
Universidad Autónoma de Madrid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Economía Aplicada



Tesis doctoral

Análisis de productividad y medición de la PTF por rama
de actividad de la economía española (1995-2007):
relación con las TIC y otros determinantes

Claudia Aza Custodio

Director: Álvaro Escribano Sáez,
Catedrático de Economía Aplicada, Universidad Carlos III de Madrid

Codirectora: Milagros Dones Tacero
Profesora Titular del Departamento de Economía Aplicada,
Universidad Autónoma de Madrid

Madrid 2016

A mis hijos, Nicolás, Nerea y Yago, para que nunca dejen de disfrutar de la aventura de aprender.

Agradecimientos

Si tuviera que empezar de nuevo, seguro que no lo haría. Por suerte, realizar una tesis es una de las pocas cosas que sólo se hace una única vez en la vida y, sin duda, ya es más que suficiente. Cuando uno inicia un proyecto de esta envergadura, avanza en las primeras etapas de la investigación con paso ligero, confiado, con un alto grado de ingenuidad y de ilusión. Poco a poco, el camino se hace más tortuoso, oscuro, cuesta arriba y así, cuando ya es tarde para recular, uno se encuentra inmerso y sin remedio en la boca del lobo, que además resulta ser en muchas ocasiones, estepario. Pero, ¡ay! incluso en estas circunstancias puede aparecer una paloma mensajera que no ha perdido ni el sentido de la orientación ni el sentido común y que en este caso tiene nombre y apellido, me estoy refiriendo a Paloma Arnaiz, pues fue ella quien me condujo hasta la sabiduría y buen consejo de Álvaro Escribano.

A pesar de que a base de tesón y trabajo, uno puede superar muchos obstáculos y llegar muy lejos, esta tesis hubiese sido imposible sin el apoyo incondicional de su director, Álvaro Escribano. Por ello, quiero expresar mi profundo agradecimiento por su interés sincero, su tiempo tan generosamente compartido, su voluntad y compromiso por enriquecer la tesis a partir de su experiencia y conocimiento, de su análisis fino y de su visión creativa. Todo ello, junto con su serenidad y paciencia infinita frente a mi cabezonería, y su confianza sin fisuras, han hecho posible la defensa de esta tesis. Similar agradecimiento a mi tutora, Milagros Dones Tacero, por su permanente y amable disponibilidad, sus múltiples y acertados comentarios y por sus generosos y alentadores juicios a lo largo de estos años de investigación. Así mismo, agradezco enormemente a Ezequiel Uriel y a Juan Carlos Robledo del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, y a María Luisa Moltó del INE, su ayuda, sus comentarios y las soluciones propuestas para avanzar en el desarrollo de la base de datos. A Jorge Pena, debo agradecerle el compartir conmigo sus conocimientos de econometría aplicados a datos paneles. Por último, muchas gracias a Mayte López que me dio el último empujón en todo lo relativo a la edición del documento. No menos importante, ha sido el apoyo constante de mi gran familia y de leales amigos, que me han animado y sufrido, me temo que a partes iguales, en todo este largo proceso. Sin su amor, paciencia y cariño, hoy no podría defender esta tesis.

Resumen

La productividad total de los factores (PTF) es la parte de la producción que no es explicada por los inputs utilizados en la producción. A pesar de que la PTF no es un concepto de gran profundidad teórica, puesto que en esencia se mide como un ratio entre un volumen de output y el volumen de los inputs empleados para su producción, desde hace más de 60 años, es objeto de estudio tanto teórico como empírico, y su medición, su interpretación y su explicación constituyen en la actualidad un campo fértil para el debate y la investigación.

Las tres preguntas básicas en torno al concepto de la PTF y su evolución, que mantienen su vigencia hoy en día son: (i) ¿qué parte del crecimiento económico observado se debe a la acumulación de los factores productivos y qué parte se debe a la mejora de la PTF?, (ii) ¿cuál es la magnitud del efecto de las Tecnologías de la Información y del Crecimiento (TIC) sobre el crecimiento de la producción y sobre la PTF?, y (iii) ¿cuáles son los principales determinantes de la PTF?

En esta tesis se responderá a estas tres preguntas en sendos capítulos desde un análisis empírico sobre datos de la economía española, desagregada en 64 ramas de actividad de mercado para los años 1995-2007. Aunque cada uno de los tres capítulos tiene entidad independiente, el hilo conductor que los enlaza es identificar, explicar y analizar la debilidad de la PTF española durante el último ciclo expansivo.

En el primer capítulo, para cuantificar qué parte del crecimiento del producto de las ramas tiene su origen en la acumulación de factores productivos y qué parte se debe a mejoras de eficiencia o de PTF, se construye una base de datos para el cálculo de las contribuciones al crecimiento que se derivan del Modelo de la Ecuación de la Contabilidad del Crecimiento para las 64 ramas de actividad de mercado de la economía española durante el periodo 1996-2007. Para ello se utiliza la extensión del modelo de Jorgenson y Griliches (1967) que introduce índices *translog* de los factores productivos (capital, trabajo y consumos intermedios) lo que permite, asignar las mejoras de sus calidades a la contribución de los factores productivos y por lo tanto medir con mayor precisión las mejoras de eficiencia.

La contribución de este primer capítulo es doble: la primera, permite generar series del crecimiento de la PTF definida en términos de producción, por lo que al incluir los consumos intermedios, es posible asignar con precisión el crecimiento del producto a su fuente en las distintas ramas. Se pone así en evidencia, la importancia de la contribución de los consumos intermedios al crecimiento del producto, en línea con los hallazgos de Jorgenson Ho y Stiroh (2002) para la economía americana. En segundo lugar, esta tesis al superar el nivel de desagregación hasta ahora publicado por Mas, Quesada, (2005) y abarcar el análisis el periodo 1996-2007 permite desvelar la naturaleza “del cambio de tendencia que parece haberse producido en la economía española con el cambio de siglo” identificado por Mas y Quesada (2005). Los datos de PTF, así generados en esta tesis, ponen de manifiesto que la fase de crecimiento de PTF se inicia en España sólo a partir del año 2000 y a un ritmo generalmente bajo, lo que explica la divergencia de la PTF de nuestra economía con respecto a la americana y a la de los países más eficientes de la eurozona. Se constata que por sectores, la PTF del sector de la energía, de las ramas extractivas y del sector industrial se comportan mejor que la del sector agregado de servicios, aunque se detectan comportamientos muy heterogéneos entre las distintas ramas del sector terciario. En particular, el sector de fabricación de maquinaria presenta tasas de PTF a partir del año 2001 que duplican las del resto de la industria y dentro de los servicios, las ramas de los servicios financieros y de otros servicios a empresas

(excluyendo correos y telecomunicaciones) presentan tasas positivas y sólidas, en línea con lo que sucede en EEUU. Por el contrario, las ramas del sector de distribución se mantienen débiles y la de correos y telecomunicaciones arroja valores negativos, lo que se analizará en el segundo capítulo de esta tesis.

En el segundo capítulo, y dentro del mismo marco teórico, se introducen las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) tanto como stock de capital, como output producido y, lo que constituye una novedad a los trabajos empíricos sobre la economía española, como bien y/o servicio de consumo intermedio, para medir dentro del enfoque neoclásico los efectos de las TIC sobre el crecimiento y la PTF en las 64 ramas de actividad de la economía española durante el periodo 1996-2007. Asimismo, se mide la contribución del efecto de la mejora de la calidad en el factor trabajo en el crecimiento de la producción de las ramas. Además, y como tercera aportación de este segundo capítulo, se evalúa la sensibilidad de las estimaciones de la PTF al uso de deflatores hedónicos para las TIC. Por último, este capítulo, a partir de la descomposición de Olley-Pakes, permite evaluar si la asignación de recursos entre ramas contribuye o no a mejorar la PTF agregada en España.

Los resultados obtenidos muestran que la contribución del capital TIC supera el punto porcentual en las ramas del sector financiero (seguro y planes de pensiones, intermediación financiera), en la sanidad, y en la de los servicios productoras de TIC, (correo y telecomunicaciones y actividades informáticas). Sin embargo, en las ramas de la industria y de la energía, dicha contribución no supera el medio punto porcentual y lo que es más grave, el peso de la contribución TIC con respecto a la del capital no TIC, muestra que no se está produciendo la renovación del capital tradicional por el capital tecnológico a un ritmo comparable al de las economías más avanzadas.

Además, se pone en evidencia la importancia de la contribución de los consumos intermedios TIC (entre 2 y 4 p.p.) en tres de las ramas productoras TIC (fabricación de material electrónico, servicios informáticos y correo y telecomunicaciones) y en la de fabricación de instrumentos médicos-quirúrgicos y de precisión. Por el contrario, los datos muestran que la contribución media de la mejora en la calidad del factor trabajo, es negativa en la mayoría de las ramas en el periodo 1996-2007, salvo en la rama de la educación, extracción de minerales metálicos y transporte por ferrocarril. Se detecta una sensibilidad de la PTF al uso de deflatores hedónicos en las ramas productoras TIC muy elevada, llegando a variar la tasa de crecimiento de la PTF de la rama *Máquinas de oficina y equipos informáticos* hasta 16 p.p. Se proporciona evidencia empírica de que tres de las cuatro ramas productoras TIC, en España, lideran el crecimiento de la PTF entre 1996-2000, en línea con lo que sucede en Europa y en la economía americana aunque a un menor ritmo. En el periodo 1996-2000, la tasa de crecimiento de la PTF en la rama *Máquinas de oficina y equipos informáticos* se sitúa en el 13% y en la rama productora servicios TIC (*Correo y comunicaciones* y la de los *Servicios informáticos*) en el 4,4%, aunque dicha fortaleza no se mantiene a partir del año 2000 y no alcanza la rama *Fabricación de otro material electrónico*.

Todo ello, hace que la contribución de la PTF de las ramas productoras TIC al crecimiento de la PTF agregada anual sea tan solo de 0,17 puntos porcentuales frente a 0,54 p.p. en el caso americano (Oliner y Sichel, 2000). Finalmente, se estima que la asignación de los recursos entre ramas contribuye negativamente a la PTF agregada, pues resta entre 0,5 y 1 p.p. a la tasa de crecimiento de la PTF agregada en el periodo 2001-2005, y hasta 0,7 en el conjunto del periodo 1996-2007.

Por último, en el tercer capítulo que aborda los determinantes de la PTF, se estima económicamente la relación entre la tasa de crecimiento de la PTF y el capital humano, distinguiendo por género, el capital y consumos intermedios tecnológicos, los flujos de I+D y la exposición de la rama al comercio internacional, con el objetivo de estimar la presencia de efectos directos, efectos externos o desbordamiento y de capacidad de absorción. El estimar un modelo en el que se contemplan las principales fuentes de crecimiento de la PTF, frente a los modelos que abordan una única fuente, constituye una aportación de este tercer capítulo.

Para ello, se parte de una función de producción Cobb Douglas y se utiliza el método de estimación en dos etapas, en donde la tasa de crecimiento de la PTF es la obtenida no paramétricamente en el primer capítulo de esta tesis para evitar así, los sesgos generados por la endogeneidad de los inputs y además, ante la posible presencia de endogeneidad de las variables, se aplica el método generalizado de momentos system-GMM (versión estática).

Adicionalmente, como las series del panel de datos exhiben una raíz unitaria y además están cointegradas, se estima el modelo de corrección del error (Engle y Granger, 1987) aplicado a panel de datos, lo que permite distinguir entre los efectos a corto y a largo plazo de los determinantes de la PTF. Los resultados obtenidos muestran un ritmo de ajuste hasta la relación de equilibrio del largo plazo de 0,27% cada año y evidencian la importancia de las TIC para explicar el crecimiento de la PTF.

En concreto, se ha comprobado que la PTF de una rama puede mejorar sensiblemente cuando la rama renueva su capital tradicional con el capital TIC y cuando cuenta con una dotación de capital humano suficiente para beneficiarse, tanto a corto plazo como a largo plazo, de las externalidades derivadas de un aumento de la inversión TIC del resto de las ramas. También, se encuentra evidencia empírica de los posibles costes de ajustes de la revolución de las tecnologías vinculados al incremento de los consumos intermedios TIC de las ramas productivamente cercanas a la rama estudiada. Por otro lado, se confirma la relación positiva entre los gastos en I+D (a corto y a largo plazo) y la PTF, y la importancia cuantitativa de los efectos *spillovers* de I+D. Se confirma la existencia y la importancia cuantitativa de los efectos externos derivados del capital humano, y de su papel determinante, (más a largo que a corto plazo) para que la rama pueda incorporar las externalidades de la inversión TIC. Se encuentra evidencia sobre la presencia de efectos de signo contrario del capital humano de mujeres y el capital humano de hombres a corto plazo sobre los cambios en la PTF, lo que constituye un resultado interesante para seguir investigando. Por último, se confirma la relación positiva entre el grado de exposición (en términos de exportaciones netas) al comercio internacional de la rama y el crecimiento de la PTF.

Índice general

Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vii
Índice de tablas.....	17
Índice de gráficos.....	19
Índice de anexos.....	21
Capítulo I La PTF y las fuentes de crecimiento tradicionales.....	25
Resumen.....	25
1. Introducción.....	27
2. La PTF en la teoría neoclásica.....	28
2.1. Origen del concepto.....	28
2.2. Clasificaciones del progreso técnico.....	30
2.3. La PTF como ratio.....	30
2.4. PTF como cambio tecnológico y progreso técnico.....	31
2.5. Propiedades del progreso técnico.....	32
3. ¿Cómo se mide la PTF en la teoría?.....	32
3.1. Enfoque axiomático: PTF como un índice de cantidades.....	33
3.2. El enfoque económico en la medición de la PTF.....	34
3.2.1. Métodos de modelo de frontera.....	35
3.2.2. Métodos de modelos de no frontera.....	36
4. El modelo de la Contabilidad Crecimiento.....	37
4.1. La PTF en la ecuación de la Contabilidad del Crecimiento.....	37
4.2. Una digresión en torno al residuo de Solow.....	38
4.3. La Teoría Moderna de la Contabilidad del Crecimiento.....	39
5. La contabilidad del modelo de Solow-Jorgenson-Griliches.....	42
5.1. Cuenta de producción.....	42
5.1.1. Elección de la medida del output.....	43
5.1.2. Elección y definición del índice.....	44
5.1.3. Producción nominal.....	45
5.1.4. Producción en euros constantes.....	45
5.2. Índice de los servicios del factor trabajo.....	47
5.2.1. Unidades de medición.....	48
5.2.2. Un índice ajustado a los cambios en la calidad del factor trabajo.....	48
5.3. Índice de los servicios del factor capital.....	49
5.3.1. El stock productivo de capital de un activo.....	49
5.3.2. Índice de los Servicios de Capital.....	50
5.3.3. Coste de uso del capital.....	50
5.3.4. Tasa de variación del Índice de los Servicios del Capital.....	51
5.4. Índice de consumos intermedios de bienes y servicios intermedios.....	51
5.4.1. Valoración de los consumos intermedios.....	52
5.4.2. Deflatores de los consumos intermedios.....	52
6. Aplicación a la economía española.....	53
6.1. Características de la base de datos.....	53
6.1.1. Definición del marco: Tablas Origen y Destino.....	53
6.1.2. Cobertura de ramas y bienes.....	54
6.1.3. Consistencia de la base de datos.....	54
6.1.4. Dificultades y líneas de actuación.....	55

7. Cuenta de producción.....	55
7.1. Homogeneización de la bases 1995 y 2000	56
7.1.1. Ajuste de los Servicios de Intermediación Financiera medidos Indirectamente (SIFMI).....	56
7.1.2. Enlace de las bases	58
7.2. Coherencia con los datos de CNE.....	58
7.3. Matriz de deflatores de la tabla de Origen.....	59
7.3.1. Deflatores de las manufacturas y de la energía	59
7.3.2. Deflatores de los servicios	60
8. Cuenta de bienes y servicios intermedios	61
8.1. Matriz de Consumos intermedios en euros nominales	61
8.1.1. Matriz de consumos intermedios totales.....	61
8.1.2. Matriz de consumos intermedios de origen importados en euros nominales.....	61
8.2. Deflatores de los consumos intermedios: deflatores de CI importados y nacionales.	62
9. Cuenta del factor trabajo	62
9.1. Cantidad de trabajo medida en horas de trabajo	63
9.1.1. Desagregación de horas a las 64 ramas de actividad	64
9.1.2. Diferenciación por sexo, niveles educativos, duración de jornada, régimen laboral	66
9.2. Ganancias por tipo de trabajador.....	67
10. Índice de los servicios del capital.....	68
11. Resultados de la contabilidad del crecimiento.....	69
11.1. Evolución de las fuentes de crecimiento	69
11.2. Contribución de los factores productivos.....	74
11.2.1. Contribución del factor trabajo	74
11.2.2. Contribución del factor capital	78
11.2.3. Contribución de los consumos intermedios	82
11.3. Productividad total de los factores	87
11.3.1. Contribución de la PTF por ramas de actividad.....	88
11.3.2. Tasa de crecimiento de la PTF por sectores.....	92
12. Conclusión.....	96
Capítulo II Las TIC, el capital humano y sus efectos sobre el crecimiento y la PTF.....	99
Resumen.....	99
1. Introducción	101
2. Las tecnologías de la información.....	102
2.1. ¿Qué son?.....	102
2.2. Características de los bienes y servicios TIC	104
3. Efectos de las TIC	105
3.1. Efectos de las TIC en la teoría	106
3.1.1. Teoría de la Tecnología de Uso General.....	106
3.1.2. Teoría de la complementariedad de las TIC y de otros activos	107
3.1.3. Efectos externos originados por TIC	108
4. Evidencia empírica de los efectos de las TIC en el marco de la contabilidad del crecimiento... 109	
4.1. Contribución de las TIC al crecimiento en EEUU	110
4.2. Contribución de las TIC al crecimiento de la Unión Europea	111
5. Extensión del modelo de la contabilidad del crecimiento	111
5.1. Introducción de las TIC en el modelo de la contabilidad del crecimiento	112
5.1.1. Ramas productoras TIC.....	112
5.1.2. Cuenta de producción	112
5.1.3. Cuenta de capital	112
5.1.4. Cuenta de consumos intermedios	113

5.2. Descomposición del índice de servicios laborales: cantidad y calidad	113
6. Valoración de las TIC.....	114
6.1. El método tradicional “matched model indexes”	115
6.2. Precios hedónicos.....	116
7. PTF agregada y descomposición de la PTF de Olley - Pakes	117
8. Aplicación a la economía española	118
8.1. Ramas productoras TIC	118
8.2. Productos y servicios TIC.....	120
8.3. Índice de capital TIC.....	121
8.4. Índice de consumos intermedios de productos y servicios TIC	122
8.5. Deflatores de las TIC	122
8.5.1. Estimación de deflatores de las TIC (“deflatores propios”)	122
8.5.2. Deflatores hedónicos TIC “IVIE”	122
9. Resultados	123
9.1. Resultados descriptivos.....	123
9.1.1. Producción TIC en las ramas de la economía española	123
9.1.2. Consumos intermedios TIC en las ramas de la economía española.....	124
9.1.3. Capital TIC entre las ramas de actividad	127
9.1.4. Comparación de los deflatores de las TIC	129
9.2. Contribución al crecimiento.....	134
9.2.1. Contribución del capital TIC al crecimiento por ramas	134
9.2.2. Contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento por ramas	141
9.2.3. Contribución total de las TIC (capital y consumos intermedios TIC)	148
9.2.4. Descomposición de la contribución del factor trabajo: factor horas y factor calidad	152
9.3. PTF y TIC	158
9.3.1. La PTF en las ramas productoras de TIC.....	158
9.3.2. Sensibilidad de los valores de la PTF a los deflatores de las TIC	161
9.4. PTF agregada y descomposición de Olley-Pakes	164
9.4.1. Tasa de crecimiento de la PTF agregada: Domar y Olley-Pakes.....	164
9.4.2. Eficiencia “asignativa” en la descomposición del índice de PTF de Olley- Pakes	165
9.4.3. Sensibilidad de la PTF agregada a los deflatores TIC	169
10. Comparación con la PTF agregada de otras fuentes.....	170
11. Conclusión.....	172
Capítulo III PTF: Una explicación	175
Resumen.....	175
1. Introducción	177
2. Las fuentes de crecimiento de la PTF en la teoría económica	178
2.1. Modelos de crecimiento endógeno.....	178
2.2. Efectos externos o spillovers.....	180
2.2.1. Desbordamiento de conocimiento	181
2.2.2. Desbordamiento de mercado	181
2.2.3. Desbordamiento de red	182
2.3. Medición de los efectos desbordamiento	182
2.3.1. Variables generados de efectos externos “de conocimiento”	182
2.3.2. Canal de transmisión de dicho efectos.....	185
2.4. Capacidad de absorción	186
3. Evidencia empírica acerca de los determinantes de la PTF.....	187
3.1. Evidencia empírica sobre la relación entre la I+D y PTF	188
3.1.1. En países de la OCDE.....	188
3.1.2. Sobre la economía española.....	189

3.2. Evidencia empírica sobre la relación TIC y PTF	191
3.2.1. En países de la OCDE.....	191
3.2.2. En España	192
3.3. Evidencia empírica sobre la relación entre el capital humano y la PTF.....	193
3.4. Género y PTF.....	194
4. Modelo econométrico.....	195
4.1. Modelo económico.....	195
4.2. Modelo econométrico	197
4.3. Variables del modelo	198
4.3.1. Variable dependiente	198
4.3.2. Variables explicativas.....	199
5. Estimación y resultados	203
5.1. Estimaciones MCO-(HAC) y System-GMM.....	204
5.1.1. Efectos directos.....	207
5.1.2. Externalidades o spillovers effects	209
5.1.3. Capacidad absorción.....	210
5.2. Modelo de corrección de error	211
5.3. Resultados del MCE	212
6. Conclusión.....	216
Bibliografía.....	219
Anexos.....	233

Índice de tablas

Tabla I.1. Principales metodologías para el cálculo de PTF.....	34
Tabla I.2. Tasa de crecimiento de la PTF por sectores	92
Tabla I.3. Tasa de crecimiento de la PTF en la industria y los servicios	93
Tabla II.1. Correspondencia entre actividades TIC y ramas de la CNAE-93	119
Tabla II.2. Número de productos TIC por subclases en la CPC, ver2	120
Tabla II.3. Productos y servicios TIC de la CNPA-96	121
Tabla II.4. Ramas con fuerte presencia de TIC	129
Tabla II.5. Crecimiento de la PTF en las ramas productoras TIC, distintos deflatores.....	159
Tabla II.6. Contribución de las ramas TIC a la PTF.....	160
Tabla II.7. Descomposición Olley-Pakes de la PTF agregada (deflatores “propios”)	166
Tabla II.8. Tasa de crecimiento de la PTF agregada: distintas agregaciones y deflatores TIC.....	169
Tabla II.9. Descomposición de Olley-Pakes con deflatores “IVIE”	170
Tabla II.10. Tasa de crecimiento de la PTF: fuente propia y otras fuentes	171
Tabla III.1. Estimación de la tasa de PTF mediante MCO-HAC y System-GMM	206
Tabla III.2. Estimación del Modelo Corrección del Error en una y dos etapas	213

Índice de gráficos

Gráfico I.1. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 1996-2000	71
Gráfico I.2. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 1996-2000	71
Gráfico I.3. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2001-2005	72
Gráfico I.4. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2001-2005	72
Gráfico I.5. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2006-2007	73
Gráfico I.6. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2006-2007	73
Gráfico I.7. Contribución del factor trabajo 1996-2007	76
Gráfico I.8. Contribución del factor trabajo 1996-2000	76
Gráfico I.9. Contribución del factor trabajo 2001-2005	77
Gráfico I.10. Contribución del factor trabajo 2006-2007	77
Gráfico I.11. Contribución del factor capital 1996-2007.....	80
Gráfico I.12. Contribución del factor capital 1996-2000.....	80
Gráfico I.14. Contribución del capital 2006-2007	81
Gráfico I.13. Contribución del capital 2001-2005	81
Gráfico I.15. Consumos intermedios en el valor de la producción 1996-2007.....	83
Gráfico I.16. Contribución de los consumos intermedios 1996-2000	85
Gráfico I.17. Contribución de los consumos intermedios 1996-2007	85
Gráfico I.18. Contribución de los consumos intermedios 2006-2007	86
Gráfico I.19. Contribución de los consumos intermedios 2001-2005	86
Gráfico I.20. Crecimiento de la PTF 1996-2000	90
Gráfico I.21. Crecimiento de la PTF 1996-2007	90
Gráfico I.22. Crecimiento de la PTF 2006-2007	91
Gráfico I.23. Crecimiento de la PTF 2001-2005	91
Gráfico I.24. PTF en el sector primario, actividad extractiva y energía	94
Gráfico I.25. PTF en la industria	94
Gráfico I.26. PTF en los servicios	95
Gráfico II.1. Producción TIC por ramas de actividad.....	124
Gráfico II.2. Importancia de los consumos intermedios en bienes y servicios TIC.....	125
Gráfico II.3. Evolución de los CI TIC en las ramas más intensivas en TIC	126
Gráfico II.4. Evolución de los consumos intermedios TIC resto de ramas representativas.....	127
Gráfico II.5. Importancia del capital productivo TIC por ramas	128
Gráfico II.6. Índice de precios de <i>Maquinarias y equipos informáticos</i>	131
Gráfico II.7. Deflatores de los bienes de <i>Maquinaria y equipos informáticos</i>	131
Gráfico II.8. Deflatores de los servicios de comunicaciones (2000=100).	133
Gráfico II.9. Deflatores de los servicios informáticos (2000=100)	133
Gráfico II.10. Contribución del capital TIC menos contribución del capital no TIC (1996-07)	135
Gráfico II.11. Evolución de la contribución del capital TIC menos contribución del capital no TIC	135
Gráfico II.12. Contribuciones medias del capital TIC y del capital no TIC por ramas (1996-2007)	137
Gráfico II.13. Contribución del capital TIC (1996-2000)	139
Gráfico II.14. Contribución del capital TIC (1996-2007)	139
Gráfico II.15. Contribución del capital TIC (2006-2007)	140
Gráfico II.16. Contribución del capital TIC (2001-2005)	140
Gráfico II.17. Contribución CI TIC menos contribución CI no TIC (1996-2007)	141
Gráfico II.18. Evolución de la contribución TIC menos la contribución no TIC (1996-2007)	142
Gráfico II.19. Contribución de los consumos intermedios TIC (1996-2000).....	144
Gráfico II.20. Contribución de los consumos intermedios TIC (1996-2007).....	144

Gráfico II.21. Contribución de los consumos intermedios TIC (2006-2007).....	145
Gráfico II.22. Contribución de los consumos intermedios TIC (2001-2005).....	145
Gráfico II.23. Contribución CI TIC y deflatores TIC2006-2007.....	147
Gráfico II.24. Contribución CI TIC y deflatores TIC 2001-2005.....	147
Gráfico II.25. Contribución CI TIC y deflatores TIC1996-2000.....	147
Gráfico II.26. Contribución total de las TIC (1996-2000).....	150
Gráfico II.27. Contribución total de las TIC (1996-2007).....	150
Gráfico II.28. Contribución total de las TIC (2006-2007).....	151
Gráfico II.29. Contribución total de las TIC (2001-2005).....	151
Gráfico II.30. Contribución del factor horas y del factor calidad (1996-2000).....	154
Gráfico II.31. Contribución del factor horas y calidad (1996-2007).....	154
Gráfico II.32. Descomposición de la contribución del factor trabajo (2006-2007).....	155
Gráfico II.33. Descomposición de la contribución del factor trabajo (2001-2005).....	155
Gráfico II.34. Contribución de la calidad en factor trabajo (1996-2007).....	156
Gráfico II.35. Contribución de las mejoras de calidad en el factor trabajo.....	157
Gráfico II.36. Contribución del incremento de horas en el factor trabajo.....	157
Gráfico II.37. PTF y deflatores TIC 2006-2007.....	163
Gráfico II.38. PTF y deflatores TIC 2001-2005.....	163
Gráfico II.39. PTF y deflatores TIC 1996-2000.....	163
Gráfico II.40. Tasa de variación de la PTF agregada: Domar y Olley-Pakes.....	164
Gráfico II.41. Descomposición de Olley-Pakes del índice de PTF.....	166
Gráfico II.42. Factor eficiencia en la descomposición de la PTF de Olley-Pakes.....	168

Índice de anexos

AI.1. Desglose de las 64 ramas de actividad y código de dos dígitos de la CNAE-93.....	233
AI.2. Lista de productos de la CNPA-96.....	234
AI.3. Correspondencia entre sectores institucionales /subsectores con las ramas de actividad de la CNAE - 93.....	235
AI.4. Tratamiento de los impuestos y de las subvenciones en las Tablas Destio y Origen	236
AI.5. Dispersión de la contribución media del trabajo entre 1996-2000 y 2001-2005.....	237
AI.6. Dispersión de la contribución media del trabajo entre 2001-2005 y 2006-2007.....	237
AI.7. Dispersión de la contribución media del capital entre 1996-2000 y 2001-2005	238
AI.8. Dispersión de la contribución media del capital entre 2001-2005 y 2006-2007	238
AI.9. Dispersión de la contribución media del los consumos intermedios entre 1996-2000 y 2001-2005	239
AI.10. Dispersión de las contribuciones de los consumos intermedios entre 2001-2005 y 2006-2007....	239
AII.1. Lista de productos TIC de la OCDE (En base CPC Ver2, ISIC Rev4) Revisión, 2007.....	240
AII.2. Dispersión de la contribución media del capital TIC entre 1996-2000 y 2001-2005.....	244
AII.3. Dispersión de la contribución media del capital TIC entre 2001-2005 y 2006-2007.....	244
AII.4. Dispersión de la contribución media de los consumos intermedios TIC entre 1996-2000 y 2001-2005	245
AII.5. Dispersión de la contribución media de los consumos intermedios TIC entre 2001-2005 y 2006-2007	245
AII.6. Dispersión contribución total TIC entre 1996-2000 y 2001-2005	246
AII.7. Dispersión contribución total TIC entre 2001-2005 y 2006-2007	246
AIII.1. Tests de raíz unitaria	247



Capítulo I

La PTF y las fuentes de crecimiento tradicionales

Capítulo I La PTF y las fuentes de crecimiento tradicionales

Resumen

La capacidad de la Productividad Total de los Factores (PTF) de mejorar la renta per cápita a largo plazo de una economía supera con creces la magnitud de su contribución al crecimiento del producto anual. Incrementos sostenidos de la PTF redundan en mayores tasas de crecimiento, avances en la renta per cápita y por lo tanto mayores cotas de bienestar a largo plazo.

