82	45	-3,23	-0,32	1,43	0,55	-1,62	-0,54
40	11,74	46	31	-3,11	-4,29	3,67	-0,39	-3,76	-1,17
41	9,47	31	18	0,38	-4,37	4,74	0,07	-2,30	0,16
42	9,38	44	30	2,61	-4,08	-0,93	-2,52	-1,16	-1,08
43	9,38	45	30	-6,10	-3,61	3,18	-0,27	-4,73	-1,98
44	6,57	21	12	-3,70	-0,73	-11,44	-6,24	-2,05	-5,52
45	6,57	22	12	-1,35	-2,05	-4,20	-3,13	-1,74	-2,63
46	5,44	86	47	-19,42	-8,12	19,40	0,71	-13,32	-5,50
47	4,93	65	39	-0,37	3,37	4,74	5,15	1,69	2,81
48	4,93	66	39	0,27	-2,69	7,05	2,06	-1,39	1,55
49	3,56	72	40	-0,84	-2,41	4,59	1,02	-1,71	0,48

Fuentes: Tablas input-output, EPA y elaboración propia (Sáez y otros, 1991). Notas: CNAE = Código de la clasificación Nacional de actividades económicas. TIO = Código de las tablas input-output.

cambios en la tecnología incorporada a los procesos productivos.

Es sincronización no coincide exactamente en el tiempo. Así, cuando tomamos un período homogéneo para ambas variables (1980-85) la correlación entre ellas es sensiblemente menor que cuando tomamos los datos de empleo desfasados un quinquenio, o bien cuando tomamos períodos de tiempo más largos. Esto es lógico, hasta cierto punto, si pensamos que siempre existe un «período de maduración» de las inversiones y, por consiguiente, un plazo para que éstas faciliten la competitividad de las empresas y su expansión.

Lo anterior tiene, sin embargo, una explicación, pues la modernización del sistema productivo que los cambios tecnológicos implica no tiene por qué traducirse en un incremento del empleo —especialmente cuando nos encontremos en una fase de ajuste generalizado a la baja de este último—, sino en una menor reducción o en su estabilidad. Y, paralelamente, una actualización de los equipos tecnológicos de las empresas, supone en muchas ocasiones, como sabemos, un reajuste de plantillas, sobre todo cuando éstas están por encima de lo conveniente.

Esa probable, aunque limitada, relación de causalidad cambio tecnológico-empleo, con el desfase correspondiente, permite dar una explicación adicional del comportamiento diferencial registrado entre los sectores. Mas, una explicación tal, ha de ser necesariamente parcial para poder interpretar lo ocurrido en la economía española.

Un ejemplo de esto último es la fortísima expansión de los servicios, la cual apenas puede encontrar justificación en la intensidad del cambio tecnológico registrado en estos sectores; esto es, a

efectos directos de las nuevas tecnologías incorporadas al sistema productivo en general, aunque sí a los efectos indirectos que vía ahorro de costes y crecimiento de renta se produjeron en los sectores industriales y en el resto de la economía.

Por el contrario, tales efectos directos sí son palpables, sin embargo, en algunos servicios: instituciones financieras, servicios prestados a las empresas, intermediación comercial y administración pública. En este último caso, no obstante, son criterios de actuación pública los que juegan un papel significativo a la hora de su evolución.

5. CONCLUSIONES

La conclusión a que se llega, en relación a España, al observar los efectos de la incorporación de nuevos equipos técnicos sobre las plantillas de las empresas coincide con la experiencia internacional en lo relativo al comportamiento a corto plazo del empleo en muchos sectores: dicha incorporación exige menor cantidad de trabajo por unidad de output y, en consecuencia, las necesidades de mano de obra pueden descender.

Pero la evidencia encontrada señala, no obstante, que existen otras vías capaces de amortiguar tales efectos reductores. Concretamente, la expansión ejercida en la demanda final de productos de un sector, y la consecuente expansión de su producción, ha actuado como elemento compensador en muchos de ellos. En la mayoría de los estudiados —incluido servicios—, se percibe un comportamiento similar entre el sentido de la evolución del empleo y la situación tecnológica del sector, aunque esta evolución no coincida en el tiempo con esta última.

Dicho de otro modo, la respuesta positiva del empleo en un sector aparece desfasada, lo que es tanto como afirmar que una posición favorable en cuanto a la utilización de inputs de tecnología media o alta se refiere —tanto por la vía de inputs intermedios como finales—, acaba por manifestarse en una expansión del nivel de ocupación real del sector, pero transcurrido un período de tiempo más o menos largo.

Esto resulta lógico si convenimos que siempre existe un período de maduración, tras la incorporación de nuevos equipos técnicos o la mejora de procesos y productos, y un plazo, por tanto, para que unas y otras se traduzcan en avances en la competitividad de las empresas y su

expansión en términos de producción y empleo. De ahí lo crucial que resulta que las empresas acentúen la modernización de sus instalaciones y la renovación de sus métodos de producción.