El fuerte crecimiento de la economía española durante el último ciclo expansivo 1995-2007 se ha producido por la acumulación del capital y el aumento de las horas trabajadas y a pesar del descenso de su PTF. La PTF agregada de la economía española durante el periodo de pre-crisis 1995-2007 se ha caracterizado por una tasa negativa en torno al 1% que contrasta con un resurgimiento de la PTF en EEUU (2.7%) y un estancamiento en la Unión Europea (0.2%). La brecha de productividad entre Europa y EEUU que se inicia a mitad de la década de los 90 se origina en algunas ramas de los servicios (distribución, servicios empresariales y sector financiero) y, aunque en menor medida, también en la rama de la industria de la maquinaria eléctrica y óptica (Timmer et al., 2011).

Para entender por qué se produce en España este retroceso en la eficiencia productiva es necesario abordar el análisis desde un nivel de desagregación suficiente que nos permita localizar en qué ramas se encuentra el origen del deterioro de la PTF y conocer su magnitud. Esto permitirá conocer si el descenso de la PTF es generalizado, o por el contrario está concentrado entre un número menor de ramas pero con un peso suficientemente relevante en el conjunto de la economía como para eclipsar cualquier mejora de la PTF de las ramas más eficientes. En lo que concierne el diagnóstico de las luces y sombras de la PTF, tan importante es el grado de desagregación de la economía como la calidad de la medida de la PTF. En este sentido la medida tradicional de PTF agregada de Solow de 1957 ha sido superada por el nuevo marco presentado por Schreyer en el manual de la OCDE “Measuring productivity” (2001) orientado a la medida de la PTF sectorial a partir de la construcción de las cuentas de producción construidas por Jorgenson, Gollop y Fraumeni en la década de los 80. El método propuesto por la OCDE ha sido explotado para el desarrollo del proyecto EU Klems cuyo objetivo es la elaboración de una base de datos sobre el crecimiento y la productividad con un alto nivel de desagregación de hasta 32 sectores (para el caso español) y para las principales economías, entre las que se incluyen los 27 países de la Unión Europea junto con EEUU y Japón entre otros, lo que supone una fuente de información muy valiosa para la comunidad de investigadores y gestores de políticas económicas.

Pues bien, la contribución del primer capítulo de esta tesis es generar los datos de crecimiento de la PTF y de la contabilidad del crecimiento con el mayor grado de desagregación hasta ahora publicado para la economía española, para las 64 ramas de actividad de la economía de mercado y el periodo 1996-2007, siguiendo la metodología propuesta por la OCDE. A diferencia con los datos de EU KLEMS, la medida de la PTF en esta tesis se calcula a partir del output por ramas, (frente al valor añadido) lo que es más idóneo para analizar los efectos del progreso técnico y las fuentes de crecimiento de la economía ya que incorpora los efectos que las contribuciones de los consumos intermedios generan sobre los valores de la PTF de una rama. Los datos de PTF así generados en esta tesis ponen de manifiesto que la fase de crecimiento de PTF se inicia en España sólo a partir del año 2000 y a un ritmo generalmente bajo, lo que explica la divergencia de la PTF de nuestra economía con respecto a la americana y la de los países más eficientes de la eurozona. Se constata que por sectores, la PTF del sector de la energía, de las ramas extractivas y del sector industrial se comportan mejor que la del sector agregado de servicios, aunque se detectan comportamientos muy heterogéneos entre las distintas ramas de estos últimos. En concreto, el sector de fabricación de maquinaria presenta tasas de PTF a partir del año 2001 que duplican las del resto de la industria y dentro de los servicios, las ramas de los servicios financieros y de otros servicios a empresas (excluyendo correos y telecomunicaciones) presentan tasas positivas y sólidas, en línea con lo que sucede en EEUU. Por el contrario, las ramas del sector de distribución se mantienen débiles y la de correos y telecomunicaciones arroja valores negativos, lo que se analizará en el segundo capítulo de esta tesis en el que se introducen las Tecnologías de la Información y Comunicación en la ecuación de la contabilidad del crecimiento.

1. Introducción

“La productividad total de los factores (PTF) es como el amor”: todo el mundo reconoce los beneficios que genera, pero sin embargo, no existe una idea clara de lo que realmente “es” y menos aún de cómo alcanzarlo y mantenerlo en el largo plazo. Incrementos sostenidos de la PTF redundan en mayores tasas de crecimiento, avances en la renta per cápita y por lo tanto mayores cotas de bienestar. No sorprende, por lo tanto, que algunos países incluyan dentro de sus objetivos de política económica el incremento de la PTF y, que desde la década de los 80, organismos oficiales de estadísticas de algunos países, tales como Canadá, publiquen estimaciones periódicas de PTF.

La PTF, no es un concepto de gran profundidad teórica, puesto que en esencia, es sencillamente un ratio, entre un volumen de output y el volumen de inputs empleados para su producción. Sin embargo, y a pesar de que la PTF lleve más de 60 años siendo objeto de estudio tanto teórico como empírico, su medición, interpretación y explicación constituyen, hoy todavía, un campo fértil para el debate, la investigación y aportaciones tanto teóricas como empíricas. Las dos preguntas básicas en torno al concepto de PTF, a saber ¿cómo se mide? y ¿cómo se explica? siguen sin encontrar una respuesta concluyente y definitiva.

En la medida que la productividad constituye una de las fuentes indiscutibles del crecimiento a largo plazo, los economistas teóricos no han cesado en sus esfuerzos para profundizar en su comprensión y mejorar su capacidad explicativa y por qué no, predictiva de esta variable. Sin embargo y tal como recuerda Diewert (2000), cualquier intento de aproximación al misterio de la PTF pasa por la tarea, ni fácil ni inmediata, de su medición. Este autor sostiene que antes del abrir el debate sobre los determinantes de la productividad es necesario disponer de buenas medidas de PTF. El proporcionar una medida de la PTF para la economía española con un alto grado de desagregación (64 ramas de actividad de mercado) para el periodo 1995-2007 constituye el objetivo de este primer capítulo de la presente tesis. De entre los distintos métodos para medir la PTF, se ha optado por el de la teoría moderna de la contabilidad del crecimiento, puesto que es probablemente la metodología óptima para medir la PTF en términos de producción y por ramas de actividad de manera coherente con niveles mayor de agregación. En esta línea, Hulten (2001) es partidario del uso de métodos de estimación paramétrica para explicar en profundidad un índice de PTF, que haya sido, sin embargo, calculado previamente mediante métodos no paramétricos.

En la primera parte de este capítulo, tras plantear las principales teorías sobre las medidas de la PTF, se aborda en profundidad lo que se conoce, tras las aportaciones de Griliches, Jorgenson y Diewert al residuo de Solow, como la Teoría Moderna de la Contabilidad del Crecimiento, para posteriormente aplicarla a la economía española y desarrollar la base de datos que permite calcular las contribuciones de cada uno de los factores y de la PTF al crecimiento del producto de las 64 ramas de actividad de mercado para el periodo 1996-2007. En una segunda parte de este capítulo, se comentan los resultados de la contabilidad del crecimiento y de la tasa de crecimiento de la PTF primero por ramas y luego por sectores, para poder poner en perspectiva los resultados obtenidos con respecto a la evidencia empírica sobre las economías de la eurozona y de EEUU.

2. La PTF en la teoría neoclásica

2.1. Origen del concepto

Los orígenes teóricos de la PTF se remontan al periodo de entreguerras cuando el tema del crecimiento económico, no solamente se convirtió en un gran reto académico para los estudiosos de la economía, sino que pasó a formar parte del debate político y del interés de la sociedad. El logro del crecimiento económico sostenido, en términos de renta nacional de pleno empleo o de potencial productivo se convirtió en lo que Mishan denominó la “manía del crecimiento”. Así, por ejemplo, durante las décadas de los 50 y 60 las comparaciones internacionales de las tasas de crecimiento del producto interior bruto se convirtieron en un tema de orgullo patriótico y se depositó en el crecimiento económico, y no en la distribución de la renta, la esperanza para el final o el alivio de la pobreza. En este contexto, el nacimiento de la PTF surge por la incapacidad del modelo de crecimiento neoclásico, en pleno auge, de describir y más tarde predecir, la evolución del producto de las distintas naciones. Efectivamente cuando en la década de los 60, numerosos economistas trataron de aplicar la teoría neoclásica a las economías reales sólo pudieron explicar una pequeña parte del crecimiento del producto. Efectivamente, los propios trabajos de Solow de finales de la década de los 50 concluyeron que el 90% del crecimiento de la producción por trabajador en Estados Unidos durante el periodo 1909-1949 no era explicado por el modelo.

Posteriormente investigaciones confirmaron los hallazgos de Solow: en muchos países un cierto factor, al que se llamó precipitadamente “residual”, distinto de la acumulación de capital y trabajo era responsable de un alto porcentaje del crecimiento económico observado. La existencia de lo que se denominó “residuo” puso en evidencia que el crecimiento de los inputs tradicionales, capital y trabajo, era solamente responsable de una pequeña parte del crecimiento del producto. Solow identificó el crecimiento de la PTF con un desplazamiento de la función de producción agregada a partir de la teoría del comportamiento del consumidor y del productor. Dicho de otro modo, lo que se detectó fue un crecimiento de la productividad, de origen desconocido, equivalente a un desplazamiento de la frontera de posibilidades de producción. Este crecimiento de origen desconocido se denominó crecimiento de la productividad total de los factores, y se identificó con el progreso tecnológico o una mejora de la eficiencia, o incluso se interpretó como una medida de “nuestro grado de ignorancia”.

Efectivamente, la predicción del modelo neoclásico de crecimiento era que los aumentos de la renta y la producción agregada se debían, únicamente y exclusivamente durante los periodos de transición, a los aumentos en la cantidad de los factores empleada, es decir a la cantidad de trabajo y capital empleada hasta alcanzar la tasa de crecimiento exógena. Sin embargo, el conocimiento de la historia de las economías reales y la historia económica más reciente permiten afirmar que los modelos, que estuvieron vigentes durante más de 40 años, al poner el acento en la acumulación de factores de producción tradicionales olvidaron el elemento fundamental del crecimiento económico que se identificó con la PTF y que se midió como un residuo, como esa parte del crecimiento del producto no atribuible al crecimiento de los factores productivos tradicionales, capital y trabajo.

De hecho más tarde, economistas neoclásicos hicieron un esfuerzo por incorporar el progreso técnico a los modelos de crecimiento neoclásico. Ampliaron sus modelos incorporando una variable nueva, reflejo del stock de conocimientos técnicos de la economía. Consideraron que el progreso técnico, interpretado como todo aquello que generaba un incremento de la producción con la misma cantidad de insumos, permitía

evitar la caída de la productividad marginal del capital físico y por ello era posible mantener indefinidamente el proceso de acumulación del capital per cápita. Sin embargo, se da la paradoja de que, aun cuando se le concedió al progreso técnico un papel central como determinante del crecimiento a largo plazo, no se contempló ninguna forma de comportamiento que especificara la variable tecnológica. En dichos modelos el progreso técnico (o aumento del stock de conocimientos) no procedía de ninguna parte, era completamente independiente de la tasa de acumulación del capital y de cualquier otra variable del modelo. En palabras de Xavier Sala-i Martín “al ser (el progreso tecnológico) el motor del crecimiento una variable exógena, el modelo de crecimiento neoclásico se convertía en un modelo de crecimiento en el que lo único que no se explicaba era el crecimiento”. Era como caído del cielo. Pero pronto junto a las debilidades teóricas se puso en evidencia la incapacidad del modelo neoclásico (ampliado con la variable tecnológica) de explicar la realidad económica de los principales países.

De hecho las predicciones del paradigma neoclásico ampliado con variables tecnológicas se incumplieron tan sistemáticamente, que a esta contradicción entre la teoría y los hechos se la bautizó con el término de la paradoja de Solow cuyos hechos más sobresalientes se resumen en tres premisas. La primera, en el descenso desde mitad de los años 70 del crecimiento de la productividad en los mayores países de la OCDE (y tras la primera crisis de petróleo en el resto); la segunda, en el mayor esfuerzo científico y tecnológico entre los mismos, no se tradujo en un aumento significativo del crecimiento y la tercer y última, en la anunciada convergencia de rentas que no se vio confirmada por los hechos (Summers y Heston, 1991).

No es de extrañar, que en la década siguientes, tanto las debilidades teóricas como las de predicción impulsaran a los economistas a revisar el paradigma neoclásico. Así, se introdujeron supuestos más realistas con un doble objetivo: mejorar la capacidad de predecir y superar la restrictividad de los supuestos iniciales.

Habría que esperar hasta el final de la década de los 80, para que las teorías del crecimiento volvieran a resurgir con fuerza con el impulso de autores como Romer (1986), Lucas (1988) o Barro (1990). La aportación fundamental de estos autores fue la incorporación de la economía de la innovación y del cambio técnico a los modelos de crecimiento. El objetivo era que el progreso técnico ya no fuese “un misterio como caído del cielo” sino un fenómeno económico cuyo comportamiento quedase incorporado en el resto de las variables. En contraposición a los modelos neoclásicos con progreso técnico exógeno, surgieron lo que se denomina las teorías del crecimiento endógeno.

Paralelamente a estos nuevos desarrollos y tras décadas de olvido, las teorías de los ciclos económicos de largo plazo y de las ondas largas resurgieron con fuerza. Las nuevas aportaciones, impulsadas por C. Freeman (2002) introdujeron, como elemento central de sus teorías, las grandes trayectorias tecnológicas, inaugurando así, lo que hoy se conoce como Nueva Economía. Este término, tan en auge a finales del siglo pasado y principio de este, describe la transformación productiva inducida por la adopción generalizada de las nuevas tecnologías y en general, con las relacionadas con la información. En las teorías de la nueva economía, el mecanismo de crecimiento se apoya en un círculo virtuoso de naturaleza desequilibrante y de larga duración (25-50 años). Este círculo virtuoso se genera cuando un conjunto de innovaciones, esencialmente tecnológicas, generan un excedente de productividad del que se beneficia el sector pionero, pero también el resto de los agentes económicos, vía un aumento de la renta de los trabajadores o del capital, una reducción de los precios, o la utilización por parte de otros sectores de parte de esos avances. Ese efecto sobre la renta o la disminución de los precios relativos

inducen nuevas demandas (fundamentalmente de productos innovadores) lo que incrementa la producción y estimula en los sectores más innovadores los cambios tecnológicos, retroalimentando el círculo virtuoso de crecimiento. Las distintas escuelas de pensamiento económico se posicionan con respecto a este círculo virtuoso, viendo los clásicos en el funcionamiento de los mercados, que afecta a la distribución de la renta y a la formación de los precios, el principal elemento impulsor de este ciclo. Para los keynesianos, el elemento central se encuentra en la evolución de la demanda, mientras que para los neoschumpeterianos el motor del ciclo se explica por la innovación. En este contexto neoschumpeteriano, se asigna un papel clave a las economías externas positivas, que las actividades tecnológicas de un sector aportan a otros sectores, y que explican buena parte del aumento de la productividad de los factores.

2.2. Clasificaciones del progreso técnico

El progreso técnico suele clasificarse atendiendo a diversos criterios que responden a razones no siempre independientes pero sí diferenciadas. En concreto, se formulan clasificaciones atendiendo a:

- i. Los efectos del progreso sobre las participaciones relativas del capital y del trabajo, se habla de progreso técnico ahorrador de trabajo, neutral y ahorrador de capital. Esta clasificación nace, históricamente, de la preocupación de los efectos del progreso técnico sobre la distribución de la renta, Señalar que el concepto del residuo desarrollado por Solow fue identificado como progreso técnico neutral.
- ii. De acuerdo a su grado de incorporación a los insumos o bienes de capital, se habla de progreso técnico desincorporado cuando éste se produce independientemente de la cantidad y calidad de insumos y bienes de capital. Por otro lado, se habla de progreso técnico incorporado cuando el progreso técnico se produce como consecuencia de mejoras de diseño, calidad o innovaciones, incorporados en los insumos o bienes de capital.
- iii. Como variable susceptible de ser integrada en un modelo, se distingue entre progreso técnico exógeno y progreso técnico endógeno.

Cuando el progreso técnico es exógeno, se acepta que el progreso técnico ocurre a una tasa exógena. Como señala Nordhaus (1973) , “aunque en muchas teorías modernas del crecimiento económico se considera que el progreso técnico es exógeno, esto debe interpretarse como una cuestión de conveniencia analítica más que como una afirmación seria acerca del sistema económico”.

Por otro lado, el progreso técnico es considerado endógeno cuando su valor queda determinado por los valores de las demás variables del modelo en el que está integrado. Hay que señalar que los modelos de crecimiento endógenos proporcionan un marco idóneo para relacionar la PTF con el progreso tecnológico endógeno algo que se abordará más adelante.

2.3. La PTF como ratio

La expresión más intuitiva de la PTF se deriva implícitamente de la identidad básica de la contabilidad nacional del flujo circular de la renta, que relaciona el valor de los bienes y servicios finales producidos en un país a lo largo de un año (producto interior bruto, PIB) con el valor del factor trabajo y capital utilizados para ello (renta nacional bruta RN).

Siguiendo la notación más común para designar la producción (Q_t), el trabajo (L_t) el capital (K) y sus respectivos precios (p_t , w_t , r_t)

$$p_t Q_t = w_t L_t + r_t K_t \quad (1.1)$$

Para estudiar el crecimiento económico a partir de la identidad básica de la contabilidad nacional es necesario medir las magnitudes en precios constantes con respecto a un año base (t_0). En la medida que se produzca un cambio en la eficiencia en el uso de los factores, la identidad ya no se verificará, puesto que la misma cantidad de inputs producirá un mayor volumen de producción. Para mantener la igualdad entre los dos lados de la ecuación es necesario introducir un nuevo factor S_t que adoptaría en el caso más sencillo la expresión:

$$p_0 Q_t = S_t (w_0 L_t + r_0 K_t) \quad (1.2)$$

El factor S_t toma el valor 1 en el año base (0) pero varía a lo largo del tiempo cuando la productividad del capital y del trabajo cambian. Cuando se dividen ambos lados de la ecuación (2) por $(w_0 L_t + r_0 K_t)$, el factor S_t es el ratio del volumen de output entre el volumen total de los inputs, lo que es lo mismo que la PTF. Por lo tanto,

$$S_t = \frac{p_0 Q_t}{(w_0 L_t + r_0 K_t)} = PTF_t \quad (1.3)$$

2.4. PTF como cambio tecnológico y progreso técnico

La PTF irrumpe en el debate económico, desde un enfoque eminentemente práctico y su crecimiento se identificó de manera generalizada con el progreso técnico. Por lo tanto, definir el concepto de la PTF pasa por definir, clasificar y abordar las propiedades del progreso técnico.

Grossman (1994) es tajante cuando afirma que el mecanismo por el que el crecimiento de las economías reales se sostiene es sin duda, la presencia de avances tecnológicos: *“improvements in technology have been the real force behind perpetually rising standards of living”*.

La discusión sobre el concepto general de cambio tecnológico no es fácil debido a la variedad de definiciones que se pueden aceptar y la existencia de términos muy relacionados como son los inventos o el progreso técnico. En este sentido, Schmookler (1966) se muestra bastante contundente al afirmar que: *“El cambio tecnológico es la “terra incognita” de la economía moderna... ni siquiera hemos llegado a un acuerdo sobre los términos a utilizar...”*

Pero también, nos aporta claridad cuando este mismo autor define la tecnología como el *“fondo social de conocimientos sobre las artes industriales”* y al progreso tecnológico como la tasa a la que aumenta este stock de conocimiento. Así, se acepta que la tecnología es una variable stock (de la misma forma que la variable capital) mientras que el progreso tecnológico es una variable flujo (de la misma forma que la variable inversión). Siguiendo a Mansfield (1968), es necesario distinguir entre los efectos del cambio tecnológico y el propio cambio tecnológico, y aceptar que en general, el efecto del cambio tecnológico es el progreso técnico. Dicho de otra manera, las consecuencias del cambio tecnológico y en concreto su aplicación al proceso productivo constituyen el progreso técnico.

Por lo tanto, entre las principales manifestaciones del progreso técnico hay que destacar, la producción de un mayor número de bienes utilizando las mismas cantidades de factores (o misma cantidades de bienes con una cantidad menor de insumos) (invención de proceso), la mejora de la calidad de los productos existentes (invención de producto) y la producción de bienes completamente nuevos (innovación de proceso o de producto).

Por otro lado y fundamentalmente dentro de la literatura de los modelos endógenos, se pasa a considerar el progreso técnico como un factor productivo, pero con ciertas propiedades singulares, debido a la naturaleza de bien intangible, que se expondrán un poco más adelante.

2.5. Propiedades del progreso técnico

El input conocimiento en su sentido más amplio que incluye el progreso técnico, presenta dos componentes distintos: un componente rival constituido por el capital humano y un componente no rival, constituido por la tecnología o “capital tecnológico”.

Así, el capital humano se define como el conjunto de habilidades, calificación y formación de un trabajador. A diferencia de otros bienes intangibles tiene carácter de bien rival: es decir su uso por parte de un agente económico impide su uso simultáneo por parte de cualquier otro. Además al estar ligado este tipo de conocimiento a una persona específica se puede limitar su consumo a un único agente, (bien excluible) excluyendo cualquier consumo simultaneo a través de su intercambio en el mercado de trabajo.

Por una parte, el capital tecnológico se define como un conjunto de ideas, diseños o instrucciones para la producción. Como input productivo posee dos características específicas propias de los bienes públicos: es decir la no rivalidad en el consumo y la no exclusividad a través de un sistema de precios. Efectivamente se trata de un bien no rival ya que el uso por parte de una empresa o individuo no impide su utilización simultánea por parte del resto de los agentes económicos. Como señala Nordhaus (1969) la información científica y técnica constituye una mercancía indivisible entendiendo por ello el hecho de que una vez se ha obtenido, su transmisión al resto de los agentes se puede llevar a cabo a un coste marginal cero.

Adicionalmente, el capital tecnológico es tan sólo parcialmente excluible, siendo el grado de apropiabilidad o excluibilidad dependiente de los sistemas de protección intelectual tales como las patentes y el derecho de propiedad existentes.

La naturaleza del capital tecnológico de bien intangible, no rival y parcialmente excluible, no permite a las empresas que invierten en conocimiento apropiarse plenamente de sus frutos, lo que confiere a las inversiones en conocimiento la característica de generadoras de economías externas. Como señala Romer (1986), “la inversión en conocimiento sugiere la existencia de una externalidad natural. La creación de nuevo conocimiento por parte de una empresa se supone que tiene un efecto externo positivo sobre las posibilidades de producción del resto de las empresas debido a que el conocimiento no puede ser perfectamente patentado o mantenido en secreto”.

3. ¿Cómo se mide la PTF en la teoría?

La productividad, no se puede medir de manera directa por lo que es necesario recurrir a una medida indirecta entre el volumen de outputs y el volumen de inputs correspondientes a ese nivel de producción. Como se ha mencionado anteriormente, se mide como un ratio que se ha denominado S_t entre producto e insumos en unidades físicas. Kuznets en los años 30 utilizó, para medir los efectos de las mejoras tecnológicas, el coste de capital y trabajo por libra de hilo de algodón, es decir la inversa de lo que pasaría a denominarse el índice de productividad total de los factores, cuya primera mención como tal, se atribuye a Copeland en 1937. Habría que esperar 10 años para que Stigler publicara la primera aplicación empírica de un índice de PTF (Hulten, 2001).

La definición de la productividad, como cantidad de output en unidades físicas producida por unidad de input en un periodo de tiempo es sencilla. Cuando se define en relación a un único factor productivo, se habla de productividad parcial (productividad del trabajo) mientras que cuando se mide en relación al conjunto de los inputs, se habla de productividad multifactorial o PTF. Además, el paso de un índice de PTF definido para un país, a la definición de índice de PTF regional, sectorial o incluso de una empresa, es inmediato. Parece claro que no es la definición de la PTF no suscita debates teóricos e interesantes, sino en las distintas formas de medir la PTF.

La medida S_t , hasta ahora, para introducir el concepto de PTF es genérica y no es de aplicación directa. Efectivamente, en el momento que la unidad analizada (ya sea empresa, rama, o nación) produce un conjunto de bienes y servicios a partir de más de un input para los cuales no existe una unidad física común (y que, su vez, presenta características diversas), la construcción de un índice de productividad multifactorial requiere la construcción de índices de cantidades tanto de inputs como de outputs. En este contexto, se distinguen dos enfoques alternativos para medir la PTF, el enfoque axiomático y el enfoque económico.

3.1. Enfoque axiomático: PTF como un índice de cantidades

La medida S_t que se ha utilizado para introducir el concepto de PTF es genérica y evidentemente ninguna es de aplicación directa. Efectivamente en la medida que la unidad analizada (ya sea empresa, rama, o nación) produce un conjunto de bienes y servicios a partir de más de un input para los cuales no existe una unidad física común (y que, su vez, presenta características diversas), la construcción de un índice de productividad multifactorial requiere la construcción de índices de cantidades tanto de inputs como de outputs. El resolver como agregar y determinar la importancia relativa de cada una de las variables dentro de la magnitud agregada constituye lo que se denomina en la teoría de los números índices, “el problema de los números índices”. Frish (1936) lo deja muy claro al afirmar que “el problema de los números índices aparece siempre que queramos expresar cuantitativamente una magnitud compleja que se compone de mediciones individuales para los cuales no existe ninguna unidad física. El deseo de unificar tales mediciones y el hecho de que esto no puede ser realizado utilizando únicamente principios de comparación físicos o técnicos constituye la esencia del problema de los números índices”. El problema de los números índices enfrenta por lo tanto, al investigador a dos preguntas concretas, ¿cuál es el método de agregación de las distintas variables (capital, trabajo, consumos intermedios y producto)? en segundo lugar, ¿qué criterio de ponderación se elige? La teoría de los números índices plantea y resuelve la mejor forma de especificar la forma o función del número índice.

Para resolver estas cuestiones la teoría de los números índices ha desarrollado el enfoque axiomático para medir la PTF, a la vez que contribuyó a mejorar el enfoque económico.

El enfoque axiomático, que se desarrolló a partir de los trabajos de Fischer (1922), plantea la construcción de índices de PTF únicamente a partir de valores de cantidades de output y de inputs heterogéneos, sin especificar ninguna relación entre las variables, y ahonda en el conjunto de axiomas o test que cualquier índice debería cumplir o superar para ser utilizados con fines de investigación o de política económica.

A las propiedades iniciales de monotonidad, proporcionalidad, identidad y conmensurabilidad que la mayoría de los índices satisfacen se incorporaron nuevos test, como el test del producto, y por último y más restrictivos, el test de la circularidad transitividad. Este último establece que una comparación directa entre A y B nos lleve al

mismo resultado que una comparación indirecta entre A y C pasando por B. Sin embargo al añadir este último test a un índice que haya cumplido los cinco anteriores se llega al resultado de que no existe ningún índice que cumple con este último, lo que se conoció como *Teorema de la no existencia*.

Las ventajas de disponer de un índice de PTF construido a partir únicamente de precios y cantidades de insumos y productos son enormes, pero la teoría de los números índice presenta una debilidad clave. Efectivamente, el Teorema de la no existencia dentro de la teoría de los números índices, demuestra que es imposible hallar un índice que cumpla simultáneamente todos los tests deseables. A lo sumo, de entre todos los índices propuestos, Diewer 1976, mostró que el índice ideal de Fisher es el índice que más axiomas cumple (un subconjunto de 20 tests). En suma el teorema de la no existencia puso de manifiesto que para avanzar en el conocimiento de la PTF, era necesario enraizar el concepto de productividad multifactorial en la teoría económica, lo que condujo al desarrollo de medidas de PTF desde un enfoque teórico económico como un número índice. Es necesario recordar aquí, que el enfoque axiomático contribuyó a mejorar la aplicación numérica de los métodos económicos para el cálculo de la PTF, ya que en todos ellos, el investigador se ve confrontado a la necesidad de elegir el mejor índice para agregar un conjunto de bienes heterogéneos.

3.2. El enfoque económico en la medición de la PTF

Las principales metodologías para calcular el crecimiento de la PTF se clasifican de acuerdo un doble criterio. El primer criterio distingue entre métodos econométricos frente a métodos deterministas y el segundo, entre métodos de frontera y métodos de no frontera. Independientemente del método de determinación, es necesario señalar que todas las medidas de PTF aquí presentadas son en esencia números índices, cuya aplicación sin armazón teórico, constituyó la manera inicial de calcular la PTF. Si bien los enfoques económicos del cálculo de la PTF se erigieron como método dominante para el cálculo de la PTF, no cabe duda de que se nutren de las aportaciones de la teoría de los números índices y en concreto de la teoría de los índices exactos y superlativos propuesta por Diewert (1976). De hecho no hay que olvidar que todas las medidas de PTF que veremos a continuación siguen siendo números índices, muchas veces contruidos a partir de otros números índices de cantidades o de precios. La Tabla I.1. resume las principales metodologías que se utilizan empíricamente para el cálculo de la PTF y que se enmarcan dentro de un enfoque económico.

Tabla I.1. Principales metodologías para el cálculo de PTF

	Métodos deterministas	Métodos econométricos	
		Paramétrico	Semi-paramétricos
Frontera	DEA (data envelopment analysis) FDH (Free Disposal Hull)	Análisis estocástico de frontera Enfoque bayesiano	
No frontera	Ecuación de la contabilidad del crecimiento	Estimaciones paramétrica	Variables proxies: Olley-Pakes Levinsohn Petrin Modelo ACF*

*Akerberg, Caves y Frazer. Fuente: adaptado de Mahadevan (2003) y Masimo del Gato, A. Di Liberto y C. Petraglia (2009)

En la medida que el método empleado para el cálculo de PTF en esta tesis es el de la ecuación de la contabilidad del crecimiento, el desarrollo de los distintos métodos está fuera de su objetivo, por lo que sólo se mencionan algunos rasgos básicos de los otros métodos.

3.2.1. *Métodos de modelo de frontera*

Los métodos de frontera, como su nombre indica, parten de la definición de frontera o límite que en el contexto de la producción, es el máximo de producción que se puede obtener dado unos costes y un estado de la tecnología. Los métodos de frontera a diferencia de los métodos de no frontera, aceptan como supuesto de partida que las economías puedan operar de manera ineficiente. Los puntos de producción sobre la frontera identifican la producción que se podría obtener si los recursos fueran empleados, utilizando las mejores prácticas tecnológicas posibles durante el periodo observado. Por el contrario, las observaciones fuera de la frontera indicarían una utilización de los recursos menos eficiente. De hecho, la principal ventaja de los cálculos de PTF basados en los métodos de frontera es que permiten descomponer el crecimiento de la productividad en dos componentes: los cambios en la eficiencia técnica y los cambios en el progreso técnico o tecnología a lo largo del tiempo. Los cálculos del crecimiento de la PTF dentro de los métodos de frontera se fundamentan en la determinación de la frontera.

Existen distintas formas de estimar y especificar la frontera de producción (o de costes) lo que junto con distintos supuestos de partidas dan lugar a distintos métodos de estimar/calcular la PTF. Los métodos comúnmente empleados para determinar la frontera son el método no paramétrico de programación lineal (como el análisis envolvente de datos, DEA) y el método paramétrico de estimación estocástico de frontera (SFA). El primer método determinista, DEA, (desarrollado por Seiford y Tall, 1990) es una técnica de programación lineal muy poderosa de optimización desarrollada por Charnes Cooper y Rhode (1978). A partir de los datos de inputs y output de cada unidad que se analiza, y sin necesidad de imponer una forma funcional específica, este método resuelve un modelo de optimización para cada una de las unidades que se desean comparar, cuya solución es un vector de pesos asociados a cada input y output tal que, cada unidad analizada opere en su nivel de eficiencia máximo alcanzable. Para medir la discrepancia entre los valores observados de producción y los potenciales u óptimos definidos por la frontera, se estiman índices denominados Malmquist¹ a través de técnicas no paramétricas de programación. Su principal limitación es que cualquier discrepancia entre los valores observados y los óptimos, es atribuida a ineficiencias, siendo otras posibles causas la verdadera razón de esta discrepancia como la presencia de algún error no observado, la omisión de variables o el ruido estocástico por definición no contemplado.

Por otro lado, dentro de los métodos econométricos empleados para estimar la frontera, el análisis estocástico de frontera (SFA) fue originalmente propuesto por Aigner et al. (1977), Meeusen y van den Broeck (1977) y Battese y Corra (1977) para un análisis de eficiencia y con el objetivo de reducir la sensibilidad de los valores a errores aleatorios. Su aplicación a la estimación de las tasas de crecimiento de PTF es algo más reciente. Este método impone una forma funcional para representar la tecnología e incorpora la presencia de perturbaciones estocásticas. La especificación del componente aleatorio, la obtención de estimadores y la deducción de sus propiedades son los elementos que

¹ El índice de productividad Malmquist fue definido por Caves, Christensen y Diewert en 1982 a partir de un índice de cantidad en el contexto de la teoría del consumidor ideado por Malmquist en 1953.

permiten distinguir entre las distintas metodologías de estimación estocásticas de frontera.

3.2.2. *Métodos de modelos de no frontera*

La mayoría de los métodos que se clasifican como modelos de no frontera surgen para completar, ampliar o superar alguna limitación del método dominante para el cálculo del crecimiento de la PTF, propuesto por Abramovitz (1956) y Solow (1957) como residuo de la ecuación de contabilidad del crecimiento cuya metodología se desarrolla en profundidad en el epígrafe 4 de este capítulo. Dentro de los modelos de no frontera se distingue entre los métodos paramétricos y los métodos semi-paramétricos.

3.2.2.1. *Métodos paramétricos*

i. Modelo de regresión del crecimiento

El modelo de regresión del crecimiento, Mankiw, Romer y Weil de 1992 (MRW) surge ante la amplia literatura empírica sobre el crecimiento y la convergencia de renta que se publicó a partir de la mitad de la década de los 80 y el resurgir de los modelos de crecimiento endógenos. Ante la controversia que originó la literatura empírica, el modelo MRW se centró en determinar el factor explicativo de la convergencia de renta distinguiendo, entre una convergencia tecnológica y una convergencia en los ratios de capital y de trabajo. A diferencia del método de la contabilidad del crecimiento, el modelo de regresión del crecimiento permite estimar la PTF de forma no residual y sin necesidad de disponer de datos de stock de capital. Este modelo es una extensión del modelo Solow Swan y su contribución fundamental es la identificación de una ecuación estructural para estimar la hipótesis de convergencia (condicional) de renta entre distintos países. Más allá de los supuestos de los que se parte para la construcción de este modelo, el método de estimación de la ecuación de convergencia y las propiedades de los estimadores constituyen el elemento central del mismo. Una de las aportaciones del modelo MRW es que se constituye como el primer paso hacia el análisis de los determinantes de la PTF.

ii. Estimación paramétrica a partir de micro datos

Las medidas paramétricas de PTF, parten de los datos de volúmenes de producción y de los distintos inputs para estimar los parámetros de los inputs asignados a la función de producción. En una primera etapa se estiman por mínimos cuadrados ordinarios los coeficientes de los inputs y en una segunda etapa se calcula PTF como la diferencia entre la producción observada y la producción estimada. En general se postulan formas funcionales flexibles, que son aquellas que proveen una aproximación de segundo orden a una función de producción arbitraria y linealmente homogénea. Además, las técnicas econométricas ofrecen la posibilidad de ajustar la medida de PTF por la presencia de los costes de ajustes de los inputs, la variación en la utilización de la capacidad instalada, lo que permite una interpretación del índice de PTF más precisa.

Aunque con frecuencia los investigadores están condicionados por el tamaño de la muestra y los escasos grados de libertad, lo que les obliga en algunos casos a introducir restricciones para aumentarlos (por ejemplo, el de rendimientos constantes a escala), el verdadero límite de este enfoque radica en la inconsistencia de los estimadores. Efectivamente, en la medida que el error está correlacionado con las variables explicativas que miden el volumen de inputs, las variables presentan un problema de endogeneidad, por lo que las estimaciones de los parámetros son sesgadas e inconsistentes lo que equivale a valores sesgados de PTF. Con el objetivo de superar el problema de endogeneidad en la estimación de la función de producción, a partir de la segunda mitad

de la década de los 90, autores como Olley y Pakes (1996) desarrollaron, dentro de los Modelos de no frontera, lo que se denominó estimaciones semiparamétricas.

3.2.2.2. Estimación semiparamétrica

La estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) del crecimiento de la PTF, como desviación entre la producción observada y la estimada de una función de producción Cobb-Douglas genera estimadores problemáticos en la medida que existe un problema de simultaneidad (por la correlación entre el componente de PTF no observada por el investigador y los factores productivos) al que se suma un problema de sesgo de selección (debido a que las empresas con mayores tasas de PTF tienen asociadas una menor probabilidad de salir del mercado). Para corregir estos dos factores y obtener estimadores consistentes Olley y Pakes (1996) plantearon un método semi-paramétrico en el que introducen una función de control o *proxy* en la que los cambios en la PTF no observada de una empresa es una función de la variable inversión. En la misma línea, el modelo de Levinshon y Petrin (2003), utiliza como función proxy la demanda de consumos intermedios. La idea detrás de ambos modelos es recuperar los componentes de la PTF no observados, a partir de las huellas que deja en el comportamiento observable de la empresa.

4. El modelo de la Contabilidad Crecimiento

4.1. La PTF en la ecuación de la Contabilidad del Crecimiento

El residuo de Solow como medida de la PTF dentro de la contabilidad de crecimiento permite no solo medir la variable S_t sino que además, permite utilizar este resultado para descomponer el crecimiento del producto real entre un efecto de los inputs ($W_0L_0 + r_0K_t$) y un efecto de productividad S_t .

Solow (1957) proporcionó el armazón teórico del que carecía el enfoque axiomático. La principal novedad fue su planteamiento inicial ya que contrariamente a sus colegas del enfoque vigente en ese momento, Solow partió de una función de producción agregada para derivar de la misma el índice implícito de productividad propuesto por el enfoque de los números índices. Solow parte de una función de producción agregada²,

$$Y = F(K, L, t) \quad (1.4)$$

En dónde Y designa un volumen de output agregado, K y L son medidas del capital y del trabajo agregados y t designa el tiempo. Solow introduce el tiempo “t” dentro de la función de producción para “permitir el progreso técnico” sin embargo, él mismo reconoce que así definido, el factor “t” no sólo captará cualquier cambio tecnológico sino que además recogerá “mejoras en la educación de la fuerza laboral, factores cíclicos o cualquier otra índole de efectos”.

A la hora de especificar la función de producción, Solow asume que el progreso técnico se puede representar como desplazamientos de la función de producción que no modifiquen la relación marginal de sustitución entre factores y que estén asociados con el paso del tiempo y no con cambios en los gastos en capital o trabajo. Por ello, Solow continúa, su trabajo “Technical Change and Aggregate Production Function” reescribiendo la función de producción como,

² Para el desarrollo de este epígrafe se sigue el planteamiento de D. Diewert, (2002), del documento The Measurement of Aggregate Total Factor Productivity Growth.

$$Y_t = A(t) \cdot f(K, L) \quad (1.5)$$

Lo que pone de manifiesto que la función de producción puede descomponerse entre el progreso técnico variable en el tiempo, y una función de producción atemporal. El factor $A(t)$ en (5) representa los efectos de los desplazamientos una vez controlado por los cambios en el capital y el trabajo.

Solow reformula las variables producción y el capital como $(Y/L)=y$ junto con $(K/L)=k$ y asumiendo que la función de producción es homogénea de grado uno y que ambos inputs son remunerados por el valor de su producto marginal, llega a la ecuación de la contabilidad del crecimiento,

$$\frac{\dot{y}}{y} = \left(\frac{\dot{A}}{A}\right) + S_K \left(\frac{\dot{k}}{k}\right) \quad (1.6)$$

En dónde el punto designa la derivada con respecto al tiempo y S_K la participación del capital en la renta. Solow aproxima el término $\left(\frac{\dot{A}}{A}\right)$ por $\left(\frac{\Delta A}{A}\right)$ y de la misma manera el resto de las variables, por lo que reorganizando los términos, la medida de PTF de Solow es igual a:

$$\left(\frac{\Delta A}{A}\right) = \left(\frac{\Delta y}{y}\right) - S_K \left(\frac{\Delta k}{k}\right) \quad (1.7)$$

Ciertamente hay que recordar aquí que antes de Solow, otros, como Tinbergen a principio de la década de los 40, ya estimaron una función de producción con un índice temporal, sin embargo, la contribución de Solow reside en que a pesar de que el residuo es definido a partir de una función de producción, sigue siendo un número índice, (el índice Divisia), directamente calculable a partir de datos de precios y cantidades observadas. Por lo tanto, el método de la contabilidad de la ecuación del crecimiento permite calcular la PTF sin ni siquiera conocer la forma exacta de la función de producción.

La ecuación (1.7) pone de manifiesto que la tasa de crecimiento del parámetro A_t que mide el desplazamiento de tipo Hicks es igual al residuo de Solow, es decir a esa parte del crecimiento del output no explicada por el crecimiento de los inputs y que Solow identifica con los efectos del progreso técnico.

Esto es en teoría: en la práctica, así calculada la PTF es en parte una medida de “nuestra ignorancia” (Abramovitz, 1956), puesto que por construcción, la medida de A recoge, tanto los efectos del progreso técnico, como otros efectos, que nada tienen que ver con la PTF, como pueden ser errores de medidas, efectos de inputs omitidos etc.

4.2. Una digresión en torno al residuo de Solow

La literatura sobre la contabilidad del crecimiento se desarrolló con fuerza a partir de 1957. Desde un punto de vista metodológico y con respecto a la naturaleza del cambio técnico, si bien la versión original del residuo de Solow introduce el parámetro A_t como progreso técnico de Hicks (la innovación mejora por igual la productividad marginal de todos los inputs), una formulación más general permite contemplar el supuesto de que las mejoras tecnológicas (sin coste) incremente la productividad de cada input de manera distinta. La función de producción se reformula sustituyendo el parámetro del progreso técnico en el sentido de Hicks (A_t), por dos parámetros a_t y b_t aumentativos de los factores productivos o también llamados de eficiencia tecnológica de los factores,

$Y_t = F(a_t K_t, b_t L_t)$, por lo que el residuo de Solow sería igual a,

$$R_t = s_t^K \frac{\dot{a}_t}{a_t} - s_t^L \frac{\dot{b}_t}{b_t}$$

El residuo, en este caso, es igual a la media de las tasas de crecimiento de los factores de eficiencia ponderadas por la participación de cada factor en el valor del producto.

Con respecto a la relajación del supuesto de competencia perfecta asumido por la versión original del residuo de Solow, Hall (1989) mostró que en presencia de competencia imperfecta en el mercado de bienes, el Residuo de Solow de la ecuación de la Contabilidad del Crecimiento, conduce a una estimación sesgada del parámetro A_t , cuyo sesgo se debe estimar mediante técnicas paramétricas.

Hulten (1973) abordó la cuestión de la existencia y unicidad de la función de producción correspondiente a un residuo de Solow. Demostró que a la ecuación (I.7) le corresponde un único índice de PTF, si y sólo si, existe una función de producción (denominada función potencial) cuyas derivadas parciales sean iguales a los precios utilizados para calcular el índice. La función de producción (o función potencial) es un factor integrante necesario para garantizar una solución de la ecuación (I.7) que es de hecho una ecuación diferencial. Si no existe esta función de producción entonces la ecuación diferencial no puede integrarse en una única solución, lo que se conoce como el problema de “path dependence”.

A modo de síntesis se puede afirmar que el residuo de Solow constituyó un campo fértil para digresiones teóricas y extensiones diversas. Todos estos esfuerzos apuntan hacia una misma dirección, a saber, fortalecer el armazón teórico que sustenta el cálculo de la PTF como residuo de Solow. Ahora bien, algunos autores como Griliches (1994) y Nordhaus (1997) consideran que se ha dado una importancia excesiva al sustento teórico en detrimento del valor y calidad de los datos utilizados para el cálculo del residuo de Solow. De hecho, dentro de esta línea merece ser destacado el trabajo de Jorgenson y Griliches publicado en 1967, pues supuso un hito en la evolución de la teoría de la productividad. Estos economistas, defendieron la idea de que una medición cuidadosa y precisa de todos los factores relevantes que participan en la producción deberían de conducir a un residuo nulo. Si bien Denison (1972) refutó los resultados empíricos sobre los que Jorgenson y Griliches habían construido su hipótesis, la metodología que desarrollaron para mejorar la medición de los inputs relevantes mantiene su vigencia hoy en día. Al cálculo de la PTF como residuo dentro la ecuación de la contabilidad del crecimiento junto con las aportaciones Jorgenson y Griliches se conoce como la Teoría Moderna de la Contabilidad del Crecimiento o también modelo Solow-Jorgenson-Griliches (SJG, en adelante)

4.3. La Teoría Moderna de la Contabilidad del Crecimiento

El modelo utilizado para el cálculo de la PTF de la presente tesis se enmarca dentro de lo que se conoce la teoría moderna de la contabilidad del crecimiento profundamente enraizado en la teoría económica de la producción. Este enfoque integra la teoría de los números índices, la teoría de la empresa y las cuentas nacionales. Presenta la ventaja de que parte de varios supuestos necesarios a su vez para el cálculo de PTF y que se puede aplicar con un nivel de agregación flexible. Este modelo proporciona indicaciones precisas para medir el valor del input de capital y su contribución al crecimiento. Instituciones como la OCDE, el BLS recomiendan el uso de esta metodología para el desarrollo de series históricas de PTF, algo llevado a cabo para los principales países de la OCDE bajo el proyecto EU KLEMS.

El modelo parte de las aportaciones de 1967 de Griliches y Joregenson y posteriores, de nuevo de Jorgenson y Fraumeni (1987), al residuo de Solow dentro del marco más general de las tablas *Input Output*. Está basado en la teoría microeconómica de la producción y descansa en varios supuestos restrictivos que se enumeran a continuación:

- i. Existe una tecnología de producción que puede representarse como una función de producción en la que el output bruto (Y) se obtiene a partir de inputs primarios, es decir trabajo (L) y servicios de capital (K), así como, de inputs intermedios (X), como son energía, materiales y servicios.
- ii. La función de producción presenta rendimientos constantes a escala.
- iii. Los factores primarios no son en general homogéneos. Existen N tipos de trabajadores (dependiendo del sexo, de la educación alcanzada, etc), R tipos de bienes de capital y M tipos de bienes intermedios utilizados por las j ramas de actividad. Así,

$$Y_{jt} = f(L_1, L_2, \dots, L_N, K_1, K_2, \dots, K_R, X_1, X_2, \dots, X_M, t) \quad (1.8)$$

- iv. Los cambios de productividad son neutros en sentido de Hicks, es decir se corresponden con un desplazamiento hacia afuera de la frontera de producción, que se mide por el parámetro A, por lo que la ecuación (1.8) se convierte en:

$$Y_{jt} = A \cdot f(L_1, L_2, \dots, L_N, K_1, K_2, \dots, K_R, X_1, X_2, \dots, X_M) \quad (1.9)$$

- v. Para cualquier nivel de output la empresa minimiza el coste de los inputs sujeto a la tecnología disponible. El mercado de inputs es de competencia perfecta por lo que las empresas toman los precios de factores de los recursos productivos como dados y ajustan las cantidades demandadas de factores para minimizar sus costes.
- vi. El factor trabajo y los inputs intermedios se pueden adquirir en cualquier momento a los precios de mercado w_n ($i = 1, 2, \dots, N$) para el factor trabajo y p_m ($m = 1, 2, \dots, M$) para los inputs intermedios.
- vii. El uso de los servicios generados por los bienes de capital requiere inversiones en distintos tipos de bienes de capital o el alquiler de bienes de capital durante un periodo de tiempo. Cada activo de capital se suma al stock de capital productivo del que se derivan los servicios de capital en una proporción igual al coste de uso de capital. El concreto de uso de capital, tiene en cuenta la pérdida de eficiencia del activo de capital derivado del paso del tiempo.
- viii. No existen costes de ajustes asociados a la inversión o alternativamente son proporcionales al volumen de inversión.

La ecuación de la contabilidad del crecimiento se obtiene a partir de un problema de optimización tradicional en el que la cantidad de los factores productivos, trabajo, servicios de capital e inputs intermedios, minimizan los costes totales sujetos a la función de producción (se elimina el subíndice j para mayor claridad en la exposición). Así,

$$\text{Min } C = \sum_{i=1}^N w_i L_i + \sum_{i=1}^R \mu_i K_i + \sum_{i=1}^M p x_i X_i \quad (1.10)$$

sujeto a

$$Y_t = A \cdot F(L_1, L_2, \dots, L_N, K_1, K_2, \dots, K_R, X_1, X_2, \dots, X_M)$$

Si se designa por P el precio de venta del output, las soluciones del problema de optimización se expresan,

$$P \cdot A \frac{\partial F}{\partial L_i} = w_i \quad P \cdot A \frac{\partial F}{\partial K_i} = \mu_i \quad P \cdot A \frac{\partial F}{\partial X_i} = p x_i \quad (1.11)$$

Lo que indica que cada factor productivo es contratado o adquirido hasta que el ingreso marginal que genera el output sea igual al precio del factor trabajo (w_i), de los servicios del capital (μ_i) y de los inputs intermedios ($p x_i$).

El siguiente paso consiste en diferenciar con respecto al tiempo la función de producción, lo que conduce a la expresión siguiente,

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \sum_{i=1}^N \frac{F_{L_i} L_i}{F} \frac{d \ln L_i}{dt} + \sum_{i=1}^R \frac{F_{K_i} K_i}{F} \frac{d \ln K_i}{dt} + \sum_{i=1}^M \frac{F_{X_i} X_i}{F} \frac{d \ln X_i}{dt} + \frac{d \ln A}{dt} \quad (1.12)$$

La ecuación (12) pone en evidencia que la tasa de crecimiento del output es una media ponderada de las tasas de crecimiento de los distintos inputs y del término A, o de la productividad total de los factores. Las ponderaciones son las elasticidades del output con respecto a cada uno de los inputs. Estas elasticidades no son observables, pero a partir de las condiciones de optimización y operando, se pueden sustituir como sigue:

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \sum_{i=1}^N \frac{w_i L_i}{PQ} \frac{d \ln L_i}{dt} + \sum_{i=1}^R \frac{\mu_i K_i}{PQ} \frac{d \ln K_i}{dt} + \sum_{i=1}^M \frac{p x_i X_i}{PQ} \frac{d \ln X_i}{dt} + \frac{d \ln A}{dt} \quad (1.13)$$

Lo que permite calcular de forma residual, la tasa de variación de la PTF como,

$$\Delta PTF = \frac{d \ln Y}{dt} - \left[\sum_{i=1}^N \frac{w_i L_i}{PQ} \frac{d \ln L_i}{dt} + \sum_{i=1}^R \frac{\mu_i K_i}{PQ} \frac{d \ln K_i}{dt} + \sum_{i=1}^M \frac{p x_i X_i}{PQ} \frac{d \ln X_i}{dt} \right] \quad (1.14)$$

La ecuación de la contabilidad del crecimiento contempla la posibilidad de que existan distintos tipos de trabajadores (por formación, edad), de activos de capital y de bienes y servicios intermedios, siendo cada uno de ellos remunerados por el valor de su correspondiente productividad marginal. Para garantizar su consistencia, la tasa de crecimiento del factor trabajo agregado, capital agregado e inputs intermedios se calcula como la variación de cada uno de los tipos de input ponderada por su correspondiente productividad marginal lo que en un contexto neoclásico, es igual al peso del coste de cada tipo de input en el total de su correspondiente agregado. Así,

$$\frac{d \ln L}{dt} = \sum_{i=1}^N \frac{w_i L_i}{wL} \frac{d \ln L_i}{dt} \quad wL = \sum_{i=1}^N w_i L_i \quad (1.15)$$

$$\frac{d \ln K}{dt} = \sum_{i=1}^R \frac{\mu_i K_i}{\mu K} \frac{d \ln K_i}{dt} \quad \mu K = \sum_{i=1}^R \mu_i K_i$$

$$\frac{d \ln X}{dt} = \sum_{i=1}^M \frac{p x_i X_i}{p x X} \frac{d \ln X_i}{dt} \quad p x X = \sum_{i=1}^M p x_i X_i$$

Finalmente y sustituyendo, la tasa de variación de la PTF para la rama j es igual a

$$\frac{d \ln A_j}{dt} = \frac{d \ln Y_j}{dt} - \left[S_{jL} \frac{d \ln L_j}{dt} + S_{jK} \frac{d \ln K_j}{dt} + S_{jX} \frac{d \ln X_j}{dt} \right] \quad (1.16)$$

En donde $S_{jL} = \left(\frac{wL}{PY} \right)_j$, $S_{jX} = \left(\frac{p x X}{PY} \right)_j$ y $S_{jK} = \left(\frac{\mu K}{PY} \right)_j$ son las participaciones de los factores productivos empleados por cada rama en el valor de la producción de esa rama a precios corrientes.

Hasta aquí, la ecuación 16 del modelo está definida para variables continuas en el tiempo. Para su aplicación a los datos de contabilidad reales de las unidades productivas expresados en términos discretos, se aplica a esta ecuación una aproximación discreta, siendo el índice de Törnqvist la opción más adecuada tal y como, se desprende de la teoría de los índices exactos y superlativos (Diewert, 1976). Cuando se sustituyen las derivadas de las variables continuas por las diferencias entre un periodo y otro del logaritmo de las variables discretas, y las participaciones continuas por la media de las participaciones en la renta, la ecuación (16) se aproxima por,

$$\Delta \ln PTF_{jt} = \Delta \ln Y_{jt} - \bar{v}_{jt}^L \Delta \ln L_{jt} - \bar{v}_{jt}^K \Delta \ln K_{jt} - \bar{v}_{jt}^X \Delta \ln X_{jt} \quad (1.17)$$

En donde, Δ indica la diferencia de las distintas variables entre t y t-1, \bar{v}_{jt}^L , \bar{v}_{jt}^K , \bar{v}_{jt}^X son valores medios de la participación del valor de los inputs trabajo, capital y consumos intermedios en el valor nominal del producto de la rama j que se calculan:

$$v_{jt}^L = \frac{W_{jt}L_{jt}}{P_{jt}Y_{jt}} \quad v_{jt}^K = \frac{R_{jt}K_{jt}}{P_{jt}Y_{jt}} \quad v_{jt}^X = \frac{P_{jt}^X X_{jt}}{P_{jt}Y_{jt}},$$

$$\bar{v}_{jt}^L = \frac{1}{2}(v_{jt-1}^L + v_t^L) \quad \bar{v}_{jt}^K = \frac{1}{2}(v_{jt-1}^K + v_t^K) \quad \bar{v}_{jt}^X = \frac{1}{2}(v_{jt-1}^X + v_t^X)$$

$$\bar{v}_{jt}^X + \bar{v}_{jt}^K + \bar{v}_{jt}^L = 1$$

La ecuación (17) permite medir la contribución de cada uno de los factores ($conL_{jt}$, $conK_{jt}$ y $conX_{jt}$) y del crecimiento de la PTF al crecimiento del producto. Las contribuciones de los distintos factores se calculan directamente como,

$$conL_{jt} = \bar{v}_{jt}^L \Delta \ln L_{jt} \quad conK_{jt} = \bar{v}_{jt}^K \Delta \ln K_{jt} \quad conX_{jt} = \bar{v}_{jt}^X \Delta \ln X_{jt} \quad (1.17.a)$$

Pues bien, hasta aquí se ha presentado la ecuación fundamental de la contabilidad moderna definida para las ramas j y que contempla la heterogeneidad tanto de los bienes y servicios (producidos para consumo final o para consumos intermedios) como del factor trabajo y del capital. Las aportaciones de Jorgenson y Griliches (1967) al modelo de la contabilidad del crecimiento tradicional se centran, tal como se desarrolla a continuación, en el desarrollo de una metodología para medir los índices de los servicios del capital y por analogía de los servicios del factor trabajo.

5. La contabilidad del modelo de Solow-Jorgenson-Griliches

En la ecuación (1.17) de la tasa de crecimiento de la PTF del modelo SJG, las variables están expresadas en variaciones de índices de factores productivos y de output. De nuevo, dado que la PTF se mide como un residuo, la contabilidad de estos índices resulta clave ya que su valor determina la medida resultante de la PTF. En este sentido, cabe destacar la publicación de la OCDE “*Measuring Productivity*” en 2001, que constituye una guía detallada y actualizada para medir la PTF destinada a organismos de estadísticas gubernamentales y a investigadores en el campo de la productividad. Este manual, establece los criterios de valoración más deseables de acuerdo a la teoría de los números índices y de la producción y de forma coherente con el Sistema Europeo de Cuentas SEC-95. Está orientada fundamentalmente, a la medida del crecimiento (y no del nivel) de la PTF y para un nivel de desagregación de rama o industria. Dado que en esta tesis, el índice de PTF para las 64 ramas de actividad se ha construido siguiendo de cerca este documento, se desarrolla a continuación la contabilidad de cada uno de los componentes que participan en la medida de la producción y por lo tanto indirectamente en la PTF. A partir de las variaciones de dichos índices se pueden calcular las contribuciones de cada uno de los factores y del crecimiento de la PTF, al crecimiento de la producción de cada rama.