Y no es que esta modernización vaya a traducirse necesariamente en incrementos futuros de empleo, dada la importancia del ciclo como determinante del volumen de expansión de los sectores. Pero, como se desprende de la experiencia acumulada en estas dos últimas décadas, el posible impacto negativo de la fase recesiva sobre el empleo de un sector se traduce en una mayor estabilidad, o menor reducción comparada de su nivel, cuando su contenido tecnológico es alto.

BIBLIOGRAFÍA

- BULNER-THOMAS (1982). Input-Output Analysis. John Wiley Sas.
- ECONOMIC COUNCIL OF CANADA (1987). Innovation and Jobs in Canada. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa, Canada, páginas 15 y siguientes.
- FREEMAN, C. y SOETE, L. (Ed.) (1987). Technical Change and Full Employment. Basil Blackwell, capítulos 1 y 2.
- OCDE (1988). New Technologies in the 1990's. A socio-economic strategy. Capítulo 2.
- OCDE (1988a). Perspectivas de empleo. MTSS.
- PATEL y SOETE (1986). Sectorial and Technological

- Taxonomies: Towards and Integration. OCDE.
- SAEZ, F. (1989). Tecnología, empleo y estructura ocupacional en España: su evolución durante la última década. Instituto de Nuevas Tecnologías, UAM, Documento de Trabajo, número 4.
- SAEZ, F. (director) y otros (1991). Tecnología y empleo en España: situación y perspectiva. Instituto de Análisis y Estudios Económicos, Ministerio de Economía y Hacienda.
- STONEMAN, P. (1983). The economic analysis of technological change. OUP. Oxford (capítulo 1).

APÉNDICE

CORRESPONDENCIA ENTRE RAMAS DE LA TÍO Y LA CNAE

TIO 54	RAMAS TIO	CNAE
1	Productos de la Agricultura, Silvicultura y Pesca	01, 02, 04, 05, 06
2	Hulla y Aglomerados de Hulla	111, 112
3	Lignito y Briquetas de Lignito	113
4	Productos de la Coquefacción	114
5	Petróleo Bruto	121, 122, 124
6	Productos Petrolíferos Refinados	130, 152p
7	Gas Natural	123, 152p
8	Agua y vapor de agua	160, 153
9	Energía Eléctrica	151
10	Gas manufacturado	152p
11	Combustibles Nucleares	140
12	Producción y Primera Transformación Metales	21, 22
13	Cemento, Cal y Yeso	242
14	Vidrio	246
15	Tierra Cocida, Productos Cerámicos	241, 247
16	Otros Minerales y Derivados (no metálicos)	231 a 239, 243 a 245, 249
17	Productos Químicos	25
18	Productos Metálicos	31
19	Máquinas Agrícolas e Industriales	32
20	Máquinas de Oficina	330, 391 a 393, 399
21	Material Eléctrico	34, 35
22	Vehículos Automóviles y Motores	36
23	Otros Medios de Transporte	37, 38
24	Carnes y Conservas	413
25	Leche y Productos Lácteos	414
26	Otros Alimentos	411, 412, 415 a 423
27	Bebidas	424 a 428
28	Tabacos	429
29	Productos Textiles, Vestido	43, 453 a 456
30	Cuero, Artículos en Piel y Cuero, Calzado	441, 442, 451, 452
31	Madera y Muebles de Madera	46
32	Papel y Cartón, Artículos de Papel, Artes Gráficas	47
33	Productos de Caucho y Plástico	481, 482
34	Productos de Otras Industrias Manufactureras	49
35	Edificios y Obras de Ingeniería Civil	50
36	Recuperación y Reparación	62, 67
37	Comercio	61, 63, 64
38	Restaurantes y Alojamientos	65, 66
39	Ferrocarriles	71
40	Tranportes por Carretera, Oleoductos, Gaseoductos	72
41	Transporte Marítimo y Navegación Interior	731 a 733
42	Transporte Aéreo	74
43	Servicios Anexos a los Transportes	75
44	Comunicaciones	76
45	Créditos y Seguros	81, 82
46	Servicios Prestados a las Empresas	03, 83, 84, 85
47	Alquiler Inmobiliario	86
48	Investigación y Enseñanza Destinada a la Venta	9313, 9323, 9333, 936, 9373
49	Sanidad Destinada a la Venta	9413, 9423, 943 a 945, 9463
50	Servicios Destinados a la Venta (NCOP)	9213, 922, 9513, 952, 954, 961 a 964 9653, 966, 9673, 9683, 969, 971 a 973, 979
51	Servicios Generales de las AA.PP.	91, 9211, 9511
52	Investigación y Enseñanza no Destinada a la Venta	9311, 9312, 9321, 9322, 9331, 9332 934, 935, 9371, 9372
53	Sanidad no Destinada a la Venta	9411, 9412, 9421, 9422, 9461
54	Servicios no Destinados a la Venta (NCOP)	9512, 953, 955, 959, 9652, 9672, 9682, 98