5.1. Cuenta de producción

En la ecuación (1.17), el índice de producción para la rama j y en t ($\Delta \ln Y_{jt}$) aparece como la primera variable para el cálculo de la tasa de PTF. Aunque el concepto de producción es muy sencillo, el índice la medición de su volumen está lejos de ser una cuestión trivial.

El índice de producción se enmarca dentro del marco general del modelo de SJG, que como ya se ha dicho se define en el contexto de las tablas Input Output (TIO)³, consistentes con las contabilidades nacionales, bajo el paraguas del Sistema Europeo de

³ O en su defecto Tabla Destino y Origen (TDO)

Cuentas. Esto es importante ya que la definiciones de las distintas variables, los criterios de valoración contables y los métodos de agregación que se aplican son los mismos que los que contempla dicho sistema, lo que permite garantizar la coherencia con la contabilidad nacional y la comparación de tasas de PTF entre distintos países. La cuenta de producción, que sintetiza la variable $\Delta \ln Y_{jt}$ se define para cada año y para cada rama de actividad y se construye por lo tanto dentro del marco de las tablas Input-Output, o Destino-Origen.

Con ánimo de sintetizar las múltiples cuestiones que afectan el valor del índice de la producción, se plantean aquí tres temas a los que se enfrenta el investigador a la hora construir el índice agregado de la producción por ramas.

5.1.1. Elección de la medida del output

En la función de producción, punto de partida para la medida de la tasa de PTF del modelo de SJG, el output está determinado tanto por los inputs primarios como por los consumos intermedios, por lo que la medida de output se identifica con una medida de producción y no con la del valor añadido. Cuando se calcula la PTF a partir de la producción, (el conjunto de bienes y servicios producidos por una unidad productiva disponibles para su uso fuera de esa unidad productiva), se habla de una medida de PTF en términos de producción. En el momento que la función de producción únicamente contemple los inputs primarios como factores productivos, el output será igual al valor añadido y se hablará entonces de una PTF en términos de valor añadido. Ambas medidas de PTF son igualmente válidas pero informan sobre distintos aspectos. Así, el índice de PTF en términos de valor añadido medido a lo largo del tiempo proporciona una medida del grado de productividad con el que la combinación de factores productivos es utilizada para generar valor añadido. Cuando se aplica a datos desagregados por ramas, sectores o empresas, la variación de la PTF proporciona una medida de la capacidad de esta unidad a contribuir al crecimiento de la renta agregada por unidad de input primario. Por ello, el utilizar el valor añadido como medida de output para el cálculo de PTF se relaciona más con estudios sobre el bienestar, el nivel de vida y los cambios estructurales. Las ventajas más importantes que presentan las medidas PTF en términos de valor añadido son, en primer lugar, la consistencia entre los valores de PTF con un nivel de desagregación determinado y su equivalente agregado. En segundo lugar, los datos necesarios para su cómputo se pueden tomar directamente de los datos de las contabilidades nacionales. Sin embargo, la medida de PTF en términos de valor añadido, no es idónea ni para medir los efectos del progreso técnico ni para analizar las fuentes de crecimiento de la economía para cuyos casos es necesario definir el output, y por lo tanto la PTF, a partir del volumen de producción.

Las medidas del output y por consiguiente de la PTF, basadas en la producción son las recomendables para el estudio de los efectos del progreso tecnológico por sectores, puesto que incorporan el efecto de los consumos intermedios sobre la producción y por lo tanto de forma residual sobre la PTF. Como se pondrá en evidencia en la aplicación a la economía española, el cálculo de PTF basado en la producción requiere una gran cantidad de datos, no siempre directamente disponibles. Además, la agregación de las tasas de PTF sectoriales a su equivalente agregado no es ni inmediata ni intuitiva.

En la medida que la producción y valor añadido están contablemente ligados, se pueden calcular las PTF expresadas en términos de la producción a partir del valor de la PTF en términos de valor añadido (o viceversa), de acuerdo a la siguiente relación,

$$\Delta PTF_{VA} = \frac{1}{s_{VA}} \cdot \Delta PTF_Y \text{ y } s_{VA} = \frac{VA}{Y}$$

Dado que $\frac{1}{s_{VA}}$ es superior a la unidad, la medida de PTF en términos de valor añadido será sistemáticamente mayor que su equivalente en términos de producción. Además, cambios en el peso del valor añadido en la producción pueden conducir a cambios en la PTF en términos de valor añadido a pesar de que la tasa de crecimiento de la PTF en términos de producción se haya mantenido sin cambios. En esta tesis que persigue ahondar en los determinantes de la PTF de las distintas ramas de la economía española, la medida de PTF adecuada es la que se calcula en términos de producción, por lo que únicamente se abordan a continuación cuestiones relativas a esta medida, dejando expresamente de lado todo lo relativo a la PTF en términos de valor añadido.

5.1.2. Elección y definición del índice

La producción agregada a precios constantes debe calcularse, tal como recomienda la OCDE, es decir partiendo del nivel de desagregación mayor, lo que equivale a calcularla como una suma ponderada de los volúmenes de producción de cada tipo (i) de bien y servicio que conforman la producción de la rama j en t. Dependiendo de las ponderaciones y de cómo se calcule el volumen de producción de cada bien i la producción agregada de la rama j en el periodo t (y_{jt}), y más concretamente, su variación (ΔY_{jt}) adoptará la forma de un número índice u otro. El índice de Törnqvist, además de ser un índice encadenado (las ponderaciones cambian cada año) es el más adecuado para medir la producción en la medida que corresponde a una función de producción translog⁴ (o de costes).

El volumen de producción agregada de una rama j en t, se calcula a partir del índice Törnqvist de producción a precios constantes que se define como,

$$\frac{Y_{jt}}{Y_{jt-1}} = \prod_i \left(\frac{y_{ijt}}{y_{ijt-1}} \right)^{\frac{1}{2}(s_{it}^j + s_{it-1}^j)} \quad (1.18)$$

Cuando se toman las variables en logaritmos, el índice de producción agregada de la rama j en t es igual a,

$$\Delta \ln Y_{jt} = \sum_i \frac{1}{2} (s_{it}^i + s_{it-1}^i) (\ln y_{ijt} - \ln y_{ijt-1}) \quad (1.19)$$

En donde $s_{it}^i = \frac{p_{it}^i q_{it}^i}{\sum_i p_{it}^i q_{it}^i}$ es la participación⁵ del bien i producido por la rama j a precios corrientes en el valor total de la producción de la rama j e y_{ijt} es el valor en euros constantes del bien i producido por la rama j en t.

En el cálculo del índice Törnqvist de producción agregada intervienen a producción del bien i de la rama j, tanto en términos nominales como en euros constantes. Por ello es necesario plantearse, en primer lugar, cómo se debe valorar la producción en términos monetarios y en segundo lugar, cuales es la mejor manera de calcular la producción en euros constantes.

⁴ La función de producción translog para n inputs puede expresarse en su forma generalizada como $\Delta y = \ln A_{\alpha_i \beta_i} + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + 0,5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln X_i \ln X_j$

⁵ De aquí en adelante los índices Törnqvist se expresan para variables en logaritmos y la notación s (share) se utiliza para designar la participación del valor de un bien con respecto a un agregado del que forma parte.

5.1.3. Producción nominal

i. ¿Qué debe contabilizarse como producción?

En la medida que el modelo SJG se construye en torno a las TIO o TOD, la frontera de lo que se considera producción se rige por el Sistema Europeo de Cuentas (SEC). Esto es importante porque establece la frontera entre lo que se considera producción y lo que se excluye de su contabilización. En línea con el debate abierto en torno a las limitaciones del indicador del PIB como medida del nivel de bienestar de una país, Diewert (2002) alerta sobre las consecuencias para el valor de la PTF y su interpretación, de excluir de la contabilidad de la producción, el output generado por las economías domésticas, el valor de los efectos externos de producción sobre el medio ambiente y el valor de los cambios en las existencias.

Además en la década de los 70 y 80 varios autores se preguntaron si era mejor contabilizar la producción en términos brutos (la que incluye de la depreciación del capital), o por el contrario, la producción neta constituía una opción superior. En este sentido varios autores, como Denison (1954), habían defendido la idoneidad de contabilizar los flujos de producción en términos netos, es decir sin incluir el valor del consumo del capital fijo, aludiendo a que la producción en términos neto guardaba una relación más estrecha con el bienestar y el nivel de vida. Sin embargo, Griliches y Jorgenson y más tarde Hulten (1973) defendieron una medida de producción en términos brutos, en línea con los planteamientos teóricos de la función de producción y por consistencia con el tratamiento del input de capital como flujo de servicios de capital, como se verá más adelante, cuando se aborde el índice de servicios del capital. El modelo SJG está definido por lo tanto para la producción en términos de brutos algo que a su vez recomienda la OCDE, y que es utilizado por la mayoría de investigadores de PTF.

ii. Criterios de valoración de la producción

Del modelo de la contabilidad del crecimiento junto con el supuesto de rendimientos constantes a escala y mercados competitivos de bienes y servicios y factores productivos, el valor de la producción de la rama j es igual al valor de la suma de todos sus inputs para cualquier periodo (se omite el subíndice t por simplificar la formulación). Así,

$$P_j^y Y_j = P_j^K K_j + P_j^L L_j + P_j^X X_j \quad (1.20)$$

Siendo P_j^y el precio del output, P_j^K el precio de los servicios del capital, P_j^L el precio de los servicios del trabajo, P_j^X el precio de los bienes intermedios. Es precisamente el cumplimiento de esta igualdad lo que condiciona la valoración de las distintas variables. La valoración de la producción se hace desde el punto de vista del productor por lo que es necesario valorar la producción a precios básicos, concepto que incluye subvenciones a los productos pero excluye márgenes y costes de transportes, así como, impuestos y tasas. Por otro lado, para garantizar la igualdad entre el valor de la producción y las sumas de sus inputs, los consumos intermedios y los factores productivos tradicionales deben de valorarse desde el punto de vista del productor, es decir por el precio que los productores pagan a sus proveedores lo que es equivalente a valorarlos a precios de adquisición (precios básicos más márgenes y costes de transportes).

5.1.4. Producción en euros constantes

El índice Törnqvist de producción agregada, se calcula a partir de las variaciones de la producción en euros constantes de cada bien y servicio i producido por la rama j en t . Calcular los valores de producción en euros constantes pasa por estimar los deflatores de los bienes y servicios producidos.

La OCDE establece como principio para estimar deflatores y volúmenes de producción (u otro agregado) el uso de información con un nivel de desagregación muy alto (o máximo disponible). Además, como recuerda este mismo organismo, para que las estimaciones de la PTF sean válidas es necesario que los deflatores de la producción sean construidos independientemente de los deflatores de los inputs que participan en su producción.

Por lo tanto y de manera general, si 0 designa el año base y P_{ijt} el deflator correspondiente al producto i de la rama j , la producción del bien i de la rama j en t en euros constantes se calcula,

$$y_{ijt} = \frac{p_{ijt}y_{ijt}}{\frac{p_{ijt}}{p_{ij0}}} \quad (1.21)$$

Construir índices de precios para cada bien y cada año es una labor que requiere un esfuerzo de investigación y unas necesidades de datos considerables, tal como se expondrá en la segunda parte de este primer capítulo. Las estimaciones de los deflatores de la producción (así como de los consumos intermedios) condicionan las estimaciones de PTF. Por ello obtener deflatores válidos es clave para el análisis de la PTF, pero esto no siempre es una tarea inmediata y menos aun cuando concurren alguna de las tres circunstancias que se exponen a continuación y que todo investigador debería considerar antes de abordar cualquier trabajo empírico sobre PTF.

iii. Mejoras de calidad y nuevos productos

A pesar de que se disponga de un índice de precios de una cesta de bienes en un momento del tiempo, t , los valores que toma ese índice a lo largo del tiempo, pueden dejar de ser válido si con el tiempo ya sea por factores tecnológicos o por cambios en la demanda, algunos bienes y/o servicios existentes en el primer periodo abandonan la industria y son remplazados por otros con mejoras de calidad incorporadas o por nuevos bienes. La valoración de estos nuevos bienes y/o de sus nuevas características deberían en la práctica reflejarse en su nuevo precio. El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación ha propiciado la entrada de nuevos productos en el mercado a un ritmo sin precedentes, lo que ha obligado a los organismos oficiales de estadísticas a cuestionar el método tradicional de estimación de precios y a adoptar métodos hedónicos que reflejen mejor los cambios vertiginosos que se producen fundamentalmente en los bienes y servicios de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). Se reserva para el segundo capítulo de esta tesis, en el que se incorporan las TIC al modelo de contabilidad del crecimiento, las cuestiones relativas a la estimación de precios con mejoras de calidad y la exposición del método de estimación de precios hedónicos.

iv. Producción de no mercado

La valoración de la producción de los bienes y servicios de no mercado constituye un obstáculo para el cálculo de la PTF de las ramas de las administraciones públicas. Dado que el precio de estos bienes no existe o no es observable, la mayoría de países optan por valorar la producción de no mercado en términos monetarios por agregación del total de los costes incurridos en su producción. La tasa de variación de la PTF del modelo SJG calculada a partir de un volumen de producción valorado a partir de sus costes, será nula por construcción. Para incluir las ramas de actividad de no mercado sería necesario recurrir a técnicas envolventes de datos (DEA) para valorar su producción o utilizar otros índices para medir la PTF como pudiera ser el de distancia de Malmqvist. De hecho, el estudio de la PTF de la producción de no mercado constituye por sí solo un tema con suficiente envergadura y ramificaciones como para ser objeto de otra tesis. Por ello y cómo se verá en la segunda parte de este capítulo, la base de datos para el cálculo de la PTF

se desarrolla únicamente para las ramas de mercado, quedando excluidas del estudio todas las ramas de servicios de no mercado.

5.2. Índice de los servicios del factor trabajo

El factor trabajo sigue siendo el factor productivo más importante en una gran variedad de procesos productivos, por lo que la medida del mismo es de vital importancia. Claramente la contribución de un trabajador a la creación de un producto o servicio no tiene por qué ser la misma que la de otro trabajador. Existen varios aspectos propios del trabajador y de su manera de desempeñar una tarea que inciden directamente en su aportación a la producción. Alguno, como puede ser la cantidad de horas que un trabajador dedica a su jornada laboral, es evidente. Naturalmente un trabajador cuya jornada laboral sea de ocho horas diarias generará en principio, un mayor volumen de output que un trabajador con jornada reducida, o incluso que uno con la misma jornada pero con mayores horas no trabajadas por bajas, vacaciones o periodos de descanso. Así, con respecto a la unidad de medida del factor trabajo el número de horas trabajadas es siempre mejor alternativa que el número de ocupados. Pero incluso el medir el factor trabajo por las cantidades de horas trabajadas es muy impreciso en la medida que la contribución de una hora efectiva de trabajo a la producción puede diferir dependiendo de la cualificación del trabajador, de si es asalariado o trabaja por cuenta propia, en suma de su experiencia, habilidad, esfuerzo e incluso su condición de asalariado o no.

Por ello, Griliches y Jorgenson ya en 1967 señalaron la importancia de medir el factor trabajo a partir de un índice de los servicios laborales, en paralelo con el índice de los servicios del capital, que agregara las distintas cantidades de servicios laborales de cada tipo de trabajador ponderadas por su valor en el total del valor del factor trabajo. De hecho, el no tener en cuenta las diferencias de los trabajadores conduce a asignar cualquier incremento de producción debido a una mejora en “la calidad” del trabajador a incrementos de la PTF.

En las recomendaciones de la OCDE, se especifica que el índice del trabajo debe captar la máxima heterogeneidad de este factor, es decir debe reflejar tanto la cantidad como la calidad del factor trabajo a lo largo del tiempo. A este índice se le denomina Valor Total de los Servicios del Trabajo y recoge las diferencias de los servicios prestados por unidad de trabajo. Siguiendo a Gallop y Fraumeni (1987) se asume que el índice de los servicios de trabajo agregado es una función translogarítmica de los servicios de los distintos tipos de trabajadores. Además, se asume que los servicios de cada tipo de trabajador son proporcionales a las horas trabajadas y que los trabajadores son remunerados por el valor de sus productividades marginales. Por lo tanto, el índice de servicios de trabajo agregado L , para una rama cualquiera j , siendo H_i el número de horas efectivas trabajadas por cada tipo i de factor trabajo y para un periodo de tiempo t se calcula a partir de un índice Törnqvist, en el que las variables están expresadas en términos logarítmicos, como

$$\Delta \ln L_{jt} = \sum_i \bar{s}_{ijt}^L \Delta \ln H_{ijt} \quad (1.22)$$

en donde la ponderación \bar{s}_{ijt}^L es la media aritmética del peso de cada tipo de trabajador i en la renta laboral total de la rama j , entre el periodo actual y el anterior, que se calcula como,

$$\bar{s}_{ijt}^L = \frac{1}{2} (s_{ijt}^L + s_{ijt-1}^L) \quad \text{y} \quad s_{ijt}^L = \frac{w_{it}^j H_{it}^j}{\sum_i w_{it}^j H_{it}^j} \quad (1.23)$$

Siendo w la ganancia media por hora de trabajo del trabajador i

Si bien la construcción teórica de este índice no presenta ninguna dificultad, su aplicación no es tan inmediata. En primer lugar la disponibilidad de datos desagregados tanto para los datos cantidad como su precio por ramas y por categorías de trabajador suele establecer el techo del nivel de diferenciación del factor trabajo que se puede captar.

5.2.1. Unidades de medición

Con respecto a la cantidad del factor trabajo, la OCDE reitera que el factor trabajo debe medirse en horas efectivas trabajadas tanto de los trabajadores asalariados como de los trabajadores por cuenta propia, siendo además, la diferenciación con respecto al sexo y nivel de educación muy deseable. En la tesis que se desarrolla es además necesaria la diferenciación por ramas de actividad. La medida de horas efectivas de trabajo constituye a una opción superior desde el punto de vista cualitativo puesto que no incluye las horas remuneradas no destinadas al trabajo ya sea por vacaciones, turnos o bajas.

Con respecto a la participación de cada tipo de trabajador en la renta laboral, es necesario el mismo nivel de desagregación que tipos de trabajador se contemplen. La renta laboral se mide a partir de las retribuciones al trabajo por hora, rama y tipo de trabajador. Las retribuciones se miden desde el punto de vista del productor por lo que tienen que incluir los sueldos en términos brutos para los asalariados. Con respecto a las retribuciones de los trabajadores por cuenta propia la disponibilidad de datos es nula por lo que es necesario introducir el supuesto simplificador de que la remuneración de un trabajador por cuenta propia es la misma que para su equivalente asalariado y deducirla de la renta mixta o excedente bruto de explotación. Tal como recuerda la OCDE otros componentes que forman parte del coste del factor trabajo como son las retribuciones en especie, planes de pensiones, o planes de acciones, teóricamente deberían incluirse en el coste del factor trabajo, pero en la práctica no resulta posible puesto que a veces no existen datos al respecto y/o los beneficios sociales son percibidos en un momento del tiempo distinto al del desempeño del trabajo.

5.2.2. Un índice ajustado a los cambios en la calidad del factor trabajo

Para el análisis de la PTF y en relación al factor trabajo, lo que realmente es interesante es conocer si a lo largo del tiempo se ha producido un cambio en la composición del factor trabajo, lo que es equivalente a cambios medios en la calidad del input del factor trabajo. De hecho, un índice no ajustado por cambios en la calidad, es decir construido a partir exclusivamente de horas trabajadas sin introducir ninguna diferenciación arrojará valores inferiores que un índice en el que se tienen en cuenta los cambios en la calidad (asumiendo que se producen mejoras en la composición, desde un trabajo menos productivo hacia un trabajo más productivo), por lo que la PTF en el primer caso sería mayor que en el segundo. Un índice de servicios del factor trabajo, ajustado por la calidad contribuirá en mayor medida al crecimiento del producto y por lo tanto la PTF, como residuo no explicado por los cambios en los factores productivos, será menor.

Por añadidura y como se verá en el segundo capítulo de esta tesis, la diferencia entre la contribución del índice ajustado por calidad y la contribución del mismo índice (construido sobre la misma muestra) sin incorporar diferenciación de los trabajadores para medir los cambios en la calidad, proporciona una medida que puede interpretarse como los efectos de las mejoras el capital humano sobre el crecimiento del producto.

En general, dado que la variable “calidad” del factor trabajo no es observable, en la literatura empírica se utilizan variables como, formación, edad, e incluso nivel de salud para medir la calidad del factor trabajo. Jorgenson (1987) utilizó cinco características para

estimar la calidad de cada tipo de trabajador (educación, edad, tipo de trabajador, ocupación y género).

5.3. Índice de los servicios del factor capital

El factor capital ha despertado intensos debates académicos en torno a su valoración motivados por su naturaleza dual de acumulador de riqueza y de fuente de servicios de capital. En el modelo de contabilidad de crecimiento moderno, la variable capital se introduce como un índice de Servicios del Capital (ISK). En clara analogía con el Índice de Servicios laborales (ISL), el ISK supuso la primera medida de los servicios de capital agregado que tuvo en cuenta la heterogeneidad de los activos de capital y constituye una de las principales contribuciones de Jorgenson y Griliches (1967). Estos autores proporcionaron un método para calcular el ISK de forma coherente con las medidas de capital que emanan del Sistema Nacional de Cuentas (versión SNC-1993, cuenta de producción, generación de renta, balance y cuenta acumulación), adecuado para medir la contribución del capital al proceso productivo. Hoy en día su campo de aplicación se extiende más allá de los estudios de la PTF.

Al igual que el factor trabajo, el input capital proporciona unos servicios que se utilizan en el proceso productivo. Así como en el caso del input trabajo, la cantidad de servicios que un trabajador proporciona se puede medir en horas trabajadas, en el caso del capital dichos servicios no son directamente observables. El ejemplo de la utilización de un edificio en el proceso productivo ilustra con claridad esta noción. Los servicios prestados al proceso productivo por dicho activo son la protección contra la lluvia, la seguridad de las existencias y el confort propiciado a los empleados. Por lo tanto, cada activo de capital genera un flujo de servicios de capital diferente. Este flujo de servicios se denomina servicios de capital de un activo y es la medida apropiada del capital para medir la PTF. Sin embargo, no es fácil determinar la lista de los servicios que cada activo genera ni tampoco valorarlos. El índice de los servicios del capital es una medida del flujo de servicios productivos proporcionados por el activo de capital durante un periodo de tiempo t . Por ello, puesto que los flujos de los servicios del capital de cada activo no son observables, se recurre al concepto y medida del Stock Productivo del Capital (SPK) junto con la hipótesis de que los servicios de capital de un activo son proporcionales al stock productivo del activo en cuestión. Suponiendo que el coeficiente de proporcionalidad es constante, la tasa de variación de los servicios de capital será igual a la tasa de variación del capital productivo para un activo en particular. El concepto de stock productivo de capital únicamente tiene sentido para el nivel desagregado de un activo de capital.

Una vez estimado el flujo de los servicios de cada activo es necesario, calcular el ISK como un índice que agregue, de la mejor manera posible, los distintos servicios de cada activo teniendo en cuenta su heterogeneidad. Se expone a continuación la metodología para calcular el ISK agregado tal como se recoge en el manual de la OCDE de 2009 sobre la medición del capital, que revisa la versión del 2001 y que es la utilizada por el IVIE para generar las series históricas del capital para España así como la desarrollada por el proyecto EU KLEMS y que se utilizan para la aplicación a la economía española de este tesis.

5.3.1. El stock productivo de capital de un activo

Para estimar los servicios de capital de un activo, es decir la medida del input de capital que realmente afecta a la producción, se introduce la hipótesis de que los servicios del capital son proporcionales al stock de capital productivo de ese activo. El stock productivo del capital para un activo se mide aplicando directamente el método de

inventario permanente, como suma de las inversiones pasadas ponderadas por un factor que refleja la pérdida de eficiencia productiva debida al paso del tiempo y la retirada de inversiones.

$$K_{i,t}^P = \sum_{\tau=0}^T h_{i,t} \cdot F_{i,t} \frac{IN_{i,t-\tau}}{q_{i,t-\tau,0}} \quad (1.24)$$

en donde, $IN_{i,t}$ es la inversión nominal en el activo i en t ; $q_{i,t-\tau,0}$ es el índice de precios para el activo i con cero años en t (nuevo); $F_{i,t}$ es la función de supervivencia que mide la fracción de los activos de edad τ que está en servicio (de una vida máxima T) y $h_{i,t}$ es la función de edad-eficiencia que mide la pérdida de eficiencia productiva del activo por el envejecimiento del activo. De entre las diversas funciones edad-eficiencia, la nueva metodología (OCDE 2009) introduce como novedad la utilización de una tasa de pérdida de eficiencia geométrica⁶ (frente a una función hiperbólica en la anterior base de datos).

5.3.2. Índice de los Servicios de Capital

Como ya se ha precisado para obtener el índice agregado del stock de capital productivo es necesario agregar los activos de capital heterogéneos. Conviene recordar que en el caso de la serie del stock de capital bruto y neto los valores correspondientes a cada activo están expresados en unidades monetarias por lo que la agregación se realiza sencillamente sumando los valores de cada activo. En el caso de la nueva serie del stock de capital productivo ya no tiene sentido agregar utilizando los precios. Efectivamente la nueva serie servicios de capital asume que los servicios de capital son proporcionales al stock de capital físico pero esta relación de proporcionalidad nada tiene que ver con los precios del activo (un ordenador puede valer lo mismo que una máquina de tejer y difieren completamente en los servicios producidos). Para obtener por agregación del capital productivo el Índice de Servicios del Capital (ISK), la teoría de la producción determina que el método adecuado es ponderar por el coste de uso del capital y utilizar un número índice superlativo (Fisher, Törnqvist). El índice de los servicios del capital en euros constantes en t viene dado por,

$$VSK_t = \sum_i \mu_{it} KP_{it} \quad (1.25)$$

Siendo μ_{it} el coste de uso del capital del activo i en t y KP_{it} el stock de capital del activo i en el periodo t a precios constantes

5.3.3. Coste de uso del capital

El coste de uso del activo de capital i en el momento t , obviando consideraciones fiscales viene dado por,

$$\mu_{it} = P_{it}^b (i_t + d_{it} - q_{it}) \quad (1.26)$$

Siendo i_t el tipo de interés nominal, d_{it} la tasa de depreciación, q_{it} la tasa de variación del precio del activo k , y P_{it}^b el precio de dicho activo i al inicio del periodo t .

Con respecto al valor de la tasa de retorno i_t , la OCDE sigue manteniendo el criterio de una tasa exógena (frente a la alternativa de una tasa de retorno endógena) e igual al 4% para las ramas de actividad de mercado y al 3% para las de no mercado. Además, también

⁶ Cuando se usa la función geométrica edad-eficiencia y la función edad-precio geométrica para el cómputo del Stock Capital Neto, ambas medidas coinciden para un mismo activo.

recomienda eliminar la expresión de las variaciones de precios en la expresión del coste de uso.

Por lo tanto a la hora de calcularlo, el coste de uso viene dado en la práctica por la expresión, $\mu_{it} = P_{it}^b(i + d_{it})$

Este concepto cuantitativo está relacionado con el precio de los servicios que proporciona cada activo de capital.

5.3.4. Tasa de variación del Índice de los Servicios del Capital

La ecuación que plantea el modelo de la Contabilidad del Crecimiento está expresada en tasas de variación, por lo que la variable relevante para el cálculo de la PTF es la variación del índice de los servicios del capital. Por coherencia con la base de datos del IVIE/BBVA de la que se toman los datos desagregados y por su capacidad de captar los cambios en la estructura de activos, algo relevante cuando se habla de activos TIC, se utiliza el índice Törnqvist (frente al índice Laspeyres con ponderaciones a precios constantes) para calcular la variación del ISK definido pasa cada rama j,

$$\Delta ISK_{jt} = \ln(ISK_{jt}) - \ln(ISK_{jt-1}) = \sum_i 0.5[v_{ijt} + v_{ijt-1}] \cdot [\ln(KP_{ijt}) - \ln(KP_{ijt-1})] \quad (1.27)$$

De esta manera, se define para cada rama de actividad j, la variación del índice de los servicios de capital en t, como la diferencia logarítmica del stock de capital productivo agregado en euros constantes de los activos i ponderada por el valor de los servicios productivos en euros nominales de cada activo i con respecto al total del valor de los servicios productivos. v_{ijt} es el valor de los servicios productivos en euros nominales de cada activo i con respecto al valor total de los servicios del capital y se calcula a partir del coste de uso del capital de cada activo y el valor en euros monetarios del stock de capital productivo de ese mismo activo de cada rama j, como sigue:

$$v_{ijt} = \frac{\mu_{it} KP_{ijt}^{\text{monetarios}}}{\sum_{i=1}^n \mu_{it} KP_{ijt}^{\text{monetarios}}} \quad (1.28)$$

5.4. Índice de consumos intermedios de bienes y servicios intermedios

Para calcular índice de PTF es necesario construir un índice de consumos intermedios por ramas de actividad, para lo que se necesita conocer el volumen de los bienes y servicios intermedios i que cada rama j consume para producir su output j. Es en este campo donde la información contenida en las tablas Input Output (TIO) o en su defecto en las tablas de Origen y Destino (TOD) debe ser explotada. Efectivamente la Tabla destino o TIO ofrece por columna el detalle del valor nominal de los consumos intermedios de cada uno de los productos y servicios por rama de actividad, y todo ello de manera consistente con la producción por ramas y de manera agregada con los datos de contabilidad nacional. El índice de consumos intermedios se construye de la misma manera que el índice de producción, es decir con un índice Törnqvist, a partir de los consumos intermedios de cada producto en euros constantes (en logaritmos) y su correspondiente valor en el total de los consumos intermedios de cada rama.

Así, la variación del índice Törnqvist de consumos intermedios agregados para cada rama j en t, es igual a la suma de las variaciones de los logaritmos de los consumos intermedios de los bienes y servicios i en euros constantes ponderada por el valor monetario del consumo intermedio del bien i con respecto al valor de los consumos intermedios totales de la rama j. La variación del índice Törnqvist de consumos intermedios para la rama j en t (ΔX_{jt}) se calcula como,

$$\Delta \ln X_{jt} = \sum_i \frac{1}{2} (s_t^{xij} + s_{t-1}^{xij}) (\ln x_{ijt} - \ln x_{ijt-1}) \quad (1.29)$$

La utilización de un índice Törnqvist para agregar valores en euros, capta el efecto sustitución entre todos los bienes intermedios frente a la variación de sus precios relativos, lo que resulta muy interesante, como se verá en el segundo capítulo de esta tesis, para los consumos intermedios TIC.

De nuevo, el valor del índice resultante dependerá tanto del volumen de cada input, y por lo tanto de su respectivo deflactor, como del valor nominal del mismo con respecto al total de consumos intermedios de dicha rama en t, por lo que se plantea la necesidad de preguntarse por los criterios de valoración de los consumos intermedios.

5.4.1. Valoración de los consumos intermedios

La presencia de impuestos, márgenes subvenciones y costes de transporte y su inclusión o no en el precio de los distintos bienes intermedios dan paso a distintas valoraciones en los consumos intermedios. En lo que respecta al análisis de la productividad, la valoración de los consumos intermedios (así como de la producción) debe reflejar el valor que el productor tiene en consideración para tomar sus decisiones.

Entre las distintas valoraciones, el SEC-93 distingue entre valoración a precios básicos y a precios de adquisición. Como ya se ha mencionado anteriormente, la valoración a precios básicos permite valorar la producción desde el punto de vista del productor y es por ello, la valoración recomendada por la OCDE para el análisis de productividad. Por el contrario, la valoración a precios de adquisición (en la que se incluyen los impuestos a los productos netos de subvenciones) mide exactamente lo que se gasta el comprador en la adquisición de un bien o servicio concreto y es por ello el criterio de valoración adecuado para los consumos intermedios. Estas dos valoraciones se relacionan entre sí de la siguiente manera:

Precio de adquisición = Precio básico + impuestos sobre productos - subvenciones a los productos + gastos de transportes y márgenes de comercio pagados por el comprador.

Es importante mencionar que la presencia de impuestos sobre la producción (y no sobre los productos) requiere introducir algunos ajustes para garantizar la coherencia con la contabilidad nacional de los datos agregados, y entre la producción agregada, el valor añadido y la demanda final e intermedia.

Los impuestos sobre la producción forman parte del valor añadido bruto y por lo tanto se han de asignarse a los inputs primarios. Además a la hora de agregar los datos a un nivel superior o viceversa si se quiere imputar una magnitud agregada de Contabilidad Nacional a una nivel de desagregación inferior (algo fundamental para el enlace de series de bases distintas) es necesario tener presente que la producción bruta de una rama es igual a su valor añadido a precios básicos más los consumos intermedios a precios de adquisición.

5.4.2. Deflactores de los consumos intermedios

Para construir el índice Törnqvist de consumos intermedios agregado de cada rama es necesario estimar un índice de precios para cada bien y servicio intermedio. Para deflactar los consumos intermedios, la OCDE recomienda introducir la hipótesis simplificadora de que todas las ramas adquieren a un mismo precio un producto o un bien, es decir el precio del bien no varía en función de la rama que lo consume. Esto corresponde en el contexto de la tabla destino o TIO a un vector columna de deflactores, con tantas filas como número de bienes y servicios, cuyos precios se pretenden estimar. De nuevo e igual que sucedía

con los deflatores de la producción, la calidad de los índices de precios de los consumos intermedios son determinantes para evaluar la fiabilidad de los datos de PTF. Pese a su importancia para el cálculo de la PTF, sorprende que el manual de la OCDE sobre la medición de la PTF no aborde en detalle esta cuestión. De hecho, conviene mencionar que para Hulten (2001) la posibilidad de estimar con precisión y exactitud los deflatores de los bienes y servicios intermedios de la TIO (y también de la producción) es tan mínima que por ello defiende la superioridad de cualquier medida de la PTF agregada frente a una desagregada por rama, industria o sector.

Es el momento de mencionar, aunque se desarrollará en la segunda parte de este capítulo, que en esta tesis se ha hecho un esfuerzo considerable para estimar los deflatores de los bienes y servicios intermedios con un elevado nivel de exigencia y que se ha concretado en el cálculo de los deflatores de los CI distinguiendo entre su origen importado y su origen de producción nacional, así como en el uso de fuentes muy diversas de información con un nivel de desagregación notable.

6. Aplicación a la economía española

En la segunda parte del primer capítulo de esta tesis se aplica la metodología de la OCDE para calcular la tasa de crecimiento anual de la PTF de las 64 ramas de actividad de mercado de la economía española durante el periodo 1996-2007. Para ello es necesario desarrollar una base de datos que permita calcular los índices agregados de producción, de los servicios del capital agregado, de los consumos intermedios agregado y de los servicios del factor trabajo para cada una de las ramas y para los años 1995-2007. La construcción de cada uno de los índices se explica a continuación, no sin antes mencionar algunas características transversales de la base de datos.

6.1. Características de la base de datos

6.1.1. Definición del marco: Tablas Origen y Destino

En la medida que la variable PTF, es en esencia, una magnitud que capta las relaciones de producción de cada una de las ramas de actividad, las Tablas Destino y Origen (TOD) integradas dentro del Sistema Europeo de Cuentas de la Contabilidad Nacional de España (CNE) constituyen la fuente primaria de datos. Se opta por las tablas TOD en detrimento de las Tablas Input Output ya que CNE únicamente publica las TIO cada cinco años. De las mismas se obtienen los datos de producción, consumos intermedios, importaciones, peso relativo de la renta de los factores productivos en el total del valor del producto, así como los impuestos por ramas en euros corrientes. A partir de mayo 2005 el INE estrenó una nueva base, la base 2000, que vino a sustituir la anterior base 1995. Las tablas origen y destino para los años 1995-2000 están publicadas en base 1995 y las TOD 2000-2007 en base 2000. En la medida que esta investigación abarca el periodo 1995-2007, ambos incluidos, es necesario enlazar las dos series.

La base 2000 introduce algunas novedades entre las que cabe destacar un cambio en la contabilización y medición de los Servicios Financieros Medidos Indirectamente (SIFMI), en la medición de los grandes agregados a partir de índices de volumen encadenados y por último, en la incorporación de nuevas fuentes de información procedentes de distintas encuestas como son las de Población (censo 2001), Empleo (EPA 2005), Servicios, Industrias y AAPP. Por otro lado las dos bases se hacen de acuerdo a distintas clasificaciones. Ambas bases siguen la Clasificación de Actividades CNAE-93 para las ramas de actividad y la Clasificación Nacional de Productos por Actividades CNPA-96, aunque en la base 2000 aparecen desagregadas 75 ramas frente a las 72 de la

base 95 y 118 productos frente a los 110 (más la rama ficticia SIFMI) de la base más antigua

6.1.2. Cobertura de ramas y bienes

La base de datos para el cálculo de la PTF se desarrolla con un nivel de desagregación de 64 ramas de actividad de la CNAE-93. Debido a la dificultad de hallar un índice de precios para la producción de los servicios de no mercado que desvirtúe el análisis de productividad (ya que la “solución” de valoración al coste de los inputs es equivalente a un crecimiento nulo de la PTF) se ha optado, en línea con la recomendación de la OCDE, por eliminar del análisis las ramas de los servicios de no mercado. (AAPP, Sanidad y servicios sociales de no mercado y ISFLSH, Educación de no mercado y ISFLSH, Saneamiento Público de no mercado, Actividades recreativas y culturales de no mercado y ISFLSH).

En el anexo AI.1 se detallan las ramas con sus correspondientes códigos (dos dígitos) de la CNAE-93. Con respecto a la desagregación por productos que interviene a la hora de elaborar deflatores se han mantenido 101 productos de mercado de la CNPA-96 (los ocho productos de no mercado se han excluido), recogidos en la lista del anexo AI.2.

6.1.3. Consistencia de la base de datos

La base de datos se ha desarrollado persiguiendo el objetivo de garantizar la coherencia con los datos de la Contabilidad Nacional de España. Si bien no existen matrices de las tablas origen y destino para el periodo analizado en una única base, sí se pueden encontrar series de los principales agregados en euros nominales expresados en una misma base (base 2000) para el periodo que nos ocupa. El criterio de aplicación de los datos de CNE ha sido imputar los datos agregados de CNE base 2000 a estructuras más desagregadas (ya sea de producto, factor productivos, impuestos, etc) extraídas de la propia Contabilidad Nacional pero en otra base, series trimestrales, de otras fuentes oficiales o incluso generadas por modelos de ajuste de matrices biproporcional (RAS). De esta manera se logra la coherencia de los datos desagregados por ramas con los principales agregados de la contabilidad nacional en base 2000 en euros nominales.

En la medida que los datos que se integran en el cálculo de PTF están expresados como índices, calculados como se verá más adelante a partir de valores de volúmenes y precios, es necesario preguntarse qué sucede con la coherencia en euros reales. Pues bien, en primer lugar, los datos de CNE en euros constantes no se pueden aprovechar. Efectivamente para la base 1995, CNE publica datos en euros reales para las macromagnitudes pero estos datos no son aprovechables puesto que los datos para los años 1995-2000 se han enlazado a la base 2000 y por lo tanto no sería correcto utilizarlo. Para el resto de los años, hay que recordar que CN introduce como novedad (entre otras) el uso de la índices de volúmenes encadenados y por lo tanto deja de publicar macromagnitudes expresadas en euros constantes.

Pero además, es necesario a su vez asegurar la coherencia interna de la base de datos para respetar las relaciones interindustriales entre las ramas así como garantizar el cumplimiento de la igualdad entre los recursos disponibles y los recursos empleados para el conjunto de la economía. Esta coherencia interindustrial de datos desagregados por ramas se mantiene para los euros nominales y para los euros constantes⁷.

⁷ Cualquier desajuste entre los recursos y los empleos en euros constantes recae sobre el consumo final

6.1.4. Dificultades y líneas de actuación

Para el cálculo de la variación del índice de la PTF definida como residuo en el marco de la contabilidad del crecimiento para cada uno de las ramas de actividad de la economía española para los años del periodo 1996- 2007, se requiere una ingente cantidad de datos que abarca todos los aspectos de la economía desde el lado de la oferta desagregados hasta las 64 ramas de actividad de no mercado. Puesto que por construcción el índice de PTF definido como residuo integra en su valor cualquier error en la medida del volumen de inputs y de la producción, la calidad o precisión de estos datos, es de suma importancia. Para asegurar un nivel alto en la calidad de los datos, se ha desarrollado la base de datos siguiendo las siguientes líneas de actuación.

- i. Para valores nominales de producción o de factores productivos, se ha priorizado el uso de los datos de la Contabilidad Nacional (series anuales o en su defecto cuentas trimestrales) ante cualquier otra fuente. Tras la homogenización de las series (SIFMI,) enlaces oportunos entre las distintas bases (1995 y 2000) y ajustes por los Impuestos netos sobre la producción, se ha repartido el total para el conjunto de la economía para la totalidad de las ramas (de las que luego se excluyen las ramas de no mercado). Para los valores agregados, cuando no ha sido posible utilizar datos de CN, se han utilizado datos publicados por organismos oficiales (INE; OCDE), siendo, por lo tanto, el uso de datos de fuentes privadas la última opción.
- ii. Para determinar la estructura de reparto de los valores agregados consistentes con la CN, se ha optado por tomar la estructura que se deriva de las tablas TOD (previo enlace), en su defecto, las estructuras que se derivan de la series de CN u otras fuentes como la EPA, y finalmente el método de ajuste biproporcional de matrices (RAS) tanto para las importaciones como para los consumos intermedios.
- iii. Por el contrario, para estimar los deflatores de los productos y servicios, se ha recurrido al uso del dato con el mayor nivel de desagregación posible, utilizando multitud de fuentes adicionales, distinguiendo entre productos nacionales y productos importados. En el segundo capítulo de esta tesis, en los casos, en los que se han producido importantes cambios en la calidad de los bienes o servicios como en los de las tecnología de la información y comunicación, se optará por introducir dos tipos de deflatores y analizar sus consecuencias sobre los valores de la PTF en la producción de estos bienes.
- iv. Cuando a pesar de todo lo anterior, no ha sido posible disponer de un dato, se ha optado por una estimación por globo⁸ o bien por extrapolación. A pesar de las líneas de actuación que se han seguido para el desarrollo de la base de datos y tal como se explica en cada uno de los índices estimados, el recurrir a supuestos simplificadores ha sido inevitable.

7. Cuenta de producción

Los datos de producción que aparecen por ramas en las tablas de origen valorados a precios básicos no son directamente utilizables en la medida que los datos para el periodo 1995-2007 están expresado en dos bases distintas (1995 y 2000). Antes de usar cualquier dato de las tablas de la serie 1995-2000 en base 95, es necesario homogeneizar

⁸ Ante la falta de un dato con el nivel de desagregación perseguido se aplica el dato disponible con el nivel de agregación mas cercano, siguiendo la recomendación de María Luisa Moltó del INE.

los cambios metodológicos, es decir incorporar a la base 95 los cambios introducidos por la base 2000.

7.1. Homogeneización de la bases 1995 y 2000

El cambio con respecto a la base 95 más relevante que afecta los datos de producción es el nuevo tratamiento de los Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente (SIFMI) que introduce la base 2000. Para ello, se debe disponer de los datos originales de los SIFMI en base 1995 y rehacer las series 95-2000 con la metodología de imputación utilizada en la base 2000. Una vez depuradas esas diferencias y considerando que las demás diferencias se deben a la incorporación de nuevas fuentes estadísticas, puesto que es imposible disponer de los datos para el periodo 95-2000 que hubieran resultado de haberse utilizado las fuentes estadísticas que introduce la base 2000, se realiza un enlace aproximado considerando que la base 2000 refleja mejor la realidad económica de los años más recientes e introduciendo el supuesto de que estos cambios se han ido produciendo de manera gradual y progresiva en los años anteriores. Esto se refleja (como se explicará más adelante) en un coeficiente de ajuste no único. Debe decirse que este supuesto constituye una novedad con respecto a la base de datos de EU-KLEMS, que considera que las nuevas fuentes tienen un impacto en las distintas magnitudes idéntico para cada uno de los años y por tanto aplica un coeficiente de ajuste único para cada magnitud. Una vez realizado este enlace se utilizan las ponderaciones de la base 95 para distribuir por ramas el valor de la producción agregada de la CNE en base 2000.

7.1.1. *Ajuste de los Servicios de Intermediación Financiera medidos Indirectamente (SIFMI)*

El primer ajuste necesario para enlazar las dos bases afecta la contabilización de los Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente (SIFMI). De manera general los SIFMI, como su nombre indica, se originan porque la remuneración que obtienen los intermediarios financieros por sus operaciones de depósitos y préstamos no es cobrada como tal, directamente, a sus clientes si no que está incluida en el coste del préstamo o como menor remuneración del depósito. Dicho de otro modo el pago de intereses que un usuario paga a las instituciones financieras puede descomponerse teóricamente en dos partes: el montante que refleja el coste del préstamo (asociado a una tasa de referencia) más el resto que refleja el precio de los servicios prestados por dichas entidades. En la medida que dicha descomposición es únicamente teórica la remuneración que obtienen los intermediarios financieros es obtenida de forma indirecta.

En la base 95 de la CNE y de acuerdo con el reglamento SEC 95⁹, los SIFMI eran producidos por la rama de actividad Entidades Financieras (65) y como producto de servicios de Intermediación Financiera (CNPA-96) pero su uso no se asignaba a sectores o ramas de actividad usuarias de dichos servicios sino que se imputaba su totalidad como consumo intermedio de una rama ficticia SIFMI. Por ello, en las tablas de origen de la base 1995, el valor de la producción SIFMI aparece en el cruce de la columna SIFMI con la fila producto de los servicios de Intermediación Financiera y en la tabla de Destino aparece en la columna de la rama ficticia SIFMI un consumo intermedio igual al valor de los SIFMI, una producción nula y un valor añadido negativo igual al valor de los SIFMI.

⁹ El SEC-95 determina con precisión qué agentes son productores pero sin embargo no establece con precisión la distribución de su uso entre las ramas.

Junto con las novedades metodológicas que introduce el cambio de base y que se refieren a la determinación de las ramas usuarias, como el destino de su uso y el establecimiento de los sectores de tales servicios, el Banco de España, a través de la Nota Estadística nº 3 del Departamento de Estadística y Central de Balances, revisó los valores de los SIFMI que esta institución publicó en su Nota Estadística nº 1, relativa a los SIFMI. Por otro lado, los datos difundidos por el INE a partir de mayo 2005 en base 2000 y posteriores tienen en cuanta estas revisiones. Por lo tanto a la hora de enlazar las dos bases únicamente se deben modificar los valores de las series en base 1995.

El ajuste de los SIFMI de las tablas 1995-1999 en base 95 pasa por responder a tres las cuestiones. La primera, sería ¿quiénes son las ramas productoras de SIFMI?, la segunda ¿cuál es el valor de la producción SIFMI? y por último ¿qué ramas y en qué proporción son usuarias de los SIFMI?

- i. Con respecto a la primera pregunta, sobre quién produce los SIFMI, el Banco de España establece que únicamente los sectores S.121 Banco Central y el S.122 otras Instituciones Financieras Monetarias son productoras de SIFMI, calculándose el valor de la producción básicamente sobre los instrumentos de depósitos, créditos y valores distintos de acciones.
- ii. La segunda pregunta, ¿qué valores adoptan? tras la publicación de la primeras estimaciones de los SIFMI recogidas en su Nota esta 1, el Banco de España revisó esto valores y publicó sus resultados en la nota estadística 3. Los valores son muy similares por otro lado a las primeras estimaciones salvo en lo que relativo a la inclusión de los SIFMI del Banco de España, valor no incluido en la primera estimación. El ajuste que hay que realizar en la tabla de origen, consiste en restar del valor de la producción de la rama *servicios de intermediación financiera* el valor que aparece en la rama ficticia de la correspondiente tabla de destino y añadirle el valor publicado en la nota estadística del BE en la rama 65 con el cruce de la fila producto que incluya los subproductos que generan SIFMI.

Por último, una vez establecidos los valores de producción SIFMI y acotada la parte de los SIFMI destinada a consumo intermedio, es necesario determinar los sectores y subsectores usuarios de SIFMI y establecer un criterio de reparto. De acuerdo con la Nota Estadística nº 1 del BE, los sectores usuarios de SIFMI lo hacen en calidad de consumo intermedio, a excepción del sector de los Hogares que son por naturaleza consumidores finales de cualquier bien o servicio. Con respecto a los sectores usuarios como consumos intermedios, el banco de España establece tres grupos: las Instituciones financieras, las Instituciones no Financieras y por último aparece la parte de los hogares en dimensión de generador de bienes y servicios por cuenta propia (lo que equivale básicamente los alquileres) junto con el consumo intermedios de las AAPP y ISFLH. El detalle de estos sectores e instituciones así como su correspondencia con la Clasificación de Actividades Económicas CNAE -93 se presentan en detalle en el anexo AI.3.

Con respecto a la asignación de los SIFMI a las ramas usuarias, en la medida que la valoración de los SIFMI se hace de acuerdo a una clasificación sectorial de la economía, es necesario introducir un criterio de reparto entre las ramas usuarias. Tal como recoge el documento del BE, así como el documento de trabajo del IVIE, *Distribución de los servicios de intermediación financiera medidos indirectamente (SIFMI) por sectores institucionales y por ramas de actividad*, así como el propio reglamento se procede a distribuir lo SIFMI de acuerdo al valor añadido de cada rama.

Hay que tener en cuenta que en la medida que la producción de las AAPP y de las ISFLH se contabiliza de acuerdo a sus costes (consumos intermedios, sueldos y salarios) hay que

incrementar el valor de la producción de estos sectores por el valor de los consumos intermedios en SIFMI. Finalmente el resto de los SIFMI destinados a consumo final de los hogares, así como a la exportación también incrementan el valor total de los recursos empleados o generados de la economía.

7.1.2. Enlace de las bases

Una vez ajustada las TOD de los años 1995-1999 a la nueva metodología de contabilización de los SIFMI que introduce la base 2000, se procede a enlazar las series de producción a precios básicos de las TOD 1995-2000 en base 95 a la base 2000. El INE publica la TOD del año 2000 en las dos bases por lo que se calcula un coeficiente r de ajuste para una magnitud x , como cociente entre el valor de x en base 2000 y el valor de x en base 1995.

$$\text{Sea, } r_x = \frac{x^{base\ 2000}}{x^{base\ 1995}} \quad (1.30)$$

El impacto del ajuste se reparte entre los años del periodo (menos uno puesto que se asume que los cambios afectan a partir del año 1996)

$$d = r_x^{1/5} \quad (1.31)$$

Su aplicación se realiza de manera progresiva, designando por i el año al que se refiere el dato y siendo T un coeficiente definido como $T=0$ para 1995, $T=1$ para 1996 ... $T=5$ para 2000, el valor de la variable X en el año i ajustada a la base 2000, se calcula,

$$X_i^{ajust2000} = d^T * X_i^{base1995} \quad (1.32)$$

Las magnitudes a las que se aplican los coeficientes de ajustes correspondientes son las agregados por ramas que intervienen en la producción, en concreto los consumos intermedios totales por ramas, la remuneración de los trabajadores por ramas (y por trabajo equivalente por ramas), el excedente bruto de explotación por ramas, los impuestos netos sobre los productos. Por agregación se obtiene el valor añadido y la producción por ramas de actividad.

7.2. Coherencia con los datos de CNE

Una vez enlazadas las dos bases es necesario asegurar la coherencia con los datos de la Contabilidad Nacional de España en base 2000 para los años 1995-1999. Para ello, se usa la serie de Contabilidad Nacional Trimestral de España, Cuentas no financieras, total de la economía (S1) base 2000 y para los años 1995-2000. De la cuenta de explotación se toman directamente los datos de *Remuneración asalariados, excedente bruto de explotación/renta mixtas*. Con respecto a los impuestos, los datos de CNT *Impuestos totales sobre la producción e importaciones* no son directamente aplicables a la estructura de las tablas TOD. Es necesario repartirlos en la tabla de destino entre los impuestos netos sobre los productos y entre los impuestos netos sobre los productos que forman parte de la demanda final (se usan las ponderaciones de las tablas TOD 95-99). Así, los datos de valor añadido se obtienen directamente como:

$$VA_{pb} = PIB_{CNE} - \text{impuestos netos}^{10}$$

¹⁰ Impuestos netos=Impuestos netos sobre productos (demanda intermedia)- impuestos netos sobre productos (demanda final).En el anexo AI.4 se desarrolla en detalle en tratamiento de los impuestos y subvenciones en la TDO.

A partir de la estructura de las Tablas Destino ajustadas por los SIFMI y enlazadas a la base 2000, se reparten los datos de Remuneración Empleados, Excedente Bruto de Explotación, Impuestos netos sobre los productos e Importaciones por ramas de la CN. Además, se reparte la producción en la tabla de origen por rama y producto manteniendo la estructura por ramas y productos de las tablas de origen 1995-99, una vez ajustadas por los SIFMI y enlazadas la base 2000.

Una vez estimados los totales por ramas de los agregados principales, es necesario estimar la matriz de la tabla de origen para los años 1995-1999. La matriz de origen para los años 1995-1999 se estima a partir del método biproporcional de ajuste de matrices RAS, propuesto por Leontief (1963) y que Naciones Unidas recomienda para la actualización de los coeficientes técnicos de la matriz de las TIO a partir de los datos anuales de la contabilidad nacional. El método RAS es un método que resuelve un problema de ajuste de una matriz para que concuerde con los nuevos datos totales por ramas y productos de la CNE mediante el cálculo iterativo.

Para la estimación de la matriz de origen (así como de la matriz de consumos intermedios de origen interior y de la matriz de consumos intermedios de origen importados) se desarrolla el método RAS a partir de la aplicación propuesta por A. Pulido y E. Fontela en *Análisis Input-Output modelos, datos y aplicaciones* (1993), para lo que se diseña un algoritmo matemático de proceso de cálculo iterativo o por etapas repetidas, utilizando Excel, que finaliza cuando las matrices convergen en los vectores de producción de productos (columna) y de producción por ramas (fila).

7.3. Matriz de deflatores de la tabla de Origen

Para generar el índice de producción Törnqvist por ramas es necesario calcular los valores en euros constantes de los bienes y servicios producidos por cada rama, es decir generar la matriz de la tabla de origen en euros constantes. Para ello se debe disponer de los correspondientes deflatores de cada uno de los productos y servicios generados por cada una de las ramas.

Evidentemente esta ingente cantidad de datos no se encuentra publicada por organismos oficiales y para poder avanzar en los cálculos es necesario adoptar la hipótesis de que cada producto (aunque en realidad sea un mix de productos) se produce a un único precio igual para todas las ramas, lo que se traduce en un único deflactor para cada fila de producto de la tabla origen. En la medida que el valor de estos deflatores condiciona en un alto grado el valor resultante de la PTF como residuo, se han elaborado con una exigencia notable de rigor y precisión. Con este fin, se han consultado y comparado múltiples fuentes y siempre que ha sido posible se ha optado por el índice de precios más desagregado. Para su agregación hasta el nivel de la CNPA-96 se han utilizado ponderaciones de la Encuesta Industrial y la Encuesta de Producto. Se mencionan a continuación por tipos de productos las fuentes consultadas para la elaboración de los deflatores.

7.3.1. Deflatores de las manufacturas y de la energía

Para los productos industriales se han explotado los datos del Índice de Precios Industriales (IPRI) publicado por el INE. En concreto, se usa la serie del IPRI en base 2005 (CNAE-09 para las Ramas, y PRODCOM para los productos) puesto que el nivel de desagregación en esta base permite estimar los índices de precios de los productos industriales (y de la energía) de las TOD con mayor precisión.

El IPRI en base 2005 presenta información para 90 ramas del CNAE-09 lo que se puede explotar para estimar los 54 índices de precios de los bienes que aparecen en las TOD. El usar esta base permite no abusar de la estimación por globo, algo inevitable cuando se usan otras bases con una desagregación por ramas de tan sólo 25-29 ramas.

Para su imputación por productos se ha utilizado la correspondencia, primero, entre la CNAE09 y la CNAE93 y, después, entre esta última y la CNPA96. Si bien para algunos productos la equivalencia es directa para unos 25 productos la imputación no es inmediata.

Para varios productos¹¹ ha sido necesario hacer uso de las ponderaciones del IPRI en esta base por secciones para agregar a nivel de agregación de las TOD, así como la Encuesta Industrial de Empresas (2008) y la encuesta industrial de productos (EIAP2005).

Para construir los deflatores de los Inmuebles residenciales y Otras Construcción, se consultan fuentes distintas. El índice de precios de inmuebles residenciales se ha estimado a partir de la serie mensual para los años 1995-2007 de Precio del m² de la Vivienda Libre, publicado por el Ministerio de Fomento y Asociación Hipotecaria Española. Para estimar los índices de precios de Otras Construcciones se ha estimado un índice de los precios de la construcción a partir de los insumos y costes laborales (mano de obra y materiales de construcción) empleados para la producción que aparecen en las TOD. Los distintos índices de precios de materiales se toman de la serie mensual del Boletín Mensual de Estadística, Mayo 2011 de Construcción, en concreto de la serie de Índices de Precios de materiales, nacional y mano de obra.

Para el índice de precios de los Metales no ferrosos se ha construido un índice a partir de los datos de producción y precios de los principales metales no ferrosos (fundamentalmente cobre y cinc), de la publicación anual de Panorama Minero del Instituto Geominero de España. Con respecto a los productos minerales de hierro se ha estimado un índice de precios a partir de las cotizaciones internacionales del mineral de hierro del *IMF Primary y Commodity prices* y del tipo de cambio del dólar.

Para índice de precios de productos de reciclaje se ha tomado el Índice de Precios industriales para el conjunto de los bienes intermedios.

Para los productos de la agricultura, silvicultura, ganadería y pesca se ha utilizado la serie de los Precios Percibidos por los Agricultores del Ministerio de Agricultura recurriendo a su índice general cuando no existe un desglose equivalente. Para el deflactor de los productos de la silvicultura se ha consultado con una empresa nacional representativa del ramo.

7.3.2. Deflatores de los servicios

Para los servicios, se han utilizado la series de Índices de Precios al Consumo en distintas bases, en concreto la base 92, (para años 1995-2000), la base 2001 (para los años 2001-2005) y la base 2006 (para el 2006 y 2007) recurriendo a las ponderaciones de cada uno de las bases para enlazarlas y expresarlas en base 2000. Los precios del IPC son precios

¹¹ 10-Antracita hulla lignito; 14 Metales no ferrosos ni energéticos, 152/153/156 ; 17 Productos textiles, 18 prendas de vestir, prendas de piel, 20, Madera y corcho; 22 productos de la edición y artes gráficas; 244 productos farmacéuticos, 243/245-247; 252 Productos materias plásticas; 40 artículos cerámica, 27 Productos de la metalurgia; 28 productos metálicos; 291/292/294-296 otras maquinarias; 30 maquinaria oficina, equipo informático, 31 maquinaria y material eléctrico; 323 Reproducción de imagen y sonido, 321-322 otro material electrónico; 33 Instrumento médico quirúrgico de precisión; 342-343 carrocería y piezas motor para vehículos; 354/355 otro material electrónico; 361 Muebles; 362-366 otros artículos manufacturados

pagados por los consumidores finales, o precios de adquisición, y por lo tanto se alejan de los precios básicos (concretamente incluyen márgenes comerciales, costes transportes e impuestos) por ello se completan en la medida de lo posible con otros indicadores de precios como es el Índice de Precios del Sector Servicios base 2006 en concreto para explotar los datos de 2007 y ajustar para el conjunto de los años los precios de los servicios de correos y telecomunicaciones, transporte aéreo y actividades informáticas.

Para los servicios que son márgenes comerciales como es el caso del Comercio y reparación de vehículos motor, Comercio al por menor, Comercio al por mayor e intermediarios y Comercio al por menor y reparaciones de efectos personales, se toman los deflatores de la base de datos del EU-KLEMS para España.

8. Cuenta de bienes y servicios intermedios

Las tablas destino TD proporcionan matrices de los consumos intermedios totales por rama y producto (de origen importado y de producción nacional) valorados a precios básicos en ambas bases. Aunque el criterio de valoración de los consumos intermedios debiera hacerse desde el lado del productor, es decir al precio de adquisición que el productor paga por los bienes intermedios, en la base 95 los datos de la matriz de destino únicamente están disponibles a precios básicos, por lo que se opta por esta valoración para la matriz de los consumos intermedios de origen nacional. Además, los consumos intermedios de bienes y servicios de origen importado se valoran a precios fijos CIF, siendo por lo tanto el deflactor de cada producto la suma ponderada del deflactor de CI interiores y del deflactor de las importaciones, siendo los ponderadores igual al peso del valor de las importaciones y de los CI en el total de los CI respectivamente.

8.1. Matriz de Consumos intermedios en euros nominales

8.1.1. Matriz de consumos intermedios totales

El enlace de los datos del total de consumos intermedios (CI) de la tabla de destinos para los años 1995-2000 base 95, se hace aplicando el mismo método de ajuste progresivo explicado anteriormente para la producción.

Para hallar la matriz de consumo intermedio para los años 1995-2000 enlazada a la base 2000, se aplica el método RAS para cada uno de los años 1995-1999, a partir de los CI totales de cada rama y de la demanda intermedia total de cada producto. Se opta por tomar los vectores de demanda intermedia (DI) y de CI valorados a precios básicos, puestos que los consumos originales (el valor de cada celda) únicamente viene valorados a precios básicos. Aunque en las tablas en base 2000, el INE publica tanto por celda como por totales a precios básicos y a precios de adquisición, esto no es así en la base 1995.

8.1.2. Matriz de consumos intermedios de origen importados en euros nominales

La matriz de los consumos intermedios de las tablas de destino en ambas bases tanto por productos como por ramas está valorada a precios CIF¹² (hasta la frontera del país importador, es decir están incluidos los servicios de transporte hasta el país de destino). Se realiza el enlace de los datos de CI importados aplicando el procedimiento de ajuste para el enlace de la base empleado anteriormente. Esto se hace tanto por total de los CI

¹² En la medida que estos servicios a veces son producidos por residentes en el territorio económico hay que descontarlos del total de la producción para evitar su doble contabilización (ajuste que aparece en las tablas de origen).

importados por ramas (por total de cada columna) como para la DI de importaciones (por total de cada fila).

Para asegurar la coherencia con los datos de importaciones de la CNE en base 2000 para los años 1995-1999, en la medida que el INE no publica datos de importaciones anuales de demanda intermedia sino que únicamente publica el total de las importaciones, se mantienen el peso de la DI de importaciones sobre el total de las importaciones que se deriva de las TOD en base 95 y se aplica a los datos de importaciones totales CNE en base 2000 para los años considerados. Además como los datos de importaciones de CNE están valorados a precios FOB y las importaciones en las tablas destino, se valoran a precios CIF, es necesario realizar un ajuste a los datos de la CNE antes de su desagregación entre DI y demanda final¹³.

8.2. Deflatores de los consumos intermedios: deflatores de CI importados y nacionales.

Con ánimo de afinar la estimación de los deflatores de los CI totales, se distingue entre los bienes de origen importados y los bienes de producción nacional por lo que es necesario estimar deflatores de los CI importados y deflatores de CI producidos en el país. Para ambos tipos de deflatores, se acepta la hipótesis de que todas las ramas pagan el mismo precio por el bien o servicio importado o de producción nacional. Para los CI de origen nacional, a pesar de que los CI deberían de valorarse a precios de adquisición ya que es lo que percibe el productor por la venta de sus bienes y servicios, en la medida que en la base 95, las tablas destino únicamente están valoradas a precios básicos, se utilizan los deflatores de los productos y servicios que se han utilizado para deflactar las tablas de origen.

Para estimar los precios de los CI de origen importado se ha recurrido a distintas fuentes estadísticas. Así, para los precios de crudo se toman los datos del Ministerio Energía para los años 1995-2007. Para estimar el precio de los productos intermedios importados se recurre a las series históricas mensuales del Índice de Valor Unitario CNPA-96, base 2000 con correspondencia CNPA-96, por agrupaciones Marco Input-Output, del Ministerio de Economía de la SGAM. Cuando el nivel de desagregación es inferior al contemplado en esta base se recurre a una estimación por globo. Para los productos antracita, hulla, lignito y turba se han explotado los datos de Panorama minero del Instituto Geominero de España construyendo un índice a partir de los datos de volúmenes de producción e importados y precios unitarios para cada uno de los años del periodo 1995-2007.

Los valores de los consumos intermedios en euros constantes de cada celda se obtienen como suma de los CI origen importado, previamente deflactados y de los CI de origen interior previamente deflactados utilizando los deflatores de los productos y servicios producidos en el interior

9. Cuenta del factor trabajo

El índice de servicios de trabajo agregado L, siendo H_i el número de horas efectivas trabajadas por cada tipo i de factor trabajo empleado en la rama j y para un periodo de tiempo t se calcula como:

¹³ En base 2000, $(M + \text{ajusteCifFob} + \text{compras residentes})^{\text{tabla destino}} = M^{CNE}$

En base 1995, $(M - \text{Impuest. productos} + \text{ajusteCifFob} + \text{compras residentes})^{\text{tabla destino}} = M^{CNE}$

$$\Delta \ln L_{jt} = \sum_i \bar{s}_{ijt}^L \Delta \ln H_{ijt} \quad (1.33)$$

En donde la ponderación \bar{s}_{ijt}^L es la media aritmética del peso de cada tipo de trabajador i en la renta laboral total de esa rama entre el periodo actual y el anterior, que se calcula como,

$$\bar{s}_{ijt}^L = \frac{1}{2} (s_{ijt}^L + s_{ijt-1}^L) \quad (1.34)$$

$$s_{ijt}^L = \frac{W_{it}^j H_{it}^j}{\sum_i W_{it}^j H_{it}^j} \quad (1.35)$$

Siendo w la ganancia media por hora de trabajo del trabajador i

Con el objetivo de captar la heterogeneidad del factor trabajo, se construye un índice de servicios laborales, con una diferenciación del trabajador por sexo, nivel de educación alcanzado (agregado en tres categorías), y tipo de relación laboral (por cuenta propia o por cuenta ajena). De esta manera surgen para cada una de las ramas de actividad doce tipos de trabajadores ($2 \cdot 3 \cdot 2$) lo que supone un mayor rigor en la medición del factor trabajo con respecto a otras aproximaciones más burdas, basadas en el empleo por ramas.

Es necesario, por lo tanto disponer por un lado de las horas efectivas anuales por ramas para cada uno de los 12 tipos de trabajadores así como el peso de su correspondiente retribución en el total de la rama para el periodo considerado.

Para la elaboración del índice de servicios laborales para cada rama y para el periodo considerado, se consultan varias fuentes como la Encuesta de Población Activa y micro datos de la EPA, la Encuesta de los Salarios en la Industria y los Servicios, la Encuesta de Estructura Salariales, la series Contabilidad Nacional de España base 2000 por ramas, Convenios colectivos de distintos sectores y empresas para los años 1995-2007.

9.1. Cantidad de trabajo medida en horas de trabajo

La cantidad del factor trabajo, debe medirse en horas efectivas trabajadas tanto de los trabajadores asalariados como de los trabajadores por cuenta propia según las recomendaciones de la OCDE.

Para los datos de las horas efectivas para los años 1995-2007, se utiliza la serie *Remuneración y empleo por ramas de actividad* de la Contabilidad Nacional en base 2000. De los datos de horas efectivas de los asalariados por diferencia con las horas totales se dispone de las horas efectivas totales por cuenta propia. Contabilidad Nacional publica estos datos con una desagregación muy inferior a la perseguida en esta tesis. En base 2000, la CNE publica datos de las horas totales para un nivel de desagregación de 95 ramas de actividad entre las que sin embargo no se encuentran varias de las contempladas en esta tesis. Para los años 1995-1999, los datos de CNE en base 2000 únicamente se encuentran publicado con una desagregación de 5 ramas. Para generar la serie de horas efectivas totales por ramas de actividad para el periodo 1995-2007 es necesario hallar o estimar a partir de diversas fuentes una estructura de reparto de las horas totales de la CNE entre las 64 ramas.

Es interesante destacar que cualquier ponderación relativa al número de ocupados o Empleo Equivalente, no debe usarse, puesto que recurrir a ellas, es equivalente aceptar implícitamente que todos los trabajadores trabajan el mismo número de horas y vendría a ser lo mismo que medir el factor trabajo por número de ocupados, lo que precisamente se quiere evitar.

9.1.1. Desagregación de horas a las 64 ramas de actividad

Para determinar la estructura de las horas totales por ramas se consulta la Encuesta Industrial de Empresas para las ramas de la industria y de la energía (para la rama de *coquerías, refino y combustibles nucleares* se recurre a la Encuesta de Salarios en la industria y los servicios). El desglose para las ramas de la industria es incluso más desagregado que el perseguido en esta tesis por lo que por agregación se obtiene la estructura de las horas de las 28 ramas que conforman la industria para los años 1995-2007.

Para las ramas de los servicios de mercado no colectivos se consultan los datos de la Encuesta de salarios en la industria y los servicios (número de horas por trabajador y mes divisiones CNAE-93).

Para las ramas de servicios destinados a la comunidad (Educación de mercado, Sanidad y servicios sociales de mercado, Saneamiento público de mercado y Actividades recreativas y culturales de mercado), las series de Contabilidad Nacional, agregados por ramas en base 2000 no distinguen entre las horas totales de estos servicios destinados a la venta y los que se proveen desde la administración pública, proporcionando un único datos para las horas de las ramas M, NN y OO de la CNAE-93.

Como ya se ha expuesto anteriormente, en esta tesis se ha descartado del análisis de la PTF, las ramas de servicios de no mercado por la complejidad que supone hallar índices de precios de estos servicios desligados del valor de sus costes. Por ello es necesario imputar las horas efectivamente trabajadas para la provisión de los servicios de no mercado en la medida que por diferencia se obtendrán las horas efectivamente trabajadas en los servicios de educación de mercado, sanidad de mercado de servicios de actividades recreativas y asociativas de mercado así como de saneamiento público de mercado.

Para ello se han explotado los micro datos de la EPA y se han ajustado por sectores y por la naturaleza de la provisión del servicio (de mercado y de no mercado) a partir del método de ajuste biproporcional de matrices (RAS). Para ello, se parte de los datos agregados por ramas- sin distinción de mercado y no mercado- de la serie de horas efectivas y de los datos que publica CNE del total de horas efectivas de servicios de no mercado, así como de los totales de servicios destinados a la comunidad de no mercado y de mercado, deducibles de los datos de Contabilidad Nacional. Por otro lado, se explotan los datos que publica la encuesta de Población Activa, sobre horas trabajadas semanales por ramas de actividad y en concreto los datos de los servicios que nos interesan y lo que es más importante por tipo de sector (público y privado). De los mismos, se calcula una estructura de reparto a la que se ajustan por etapas los totales de CN por el método de ajuste biproporcional de matrices, RAS. El esquema que sigue sintetiza la relación entre los datos de los que se dispone (CN) y los datos que se pretende estimar.

horas efectivas	sanidad	educación	servicios recreativos	total
de mercado	?	?	?	CN
de no mercado	?	?	?	CN
total	% EPA	% EPA	% EPA	CN

Los totales (CN) son datos publicados por CN y el reparto del total por ramas se realiza a partir de la estructura que se deriva de los datos de la EPA. La matriz se estima mediante el método RAS.

El disponer de horas efectivas para cada uno de los servicios de no mercado constituye una aportación con respecto a otras bases de datos o trabajos de investigación anteriormente publicados. Así en la base de datos EU KLEMS los servicios colectivos están agregados por actividad sin distinguir si el servicio es o no de mercado. Implícitamente la base de datos EU KLEMS acepta que las horas trabajadas por trabajadores del sector público y por los del sector privado en estas ramas son las mismas, supuesto que en esta tesis no hace falta asumir.

Para las ramas de la agricultura (01), selvicultura (02) y pesca (05) se explotan los datos anuales sobre jornada pactadas de los convenios colectivos publicados por Ministerio de Trabajo. Estos datos junto con los Puesto de trabajo equivalente a tiempo completo (cuyos valores en base 2000 se distribuyen entre las tres ramas en cuestión a partir de las TOD base 1995) son utilizados para hallar la estructura por grupos de las horas efectivas de trabajo totales de estas ramas.

Por definición, el agregado Puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo (PTEC) por rama y para cada año, se calcula como sigue¹⁴,

$$PTEC = \frac{\text{Horas totales}}{\text{Horas jornada pactada}} \quad (1.36)$$

EL producto de la jornada pactada por número de puestos equivalentes a tiempo completo nos proporciona una idea de las horas totales efectivas trabajadas a partir de la cual se pueden calcular los pesos de cada sub-rama. Aunque en el numerador aparecen los datos de horas totales y no de horas efectivas trabajadas, se acepta el supuesto de que ambas variables se comportan de una manera muy parecida con respecto a la distribución de las mismas entre ramas.

Para la tres ramas del sector primario (agricultura, silvicultura y pesca) se dispone de datos de puesto de trabajo empleo equivalente (PTEC) (1995-1999, enlazados a la base 2000) y datos sobre la jornada pactada, de cuyos productos se obtienen los totales de horas efectivas para las tres ramas, con lo que se puede calcular la estructura y aplicarla al dato de horas totales de CNE del sector primario.

Una vez se dispone de la estructura de las horas efectivas por ramas para cada uno de los años, se distribuyen los datos de CNE en base 2000 recurriendo siempre al nivel de mayor desagregación.

De la comparación de los datos así obtenidos para el año 2000 y los correspondientes datos de CNE para este mismo año se observa una estructura muy parecida. Se ha comparado con otro criterio de asignación concretamente, el de horas trabajada en la semana por lo ocupados ya que la EPA publica estos datos desagregados para la rama de pesca y de agricultura pero el resultado es menos preciso que con los datos utilizados. En todos estos casos en que se recurre a fuentes adicionales de información (encuesta industrial, convenios colectivos) se introduce el supuesto de que el reparto entre las distintas ramas de las horas de trabajadores ya sea por cuenta propia como asalariados es la misma que la que se desprende de los datos de CNE con una agregación superior, tal como sugiere la OCDE ante la falta de datos desagregados para los trabajadores por cuenta propia.

¹⁴ Siguiendo la recomendación de María Luisa Moltó del Instituto Nacional de Estadística.

9.1.2. *Diferenciación por sexo, niveles educativos, duración de jornada, régimen laboral*

Para repartir las horas efectivas por tipos de trabajador (hombre /mujer) es necesario disponer de datos de horas trabajadas por tipo de trabajador y en su defecto repartirlas a partir de una estructura de reparto que se derive de los datos de ocupados por tipo de trabajador, diferenciando por sexo y nivel de estudios alcanzado. Como aportación de esta tesis, en la construcción del índice de servicios laborales se ajustan los datos de ocupados por sexo/nivel de educación/ y régimen laboral (que se utilizan para tejer la estructura de reparto de las horas efectivas) por un factor que corrige por la duración de jornada. Al introducir este ajuste, se evita el supuesto implícito (en el caso de no corregirlo) de que un ocupado trabaja las mismas horas independientemente de la rama, régimen laboral y género.

i. Diferenciación por género

Una vez obtenidas las horas totales efectivas trabajadas por ramas, para los trabajadores asalariados y por cuenta propia, hay que calcular la fracción de las horas totales trabajadas por hombres y mujeres. En la medida que estos datos no están disponibles, es necesario asignar las horas de acuerdo a la composición de ocupados por sexo para cada una de las ramas para lo que se explotan los datos de la Encuesta de Población Activa. Las series *ocupados* y *asalariados por ramas* y *sexo* nos proporcionan los estructura de hombres y mujeres de las 64 ramas de actividad y tanto para los trabajadores por cuenta propia como para los asalariados.

ii. Diferenciación por niveles educativos

Para asignar por niveles educativos, el total por ramas de hombres y el total de mujeres se usan los resultados detallados anuales de la EPA en concreto las series *Ocupados totales por sexo y rama* y *por nivel de formación alcanzado*. Aquí los niveles educativos se agregan en tres categorías, tal como recomienda la OCDE, *Sin estudios* (analfabetos y educación primaria), *Estudios medios* (educación secundaria /primera y/o segunda etapa y formación e inserción laboral correspondiente y formación e inserción laboral con título de secundaria) y *Estudios superiores* (educación superior y doctorado).

Hay que precisar que la EPA no proporciona datos del nivel educativo alcanzado por régimen del trabajador, (asalariado o cuenta propia) por lo que se introduce el supuesto de que la composición de los trabajadores por niveles educativos es la misma entre los trabajadores por cuenta propia y los asalariados.

iii. Ajuste de los datos de ocupados, por sexo, régimen laboral y ramas, por la duración de la jornada

Una vez obtenidos los datos o proporción de las distintas tipologías de los trabajadores (diferenciación por sexo, por condición laboral y rama) antes de aplicar estos ratios al total de horas trabajadas se realiza un ajuste por la duración de jornada de acuerdo al sexo. Efectivamente y como aportación con respecto a otras bases de datos (EU-KLEMS) se ha considerado necesario ajustar los datos de ocupados de la EPA por un factor que capte la diferencia de la duración de la jornada laboral no solamente entre las distintas ramas, sino además, algo más importante cuantitativamente, entre hombre y mujeres. La EPA proporciona datos (únicamente para el periodo 1996-2004, por lo que se mantienen para años anterior y posteriores) sobre la duración de la jornada por ramas (aunque a un nivel menor de desagregación de él que nos interesa aquí) por relación laboral (asalariado o cuenta propia) y por sexo. Estos coeficientes de ajustes distintos para varias ramas (cuando la desagregación es superior se aplica en globo) y condición laboral y sexo,

corrigen los datos de ocupados, lo que permite romper con el supuesto simplificador de que los hombres y las mujeres trabajan las mismas horas.

Una vez se dispone del número de trabajadores ajustados por la duración de la jornada por sexo, rama, nivel educación, y condición laboral se aplica la estructura resultante a los datos de horas de contabilidad nacional.

9.2. Ganancias por tipo de trabajador

A la hora de calcular el índice de servicios laborales es necesario conocer el valor relativo de la ganancia de cada tipo de trabajador con respecto al total de su rama para cada año ya que dicho valor (valor medio durante dos periodos consecutivos) es la ponderación que acompaña a la cantidad de horas (tasa de variación logarítmica) de trabajo de cada tipo de trabajador.

Sería un error de método, el deducir directamente la renta relativa de cada tipo de trabajador a partir de la masa salarial y el número de trabajadores de cada tipo puesto esto es equivalente a considerar que cada tipo de trabajador es remunerado a la misma tasa, precisamente, algo que se quiere evitar. Idealmente la clasificación y las muestras de donde se recaban los datos de horas como de las ganancias deberían de ser las mismas, aunque esto no siempre se consigue. Contabilidad Nacional publica datos de remuneración para el conjunto de los asalariados empleados por ramas en las tablas Origen Destino. La remuneración de los trabajadores por cuenta propia por ramas coherente con los datos de CNE aparece en la tabla destino incluida en la cifra de Excedente bruto de explotación, por lo que es necesario aislarla de otros componentes.

En primer lugar hay que enlazar las dos bases, algo que se hace a partir de la serie enlazadas de Contabilidad Nacional en base 2000 cuyos totales se distribuyen de acuerdo a la estructura que se desprende de las tablas D y O base-95.

En segundo lugar, los datos del coste del factor trabajo tal como aparecen en las TOD solamente recogen el coste del factor trabajo de los asalariados ya que el coste del factor trabajo por cuenta propia se incluye de acuerdo a los principios contables SEC95 en el excedente bruto de explotación.

Para asignar las ganancias correspondientes al trabajo por cuenta propia se introduce el supuesto, tal como sugiere la OCDE, de aceptar que cada hora de trabajo por cuenta propia es remunerada de media a la misma tasa que cada hora de trabajo asalariado. Por ello, se puede calcular la remuneración total (asalariado o por cuenta propia) del factor trabajo de la rama j en t (RT_{jt})

$$RT_{jt} = RA_{jt} + RA_{jt} * \frac{n^{\circ} \text{trabajadores por cuenta propia}_{jt}}{n^{\circ} \text{asalariados}_{jt}} \quad (1.37)$$

Siendo RA la remuneración de los asalariados tal como aparece en la tabla destino. Finalmente, los totales de CN presentan una desagregación por ramas pero no por tipo de trabajador por lo que es necesario consultar fuentes adicionales y tejer la estructura de ponderaciones de ganancias para los seis tipos de trabajador para cada una de las ramas.

La fuente de datos sobre las ganancias de los trabajadores con una desagregación que pueda ser explotada para lo que nos concierne es la Encuesta de Estructura Salarial (EES) cuya publicación existe para los años 1995, 2002, 2006 y 2007.

Así, se parte de los datos de ganancias por sexo y ramas y se cruzan con los datos de ganancias por ramas en función del nivel de educación. De esta manera se acepta

implícitamente que la relación entre las ganancias por hombres y mujeres se mantiene por niveles de educación en todas las ramas de actividad.

Las series de la EES se encuentran disponibles para los años 1995, 2002, 2006 y 2007, por lo que se recurre a la extrapolación para los años que faltan (1996-2001; 2003-2005).

Cuando la información se publica con una desagregación por ramas inferior a la perseguida en esta tesis, entonces se estiman los datos que faltan por globo¹⁵.

Una vez se dispone de los datos de las ganancias de cada tipo de trabajador en cada una de las 64 ramas de actividad, se calcula el peso relativo de la masa salarial de cada tipo de trabajador i de la rama j sobre la masa salarial total anual de la rama j . Esto proporciona la estructura de reparto de las remuneraciones de los trabajadores, por tipología de cada una de las ramas, que se utiliza para distribuir los datos de Remuneración Total de la rama j mencionada anteriormente.

10. Índice de los servicios del capital

Los datos relativos al factor productivo capital se han tomado de las series publicadas en *El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial en España (1964-2010)*, de Matilde Mas Ivars, Francisco Pérez García y Ezequiel Uriel Jiménez, (2011). Esta base de datos presenta las nuevas estimaciones de capital así como datos territorializados y desagregados por activos, dentro de la línea de investigación iniciada desde hace más de quince años por el IVIE junto con la Fundación BBVA cuyas primeras estimaciones del capital se hicieron en 2005. Para construir el índice de los servicios de capital se usa la serie de *El Stock de Capital Productivo* real (euros 2000) por activos y ramas y la serie de los *Servicios del Capital Productivo* en euros nominales por activos y ramas.

El índice Törnqvist de los servicios del capital se calcula a partir de las tasas de crecimiento del stock de capital productivo para los años 1996-2007 para cada rama. La variación del stock del capital productivo se calcula como la diferencia logarítmica del stock de capital productivo real de los activos del capital ponderados por el valor de los servicios productivos en euros nominales de cada activo con respecto a su total en la rama.

Hay que mencionar que el desglose de la serie de stock del capital productivo en euros constantes y nominales proporcionado por el IVIE /Fundación BBVA es de 43 ramas de actividad, lo que es una desagregación inferior a las 64 ramas contempladas en esta tesis. Para desagregar hasta el nivel contemplado en la tesis, se asigna el stock de capital productivo para las 64 ramas de actividad utilizando los valores del Excedente Bruto de Explotación (enlazados y ajustados por el valor de la renta de trabajadores por cuenta propia) como ponderadores para cada rama, lo que constituye un supuesto simplificador.

Una vez se dispone de la tasa de variación de los índices Tornqvist de los factores productivos es necesario, se pueden estimar las contribuciones de cada uno de los factores productivos al crecimiento del producto por rama, para lo que es necesario disponer del valor de los inputs trabajo, capital y consumos intermedios en el valor nominal del producto de la rama valorado a precios de adquisición.

A los valores que figuran en las TOD, de Remuneración asalariados, Excedente bruto de explotación/Renta mixta, total de empleos, y total producción en euros nominales por

¹⁵ Esto sucede en las ramas producción y distribución energía eléctrica y gas, Industria papel artes gráficas, Fabricación minerales no metálicos, Transporte por ferrocarril y Transporte terrestre y por tubería

ramas es necesario realizar algunos ajustes para poder usarlos para el cálculo de las ponderaciones de cada uno de los factores. Para la serie 1995-1999 en base 1995 es necesario homogeneizar el valor total de empleos entre las dos bases y enlazar con la contabilidad nacional el valor de los impuestos sobre productos. Además, hay que restar de la cifra de EBE la parte de la renta imputable a los trabajadores por cuenta propia. Si RA_{jt} es el valor de la remuneración de asalariados, la renta imputable a los trabajadores por cuenta propia se calcula como $RA_{jt} * \frac{n^{\circ} \text{trabajadores por cuenta propia}_{jt}}{n^{\circ} \text{asalariados}_{jt}}$.

Además, con respecto a los impuestos “*otros impuestos sobre las producción*” es necesario homogeneizar los datos entre las dos bases y repartir el equivalente de CNE para los años 1995-1999. Se asume que estos impuestos están vinculados al uso de capital, (siguiendo las recomendaciones de la OCDE) por lo que se asignan al valor del capital en el producto, ambas magnitudes en términos monetarios. .

11. Resultados de la contabilidad del crecimiento

11.1. Evolución de las fuentes de crecimiento

El modelo de la contabilidad del crecimiento permite conocer con precisión la contribución de cada uno de los factores productivos al crecimiento del producto de cada una de las ramas y para cada año. Para condensar la ingente cantidad de información y obtener una visión más clara de lo acontecido, se ha optado por dividir el periodo 1996-2007 en tres subperiodos, 1996-2000, 2001-2005 y 2006-2007 y expresar las magnitudes en valores medios de cada periodo. El estudio de las contribuciones se aborda desde dos enfoques complementarios que permiten responder a la pregunta ¿Qué importancia relativa tiene cada una de las fuentes de crecimiento a lo largo del periodo considerado? y conocer el comportamiento de cada una de las fuentes de crecimiento en el periodo considerado.

En los gráficos siguientes se representa la contribución en porcentaje que cada uno de los factores por rama ha tenido en la tasa del crecimiento de su producción. Para una comprensión más intuitiva de los mismos, se ha optado por igualar la tasa de crecimiento del producto de la rama a 100 cuando es positiva y a -100 cuando la tasa es negativa. De esta manera un porcentaje negativo asociado a la contribución de un factor productivo indicará siempre que dicho factor ha restado ese porcentaje del total de la producción de una rama concreta. Con el objetivo de ganar claridad se agrupan en dos gráficos distintos aquellas ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares.

i. Periodo 1996-2000

En los gráficos siguientes, (Gráfico I.1 y Gráfico I.2), se representan los valores medios anuales de las contribuciones de los distintos factores y de la PTF al crecimiento del producto para los años del periodo 1996-2000. En el primero de los gráficos, se observa que el factor que en mayor medida contribuye al crecimiento de la producción es el de los consumos intermedios (en general por encima del 50%) seguido del factor trabajo (en torno al 25%) y finalmente el capital (por debajo del 20%). La contribución de la PTF de cada rama es muy diversa: en general predominan las contribuciones negativas con valores por debajo de 20%, aunque, en las ramas de la *antracita*, *máquinas de oficina* y *equipo informático* y *otras industrias alimenticias*, la pérdida de eficiencia resta más del 30% de la producción. Por el contrario la PTF contribuye al crecimiento de la producción en todas las ramas del sector primario, de la metalurgia y de la de *producción y distribución del gas* en algo más de un 30%. En la ramas de materiales de construcción (*cemento*, *vidrio* y *cerámicas*), papel y muebles la PTF contribuye positivamente en torno

a un 20% del crecimiento de la producción. Las demás, ramas agrupadas en el segundo gráfico, muestran como las grandes pérdidas de eficiencia son responsables de la caída de la producción en la rama de *crudos, construcción, industria del tabaco, distribución del agua y bebidas*. Hay que destacar que en la industria *cárnica* y en la de la *captación y distribución del agua* la contribución del capital supera la contribución del factor trabajo.

ii. Periodo 2001-2005

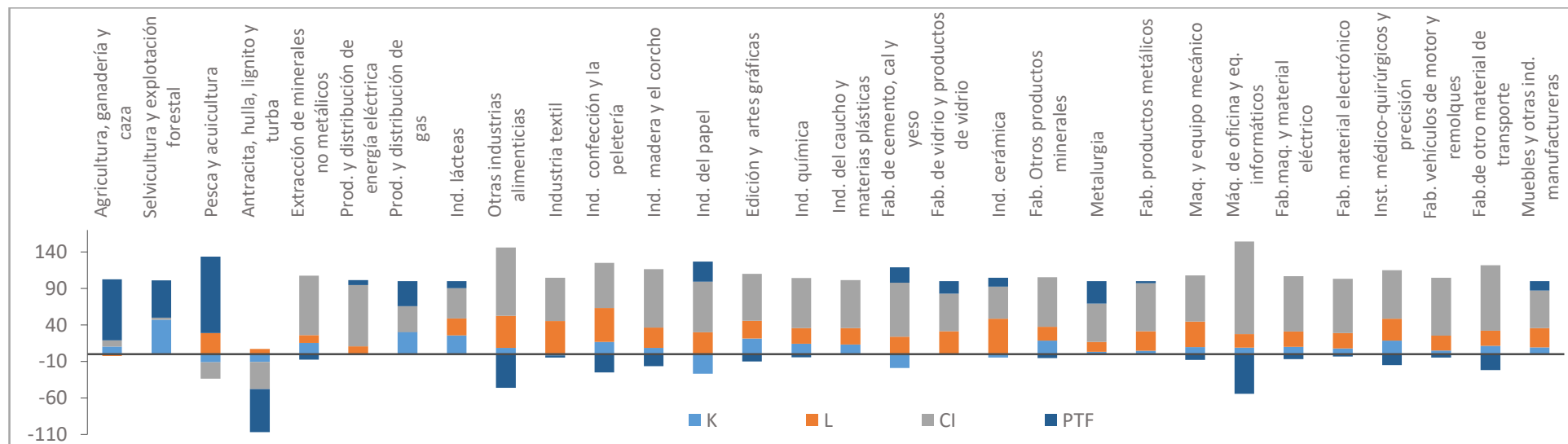
El Gráfico I.3 junto con el Gráfico I.4 muestran que durante este periodo, el peso del factor trabajo pasa a restar crecimiento en la mayoría de las ramas, mientras que la PTF aparece como un factor dinamizador del crecimiento de la producción en un número considerable de ramas. El capital aumenta su peso relativo cuando se compara con el periodo anterior, superando en algunos casos el peso de los consumos intermedios. Éstos aunque mantienen pesos positivos en muchas ramas, en otras aparecen con una contribución negativa a la producción.

iii. Periodo 2006-2007

Durante el último periodo, se observa (Gráfico I.5 y Gráfico I.6) que los consumos intermedios se mantienen como fuente principal de crecimiento aunque en algunas ramas en las que dicha contribución es negativa, su peso es relativamente mayor que en los periodos anteriores. El factor trabajo recupera parte de su papel dinamizador del crecimiento registrado en el periodo 1995-2000 mientras que el factor capital mantiene una contribución positiva muy similar a la del primer periodo. Por último la PTF ve incrementado su peso tanto cuando es positiva como cuando refleja una pérdida de eficiencia. Hay que destacar que la pérdida de eficiencia resta más del 75% del crecimiento de la producción en las distintas ramas de los servicios colectivos (salvo en las actividades asociativas).

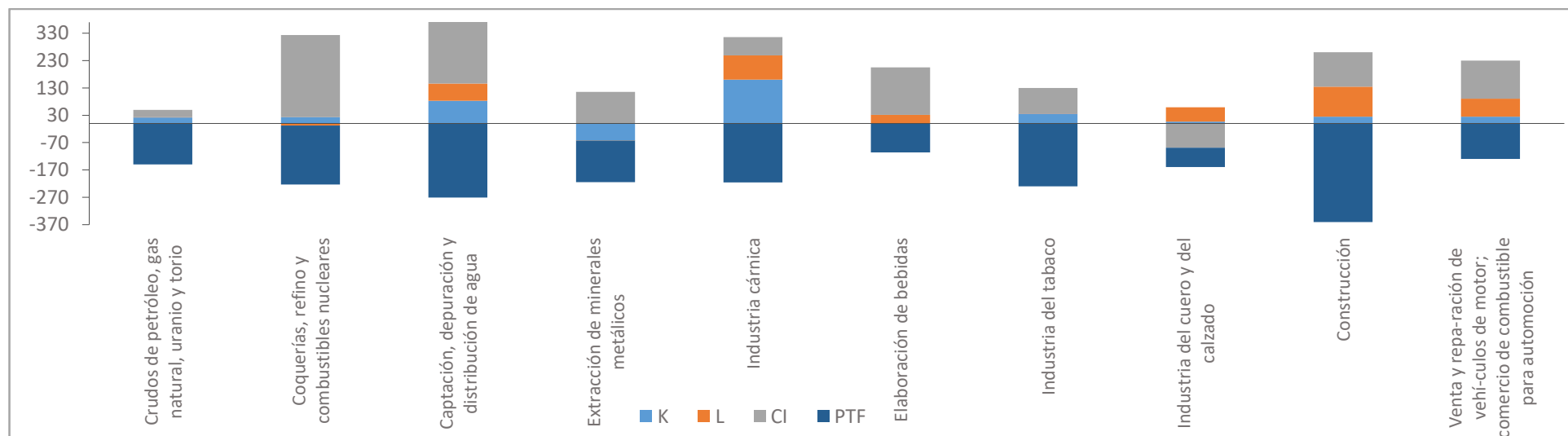
A modo de síntesis, el factor productivo que contribuye en mayor medida al crecimiento de la producción por ramas son los consumos intermedios. El peso que tiene la PTF en el crecimiento de la producción por ramas varía tanto por ramas como entre periodos, aunque durante el periodo 2001-2005, el peso de la contribución de la PTF para el conjunto de las ramas es positiva y alcanza en algunas ramas (cerámica, papel, financiera) valores superiores al 50. La contribución del factor trabajo modera su contribución en el segundo periodo mientras que la del capital muestra valores más estables en el conjunto del periodo.

Gráfico I.1. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 1996-2000



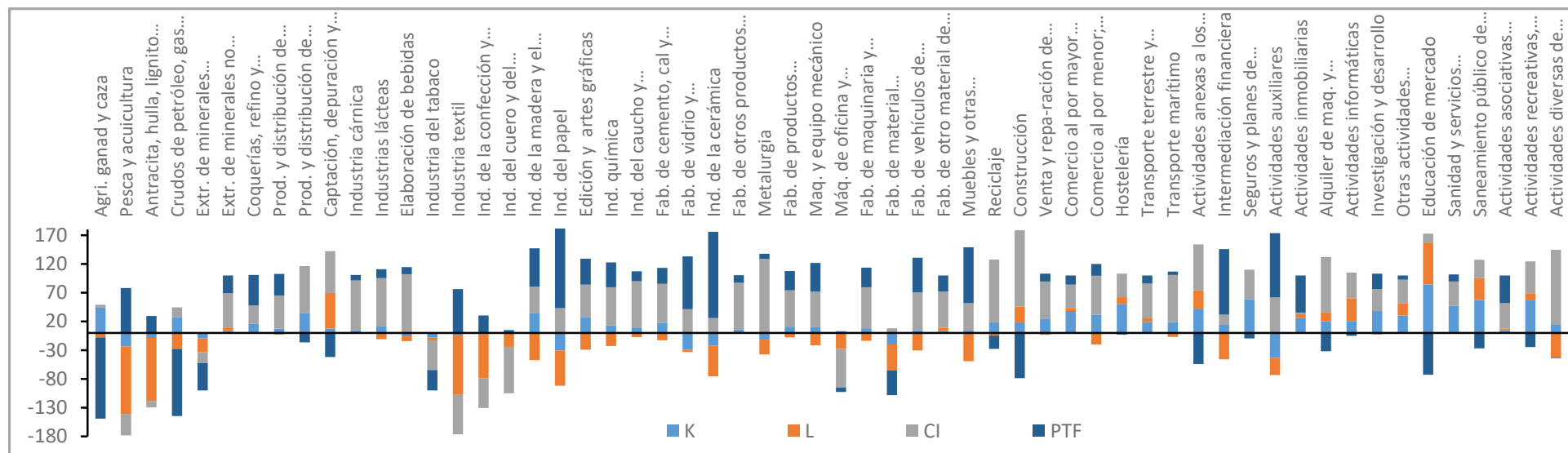
Contribución porcentual media anual de cada uno de los factores y de la PTF a la tasa de crecimiento de la producción por ramas en el periodo 1996-2000. Un valor negativo indica que dicho factor productivo resta ese porcentaje al crecimiento del producto de la rama afectada. Las ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares se presentan en un mismo gráfico. Fuente: elaboración propia

Gráfico I.2. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 1996-2000



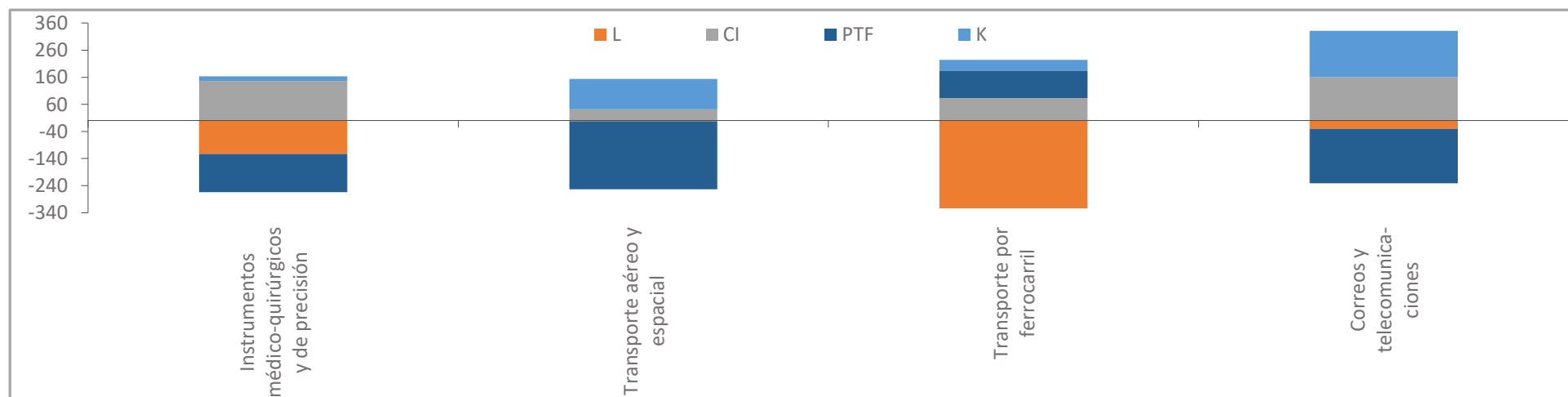
Contribución porcentual media anual de cada uno de los factores y de la PTF a la tasa de crecimiento de la producción por ramas en el periodo 1996-2000. Un valor negativo indica que dicho factor productivo resta ese porcentaje al crecimiento del producto de la rama afectada. Las ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares se presentan en un mismo gráfico. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.3. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2001-2005



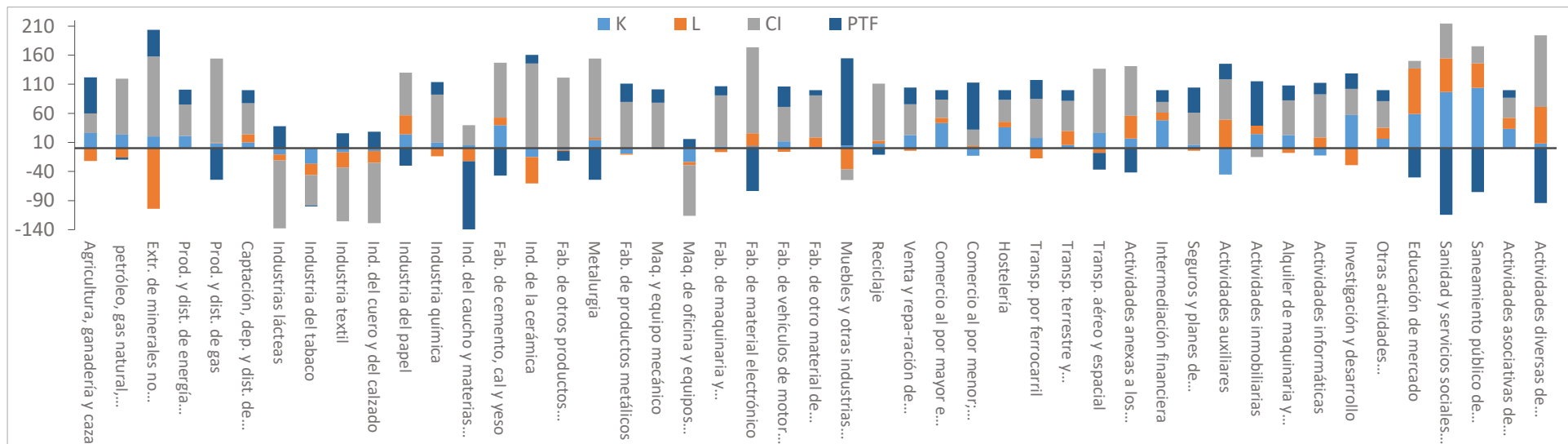
Contribución porcentual media anual de cada uno de los factores y de la PTF a la tasa de crecimiento de la producción por ramas en el periodo 2001-2005. Un valor negativo indica que dicho factor productivo resta ese porcentaje al crecimiento del producto de la rama afectada. Las ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares se presentan en un mismo gráfico. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.4. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2001-2005



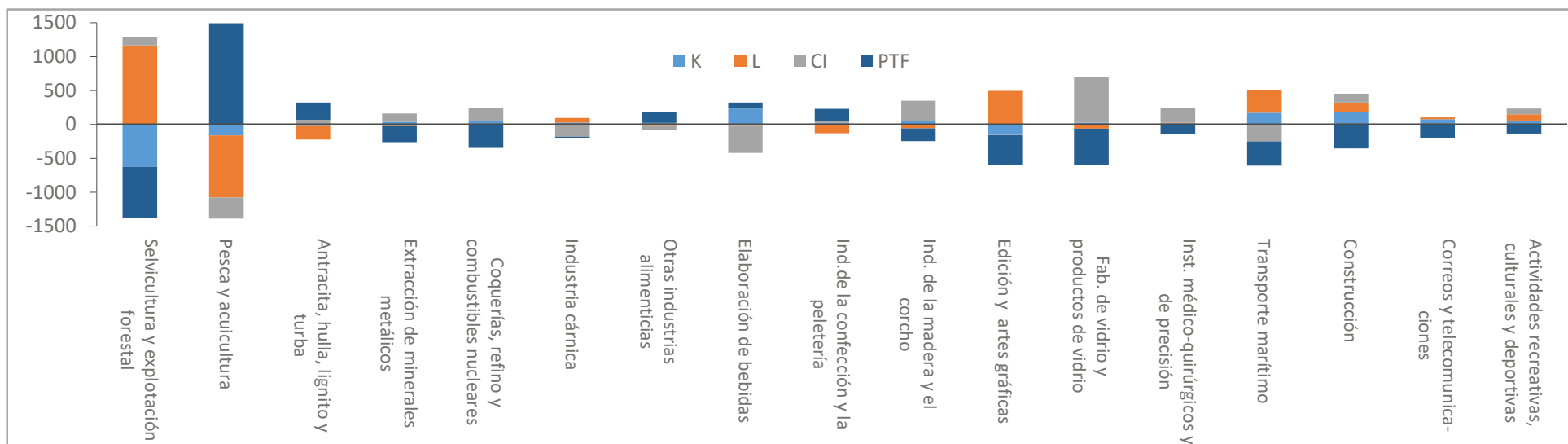
Contribución porcentual media anual de cada uno de los factores productivos y de las PTF a la tasa de crecimiento de la producción por ramas durante el periodo 2001-2005. Un valor negativo indica que dicho factor productivo resta ese porcentaje al crecimiento del producto de la rama afectada. Las ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares se presentan en un mismo gráfico. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.5. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2006-2007



Contribución porcentual media anual de cada uno de los factores productivos y de la PTF a la tasa de crecimiento de la producción por ramas en el periodo 2006-2007. Un valor negativo indica que dicho factor productivo resta ese porcentaje al crecimiento del producto de la rama afectada. Las ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares se presentan en un mismo gráfico. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.6. Contabilidad del crecimiento en contribuciones porcentuales 2006-2007



Contribución porcentual media anual de cada uno de los factores productivos y de la PTF a la tasa de crecimiento de la producción por ramas durante el periodo 2006-2007. Un valor negativo indica que dicho factor productivo resta ese porcentaje al crecimiento del producto de la rama afectada. Las ramas cuyas contribuciones medias presentan órdenes de magnitud similares se presentan en un mismo gráfico. Fuente: elaboración propia.

11.2. Contribución de los factores productivos

Se describe a continuación la contribución media de cada uno de los factores productivos, trabajo, capital y consumos intermedios al crecimiento de las 64 ramas de actividad para el conjunto del periodo y cada uno de los subperiodos.

11.2.1. Contribución del factor trabajo

El poder conocer la contribución del factor trabajo y su evolución durante el periodo pre-crisis permite identificar en qué medida y en qué ramas el crecimiento de la producción se ha basado en dicho factor. Con respecto a su relación con la PTF varios estudios ponen en evidencia, que de manera general, contribuciones elevadas y persistentes del factor trabajo están asociadas a menores tasas de PTF. La explicación teórica es que durante las fases expansivas, el empleo entre trabajadores con baja cualificación crece más que entre los trabajadores con mayores cualificaciones, lo que unido a un crecimiento de los salarios mayor que el crecimiento de la producción, conduce a un deterioro de la tasa de PTF. De hecho, múltiples trabajos que abordan esta noción ponen de manifiesto que lo que realmente es relevante en términos de PTF es la relación entre la contribución del componente del factor cantidad de trabajo medido por horas y la contribución del índice que mide el componente calidad del mismo. Un crecimiento de la contribución de este segundo componente se asocia a mayores tasas de PTF, algo que se analizará en el segundo capítulo de esta tesis.

i. Periodo 1996-2007

Las contribuciones media del factor trabajo a lo largo del periodo 1996-2007, por ramas de actividad (representadas en el Gráfico I.7) muestran un valor positivo en 51 ramas de actividad, situándose para 15 de ellas entre 1 y 3 p.p. En general las contribuciones en las ramas de los servicios son superiores a las de la industria cuyos valores (salvo para la rama construcción) no superan 1 p.p. Dentro de la industria, la contribución es negativa en la rama de la *industria textil, cuero y calzado, del tabaco* y la de *máquinas de oficinas y equipos informáticos*. Con respecto a las ramas de la energía y de la minería salvo la rama de la *captación, depuración y distribución del agua*, presentan contribuciones negativas o muy débiles (como es el caso de la rama *producción y distribución de la energía eléctrica*). Todas las ramas del sector primario presentan contribuciones negativas de entre -0.3 p.p de la agricultura hasta casi -1p.p de la rama de la pesca acuicultura.

ii. Periodo 1996-2000

La contribución media en el primer subperiodo (Gráfico I.8) muestra valores importantes tanto por su alcance como por su magnitud. Efectivamente, en primer lugar prácticamente la totalidad de las ramas presentan contribuciones positivas. Tan sólo seis ramas, entre las que se encuentran *agricultura, pesca, coquerías y refino, producción y distribución de gas, extracción de minerales metálicos, así como correos y telecomunicaciones*, muestran valores negativos aunque en ninguno de los casos superan el medio punto porcentual. En segundo lugar, la magnitud de las contribuciones es considerable. Así, hay 22 ramas que presentan una contribución del factor trabajo por encima de 2p.p. De nuevo son las ramas de los servicios las que acaparan los primeros puestos de la clasificación por contribución del factor.

iii. Periodo 2001-2005

El panorama, en el segundo periodo considerado (Gráfico I.9), es interesante en la medida que aparece como el negativo de la foto del periodo anterior. Efectivamente, predominan las ramas en las que el factor trabajo contribuye negativamente (38 ramas frente a 16

contribuciones positivas) y con valores comparativamente elevados (17 ramas registran contribuciones superiores en valores absolutos entre 1p.p y algo más de los 3p.p). Se observa como algunas de las ramas de los servicios en las que en el periodo anterior la contribución del factor trabajo había sido elevada, registran contribuciones mucho más débiles e incluso negativas en este sub-periodo (*I+D, transporte por ferrocarril, intermediación financiera, comercio al por menor*). Semejante comportamiento se observa también en las ramas industriales, *maquinaria de oficina y equipo informático y maquinaria y equipo mecánico*.

iv. Periodo 2006-07

Las contribuciones medias del factor trabajo durante el último periodo considerado (Gráfico I.10), registran una vuelta a signos positivos en prácticamente la mitad de las ramas de actividad aunque a magnitudes en general por debajo de 2 p.p. Destaca el avance de varias ramas de la industria como la rama de *fabricación de material de transporte, de edición y artes gráficas, de fabricación de cemento cal y yeso, de fabricación de material electrónico, de la industria del papel y la industria cárnica*. De nuevo acaparan las ramas de servicios los primeros puestos en la clasificación por contribución del factor trabajo, en concreto las ramas de servicios a la comunidad de mercado (actividades recreativas, saneamiento público, actividades asociativas, educación) pero también los servicios *de informática, actividades anexas a los transportes, transporte marítimo*. En este último periodo las ramas de la minería registran contribuciones negativas (mayores a -2p.p) y las de la energía valores prácticamente nulos en la rama de captación, depuración y distribución de agua. En el sector primario la contribución de las distintas ramas es negativa y por encima de 2p.p en valores absolutos, salvo para la rama de la silvicultura cuya contribución de signo positivo, alcanza algo más que 1 p.p. En los anexos AI.5 y AI.6 se incluyen los gráficos de dispersión de la contribución del factor trabajo de las ramas por pares de subperiodos.

A modo de conclusión, con respecto a las contribución del factor trabajo en España, durante el periodo de pre-crisis el factor trabajo aumenta su peso como fuente de crecimiento en las ramas de servicios, lo que se corresponde con el análisis realizado para el mismo periodo de Timmer, O'Mahony Van Ark y Inklaar, (Economic Growth in Europe, A comparative industry perspective, 2011) para los países europeos y que reflejan un crecimiento del empleo mayor en las ramas de los servicios que en las de la industria. El trabajo de Jorgenson, Ho y Stiroh, (2005) sobre datos desagregados por ramas de la economía americana en el periodo 1977-2000, muestran que el factor trabajo contribuye en mayor media en las ramas de los servicios que en las de la industria, pero claramente las contribuciones son menores que las obtenidas para el caso español.

Gráfico I.7. Contribución del factor trabajo 1996-2007



Gráfico I.8. Contribución del factor trabajo 1996-2000



La contribución del factor trabajo para cada rama se calcula como la media de la variación anual logarítmica del índice de servicios laborales por el valor medio entre un año y el anterior de la renta del trabajo en el producto multiplicado por 100. Dicho valor indica en cuantos puntos porcentuales contribuye el factor trabajo total empleado en cada rama al crecimiento del producto de la rama. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.9. Contribución del factor trabajo 2001-2005



Gráfico I.10. Contribución del factor trabajo 2006-2007



La contribución del factor trabajo para cada rama se calcula como la media de la variación anual logarítmica del índice de servicios laborales por el valor medio entre un año y el anterior de la renta del trabajo en el producto multiplicado por 100. Dicho valor indica en cuantos puntos porcentuales contribuye el factor trabajo total empleado en cada rama al crecimiento del producto de la rama. Fuente elaboración propia.

11.2.2. Contribución del factor capital

La economía española se caracteriza por un proceso de acumulación de capital que se inició en el año 1964 de manera intensa y que se vio truncado por el inicio de la presente crisis. Los datos de la fundación BBVA apuntan a que el stock de capital se multiplicó por 5,5 en un periodo de 46 años, siendo el periodo estudiado por esta tesis, 1995-2007 el de crecimiento más intenso (Mas 2010). Cuando se toman los índices de capital productivo, (índice relevante para el cálculo de PTF), las tasas de crecimiento son todavía mayores que cuando se calculan sobre valores de capital neto (ya sea incluyendo o no el capital residencial). A pesar de que la acumulación de capital es una condición necesaria para el crecimiento, el modelo neoclásico y la evidencia empírica han mostrado que el crecimiento tanto del factor capital (como trabajo) es sólo responsable de una pequeña parte del crecimiento de la renta. A partir de varios trabajos, se identifican tres factores relativos al factor capital que parecen estar ligados a la variación de la productividad o de la PTF. El primero y evidente es la relación entre el crecimiento del factor capital y el crecimiento del factor trabajo (capital deepening). El proporcionar más y mejor capital a la mano de obra tiende a impulsar el crecimiento de la productividad del factor trabajo. Por otro lado, tal como recoge *It's not factor accumulation: stylized factor and economic growth de R. Levine and W. Easterly* y el informe de la Comisión (*Quarterly report on the Euro Area, 2013*) lo que realmente es importante para la productividad multifactorial es la relación entre la contribución del capital TIC y la del capital no TIC. Uno de los fenómenos que explica la solidez del crecimiento de la PTF en EEUU (y que estudiará en el segundo capítulo de esta tesis) es el desplazamiento hacia un mayor peso de la contribución TIC en detrimento del capital no TIC, compatible con una estabilización de la contribución del capital total. Por último, el tercer elemento relativo al capital que parece explicar una parte relevante de la variación de PTF es la utilización de la capacidad instalada (Planas, Roeger y Rossi, 2009).

Se presentan a continuación las conclusiones relativas a la contribución del capital media por ramas de actividad para el conjunto del periodo en el Gráfico I.11 y para los tres subperiodos considerados, en el Gráfico I.12, Gráfico I.13 y Gráfico I.14.

La contribución media del capital al crecimiento para el conjunto del periodo (1996-2007) y por ramas de actividad (Gráfico I.11), se caracteriza por un valor positivo para la casi totalidad de las ramas de actividad. Efectivamente, únicamente en doce de ellas su contribución es negativa. Además, dichas contribuciones son en valores absolutos, sistemáticamente inferiores a las contribuciones positivas (1.2 p.p frente a valores superiores a 2 p.p. para 14 ramas de actividad.). La contribución del capital se sitúa para el grueso de las ramas en torno a 0.5 p.p.

Hay que destacar la presencia abrumadora de las ramas de los servicios en los primeros puestos de la clasificación por mayor contribución del factor. Esto no es sorprendente, puesto que de acuerdo con los datos del IVIE en 2010 las ramas de los servicios ostentan el 62% del capital privado no residencial frente al 27,4% de la industria y energía. De hecho, en dicho "ranking", 19 entre los 21 valores más elevados, se localizan en las ramas de servicios y los tres restantes corresponden a las ramas de energía y *utilities* (gas, crudo de petróleos, y agua). Así, la primera rama de la industria, que aparece en esta clasificación (*fabricación de otros productos minerales*) se sitúa en la posición 22 y, lo que merece ser señalado, justo por debajo de la rama de construcción.

La comparación de las contribuciones del factor capital por ramas a lo largo de los tres subperiodos considerados, permite destacar los siguientes puntos:

- i. Se observa un predominio en las primeras posiciones de las distintas ramas de servicios, que no tan sólo se perpetúa, sino que se consolida en el transcurso de los tres subperiodos. Los servicios de *I+D*, *saneamiento de mercado*, *correo y telecomunicaciones* arrojan contribuciones elevadas del factor capital a lo largo (por encima de 3p.p.) de los doce años analizados. Por otro lado, las ramas de *intermediación financiera*, las distintas ramas del transporte y educación ven aumentar el valor de la contribución del capital a lo largo de los distintos periodos observados.
- ii. Así mismo, las contribuciones de las principales ramas de la energía y minería son positivas y relevantes, del mismo modo que las ramas de la industria ven aumentar sus respectivas contribuciones a lo largo de los tres subperiodos considerados.
- iii. Sistemáticamente las ramas de actividades asociativas y de la extracción de minerales no metálicos presentan contribuciones negativas.
- iv. Tal como sugieren los gráficos de los anexos AI.7 y AI.8 de dispersión de las contribuciones del capital por ramas por pares de subperiodos, como el coeficiente del ranking de Spearman¹⁶ para el factor capital, (de 0.43 y 0.51 para los años 1996-2000/2001-2005 y 2001-2005/2006-2007 respectivamente) tanto los valores como el orden de la clasificaciones de las ramas por contribuciones de este input son más estables que las de los otros factores.

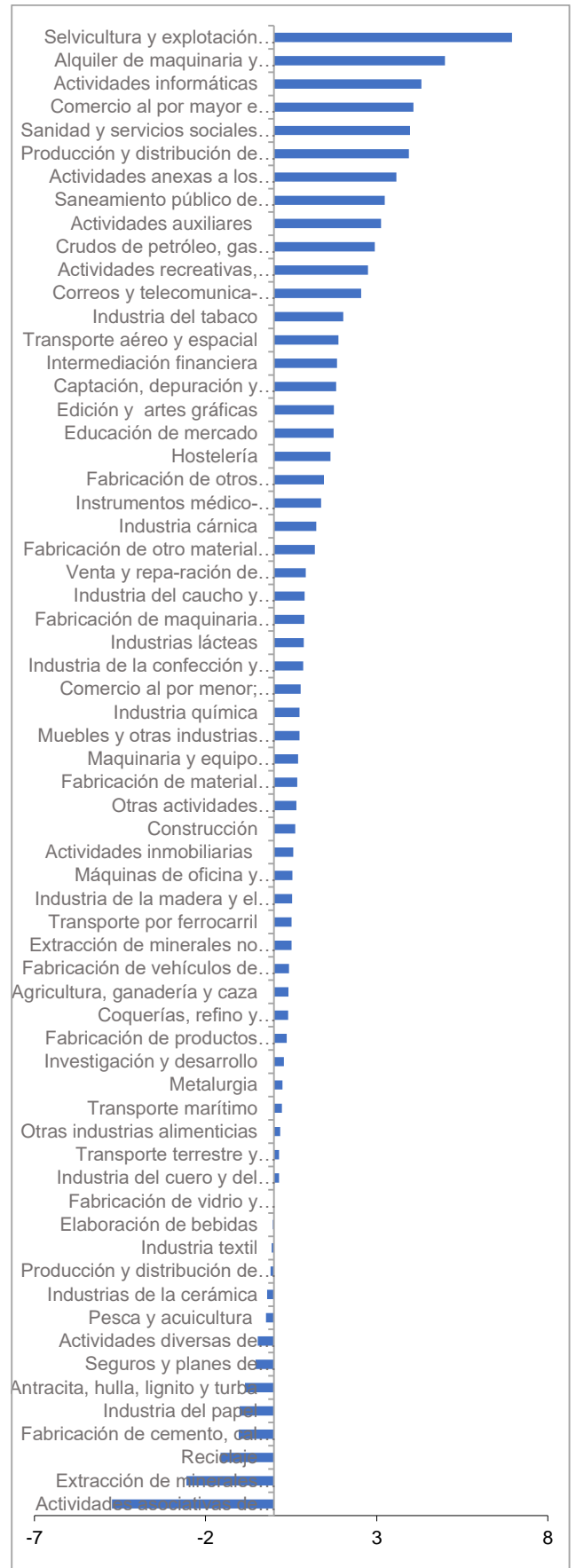
Cuando se comparan las contribuciones medias del capital de la economía española con las de otros grupos de países se constata que la estabilidad de los valores de las contribuciones del factor capital observada en la eurozona y en la economía Americana a lo largo del periodo considerado (señalada por la Comisión como por Ark, O'Mahony y Timmer, 2011) también se produce en la economía española. Aunque en general los valores hallados para la economía española presentan ordenes de magnitud en línea con los resultados publicados para la economía americana, en el caso americano las mayores contribuciones del capital se registran en las ramas productoras de equipos de comunicación (+1.87), fabricación de componentes electrónicos (+1.99), servicios financieros (2.8) y servicios de informática (+3.38) (Jorgenson, et al 2005).

¹⁶ El coeficiente de Spearman mide el grado de variación tanto en términos absolutos como relativos de las distintas ramas entre dos periodos.

Gráfico I.11. Contribución del factor capital 1996-2007



Gráfico I.12. Contribución del factor capital 1996-2000



La contribución del factor capital para cada rama y cada periodo se calcula como la media de la variación anual logarítmica del índice de servicios del capital por el valor medio entre un año y el anterior del peso de la renta del capital en el producto multiplicado por 100. Dicho valor indica en cuantos puntos porcentuales contribuye el factor capital de cada rama al crecimiento del producto de la rama. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.13. Contribución del capital 2001-2005

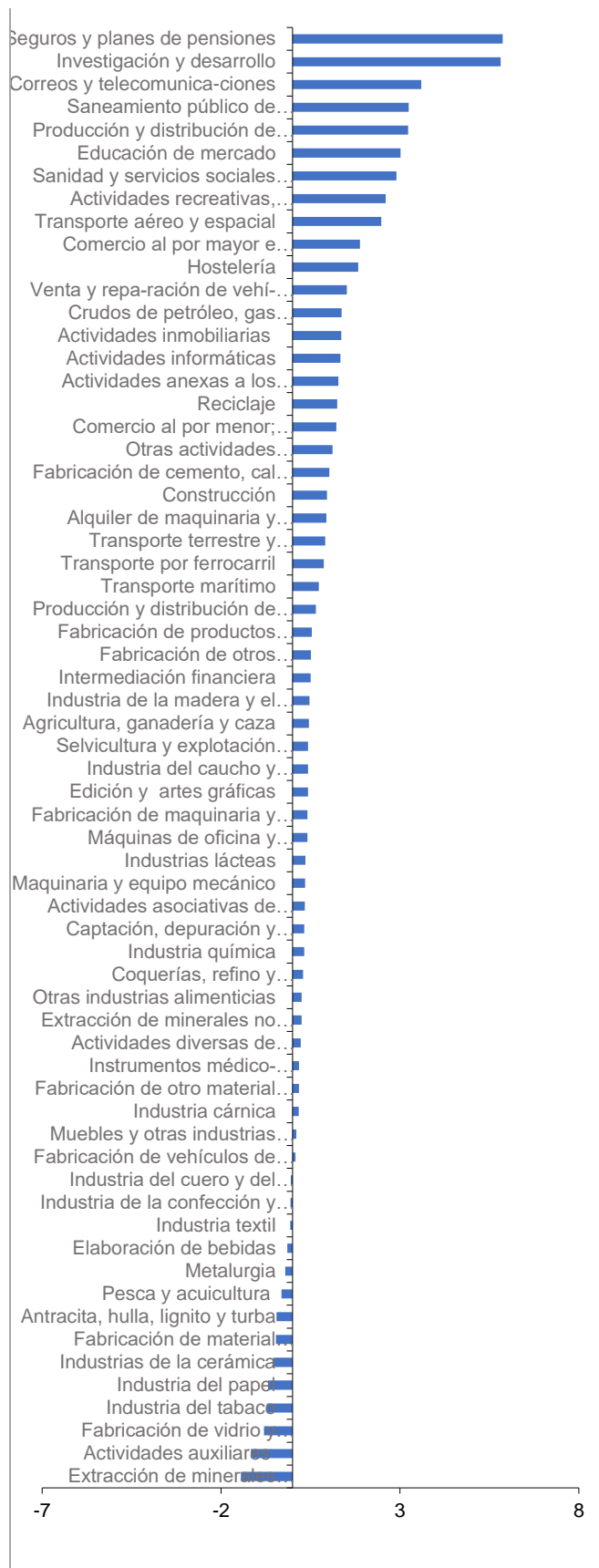
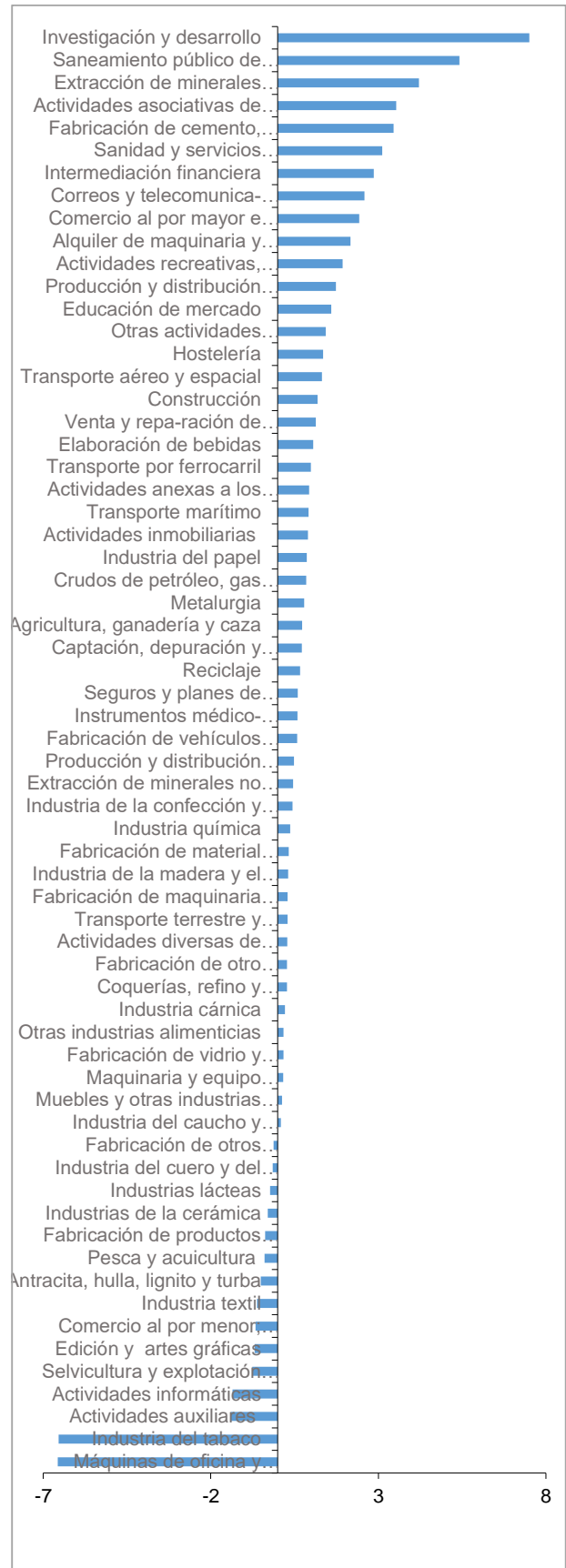


Gráfico I.14. Contribución del capital 2006-2007



La contribución del factor capital para cada rama y periodo se calcula como la media de la variación anual logarítmica del índice de servicios del capital por el valor medio entre un año y el anterior del peso de la renta del capital en el valor del producto multiplicado por 100. Dicho valor indica en cuantos puntos porcentuales contribuye el factor capital total de cada rama al crecimiento del producto de la rama. Fuente: elaboración propia

11.2.3. Contribución de los consumos intermedios

La ecuación de la contabilidad del crecimiento aquí planteada contempla la producción por ramas en términos brutos, es decir, la variable producción está definida como las ventas más las variaciones netas de inventarios de cada rama, ya sea para consumo intermedio como consumo final. Esta opción frente al cálculo de la PTF a partir del valor añadido (es decir descontando de la producción bruta los consumos intermedios) es considerada mejor por varios motivos. En general, la modelización del proceso productivo está más cerca de la realidad pero, además y más importante, al omitir los consumos intermedios de la función de producción se está aceptando implícitamente que las necesidades de cada uno de los bienes y servicios intermedios de cada rama son las mismas para todas ellas y además constantes a lo largo del tiempo. Además, como destaca Jorgenson (2002) el conocer la contribución de una rama cuyo output sea mayoritariamente destinado al consumo intermedio de otras ramas (como semiconductores) proporciona información relevante que se pierde cuando se aborda la economía agregada. El cálculo de PTF a partir de la producción bruta permite identificar qué parte del crecimiento del producto se debe al crecimiento de los consumos intermedios.

Con respecto a estudios previos que aborden la relación de consumos intermedios, con el crecimiento o la PTF hay que mencionar que aunque no son numerosos (prácticamente inexistentes para el caso español) sus aportaciones son reveladoras.

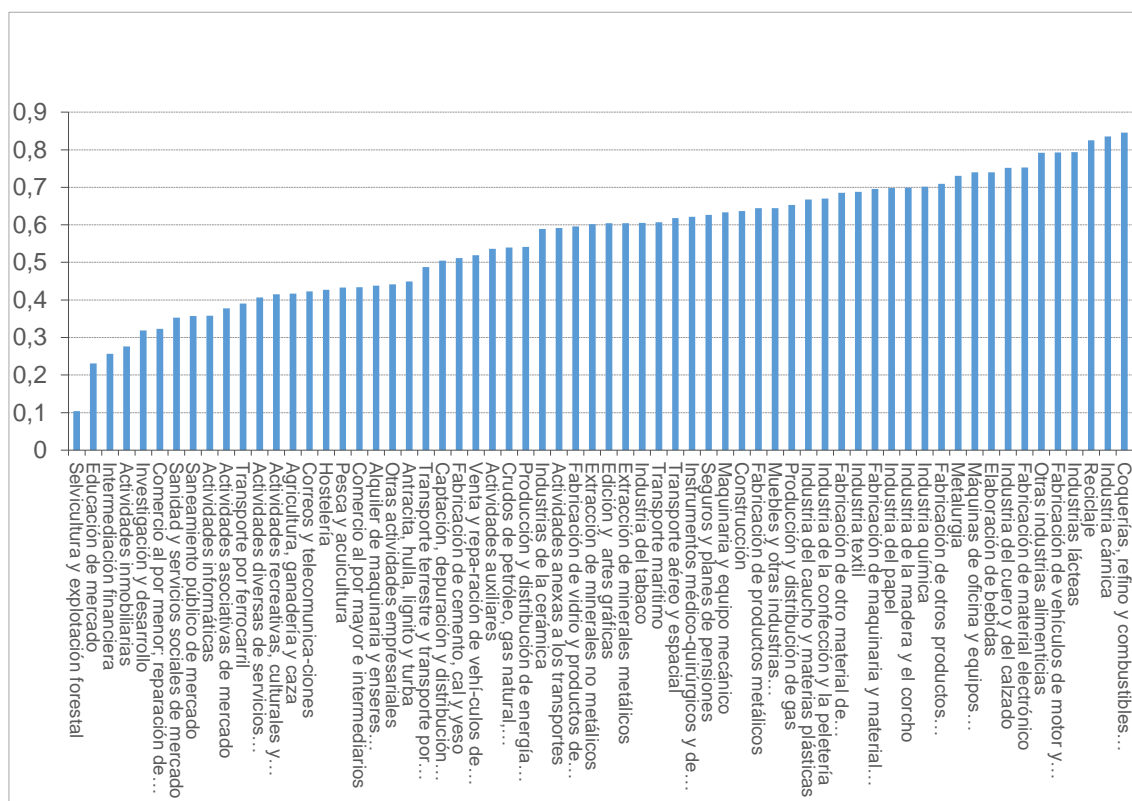
Simon Baptist y Cameron Hepburn, (2012) han mostrado que omitir los consumos intermedios introduce un sesgo al alza en los cálculos de PTF tanto por ramas como por empresas. Además, encuentran evidencia de que mayores tasas de intensidad en el uso de consumos intermedios (definida como ratio del coste de los consumos intermedios sobre el total de los costes) están asociadas a menores tasas de crecimiento de la PTF. En este sentido el trabajo de A. Moro (2007) apunta en la misma dirección. A. Moro analiza datos americanos para el periodo 1958-1982 y encuentra evidencia que confirma que la intensidad de los bienes intermedios (medida como el ratio del valor de la producción de bienes intermedios sobre el valor de la producción total de una economía) es determinante para explicar los cambios de la PTF, existiendo una relación negativa entre las dos variables.

Para el caso español, M. Mas junto con J.C Robledo destacan, que en línea con los países de la OCDE, en España el peso de los inputs manufacturas desde 1980 ha ido disminuyendo a favor de los inputs servicios que han pasado de representar el 22.7% del total de los inputs intermedios a casi 41.8% en 2005. Estos autores estudian el efecto de este desplazamiento hacia mayores consumos de servicios intermedios sobre la productividad medida con respecto al trabajo. La conclusión a la que llegan es que en España, el efecto de la reasignación de inputs intermedios por sectores y tipos de bienes ha incidido negativamente sobre la productividad del trabajo mientras que en otros países como EEUU el *outsourcing* contribuye positivamente sobre la productividad. Además, la reasignación del factor trabajo (ya que las empresas sustituyen factor trabajo por consumos intermedios de servicios en la práctica del *outsourcing*) en España se ha producido, sin embargo, hacia ramas más productivas conduciendo a mayores niveles de productividad del trabajo agregada.

En el Gráfico I.15 se representa al peso medio para el conjunto del periodo 1995-2007 de los consumos intermedios en el valor de la producción, para cada rama ordenados en orden creciente. Los ratios, presentan como cabía esperar una gran variabilidad entre ramas desde (0,1 hasta cerca de 0.9) y prácticamente nula variabilidad entre subperiodos.

Evidentemente, las ramas industriales junto, con varias ramas de la energía, presentan valores mayores que las de los servicios y del sector primario.

Gráfico I.15. Consumos intermedios en el valor de la producción 1996-2007



El peso del consumo intermedio en el valor de la producción se calcula para cada año y para cada rama como el cociente entre el valor de los consumos intermedios totales y la producción por rama. Se utiliza color diferente para las ramas que pertenecen a un mismo sector. Fuente:elaboración propia

Se comentan las principales conclusiones sobre la contribución de los consumos intermedios para el conjunto del periodo y su evolución a lo largo de los tres subperiodos.

i. Periodo 1996-2007

Las contribuciones de los consumos intermedios para el conjunto del periodo (Gráfico I.17) para la práctica totalidad de las ramas presentan valores positivos que destacan por su magnitud. Las contribuciones para algo más de treinta ramas de sitúan entre de 3 p.p. y más de 10p.p. Sin duda dichas contribuciones superan las contribuciones de las del resto de los factores productivos. En este sentido, hay que mencionar que el estudio de Jorgenson et al (2005), sobre datos desagregados de la economía americana para 44 ramas de actividad para el periodo 1977-2000, pone en evidencia que la fuente de crecimiento con mayor peso para el periodo considerado en las ramas de la industria es precisamente la contribución de los consumos intermedios.

En el caso español, las contribuciones de los CI en las ramas industriales arrojan valores similares a los de las ramas servicios y no se detecta un predominio claro de la industria en el ranking de clasificación. Así, las contribuciones medias durante los 12 años considerados, sitúan la ramas *de reciclaje, fabricación de otro material de transporte, fabricación de otros productos minerales, fabricación de maquinaria y material eléctrico, fabricación de material electrónico, y la fabricación de cemento cal y yeso* en la parte alta de la clasificación. Comparten esta posición con distintas ramas de los servicios, como *las actividades anexas a los transportes, las actividades informáticas, correos y telecomunicaciones, alquiler de maquinaria y enseres domésticos*.

ii. Evolución a lo largo de los tres subperiodos

En el Gráfico I.16, Gráfico I.19 y Gráfico I.18 se representan las contribuciones de los consumos intermedios para cada una de las subdivisiones temporales contempladas. En general, las contribuciones de los CI al crecimiento del producto en cada una de las ramas varían más (y por lo tanto las posiciones relativas de cada una de ellas) entre los dos primeros periodos que entre el segundo y el tercero. Así, el coeficiente de Spearman es de 0.27 entre los dos primeros periodos frente a un valor de 0.43 entre los dos últimos. En los anexos AI.9 y AI.10, se presentan los gráficos de dispersión de las contribuciones de los consumos intermedios de las ramas entre los distintos subperiodos. Las ramas con mayores descensos entre el primer y el segundo periodo, en la contribución de los CI son fundamentalmente las de *máquinas de oficina y equipos informáticos, actividades anexas a los transportes, industria del tabaco, extracción de minerales metálicos, fabricación de material electrónico, fabricación del material electrónico, fabricación de vehículos de motor y remolques, fabricación de otros material de transporte y correo y telecomunicaciones*. Entre el segundo y el tercer periodo considerados siguen disminuyendo las contribuciones fuertemente en la rama *de máquinas de oficina y equipos informáticos, industria del tabaco, las industrias lácteas, cárnicas, la construcción, el transporte marítimo y la elaboración de bebidas*.

En el último periodo encabezan la clasificación varias ramas de la *industria extracción de minerales metálicos, fabricación de material electrónico, reciclaje, fabricación de cemento cal y yeso, fabricación de maquinaria y material eléctrico, fabricación de otro material de transporte y metalurgia* con contribuciones por encima de los 7p.p.

Por el contrario, las contribuciones del sector primario son en general próximas a cero y las ramas energéticas y extractivas presentan contribuciones crecientes, alcanzado valores positivos en el último periodo.

A modo de conclusión con respecto a las fuentes de crecimiento de los factores tradicionales capital, trabajo y consumos intermedios, es interesante destacar que en España la principal fuente del crecimiento de la producción tiene su origen en los consumos intermedios: En segundo lugar, y en línea con lo que sucede en Europa y EEUU, la contribución del capital es la fuente más estable y por último, destaca la fuerte contribución del factor trabajo fundamentalmente en los servicios. Además y más interesante se observa como entre las ramas que suelen encabezar los rankings por contribuciones de los distintos factores productivos, sobre todo en el primer periodo, se encuentran las ramas vinculadas a las tecnologías de la información y comunicación. La relación entre las TIC y crecimiento y PTF ha estado, en los últimos años, en el centro del debate sobre las divergencias en el crecimiento entre Europa y EEUU por lo que se le dedica la integridad del segundo capítulo de esta tesis.

Gráfico I.17. Contribución de los consumos intermedios 1996-2007

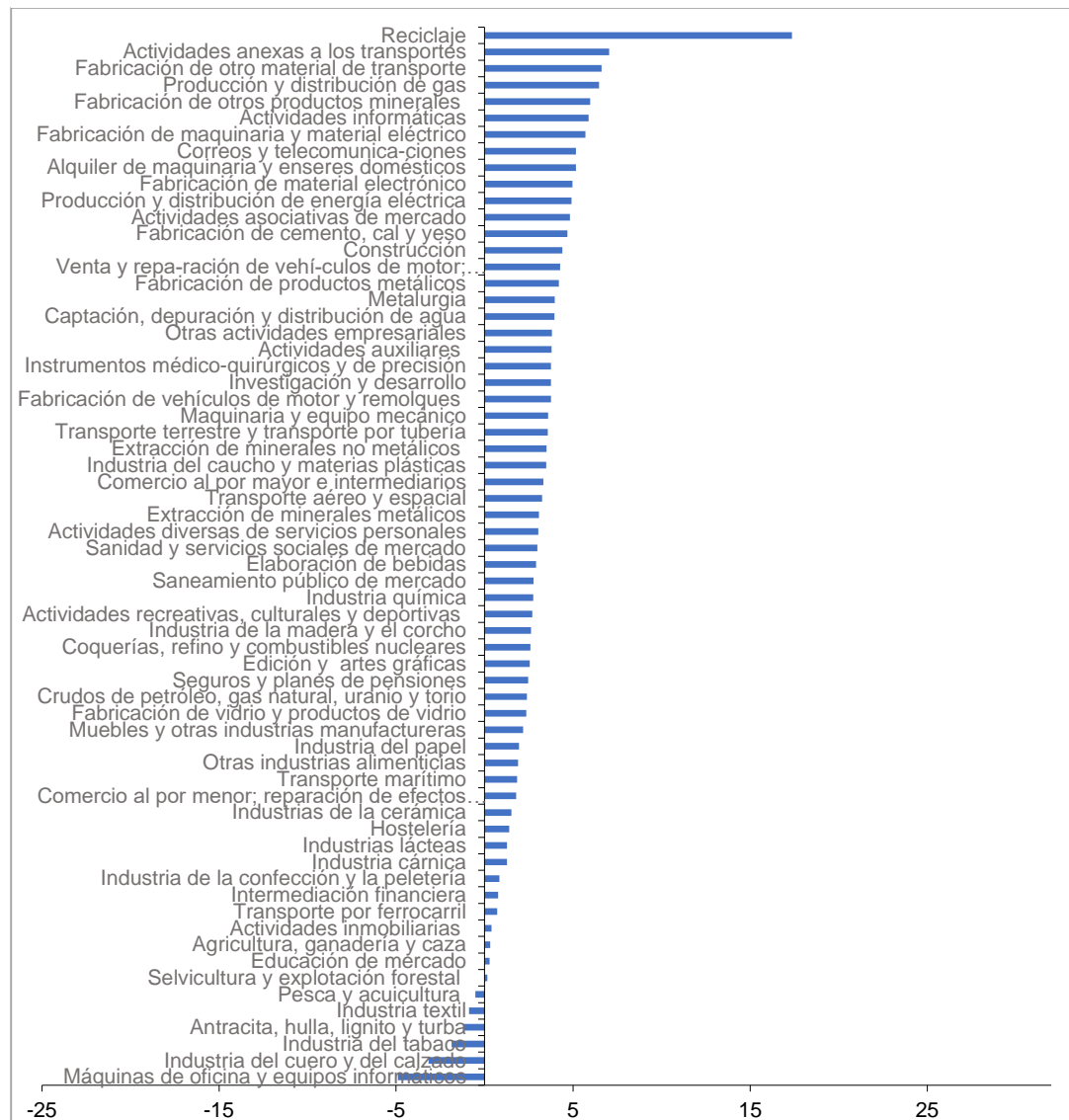
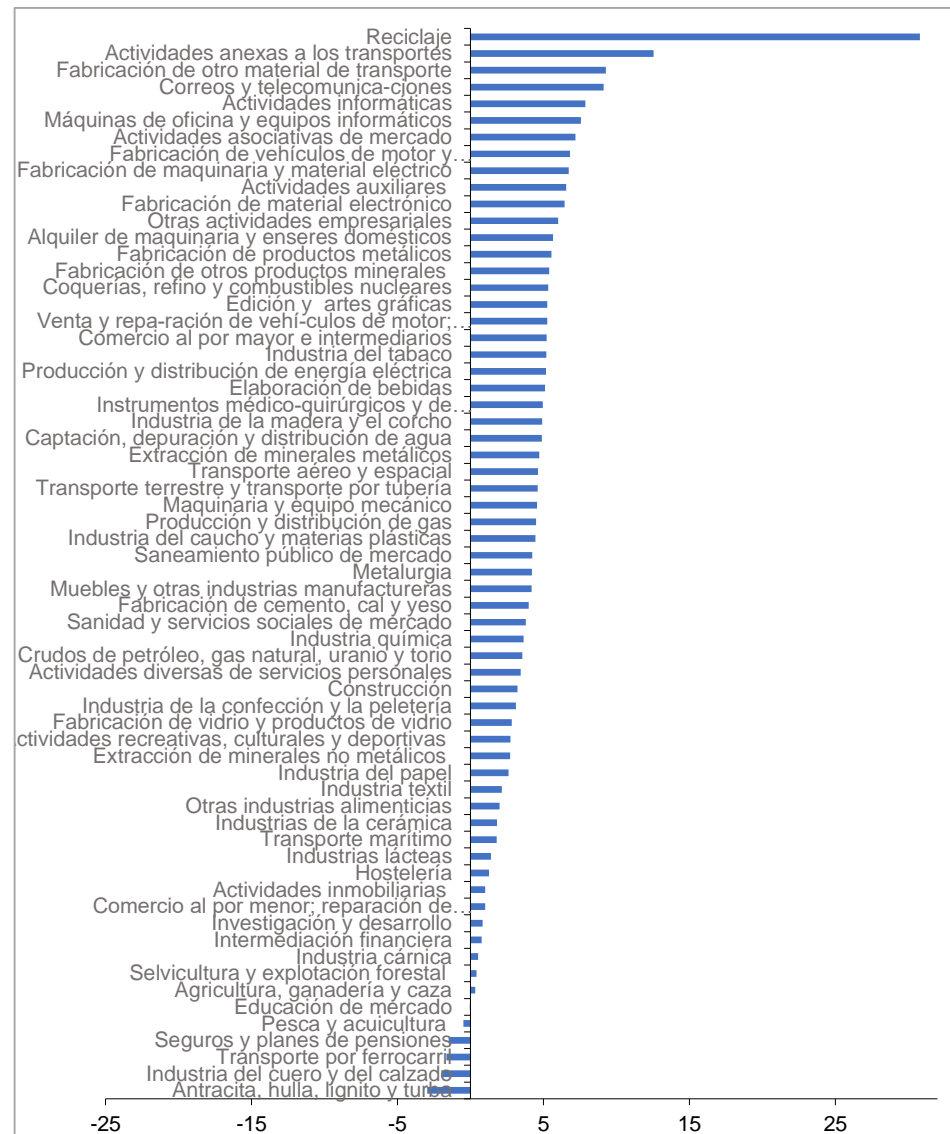


Gráfico I.16. Contribución de los consumos intermedios 1996-2000



La contribución de los consumos intermedios para cada rama y periodo se calcula como la media anual de la diferencia del logaritmo del índice de los consumos intermedios entre dos periodos consecutivos ponderada por el valor medio del peso de la renta de los consumos intermedios en el valor del producto, todo ello multiplicado por 100. Dicho valor indica para cada una de las ramas en cuantos puntos porcentuales contribuye el incremento de los consumos intermedios al crecimiento del producto- Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.19. Contribución de los consumos intermedios 2001-2005

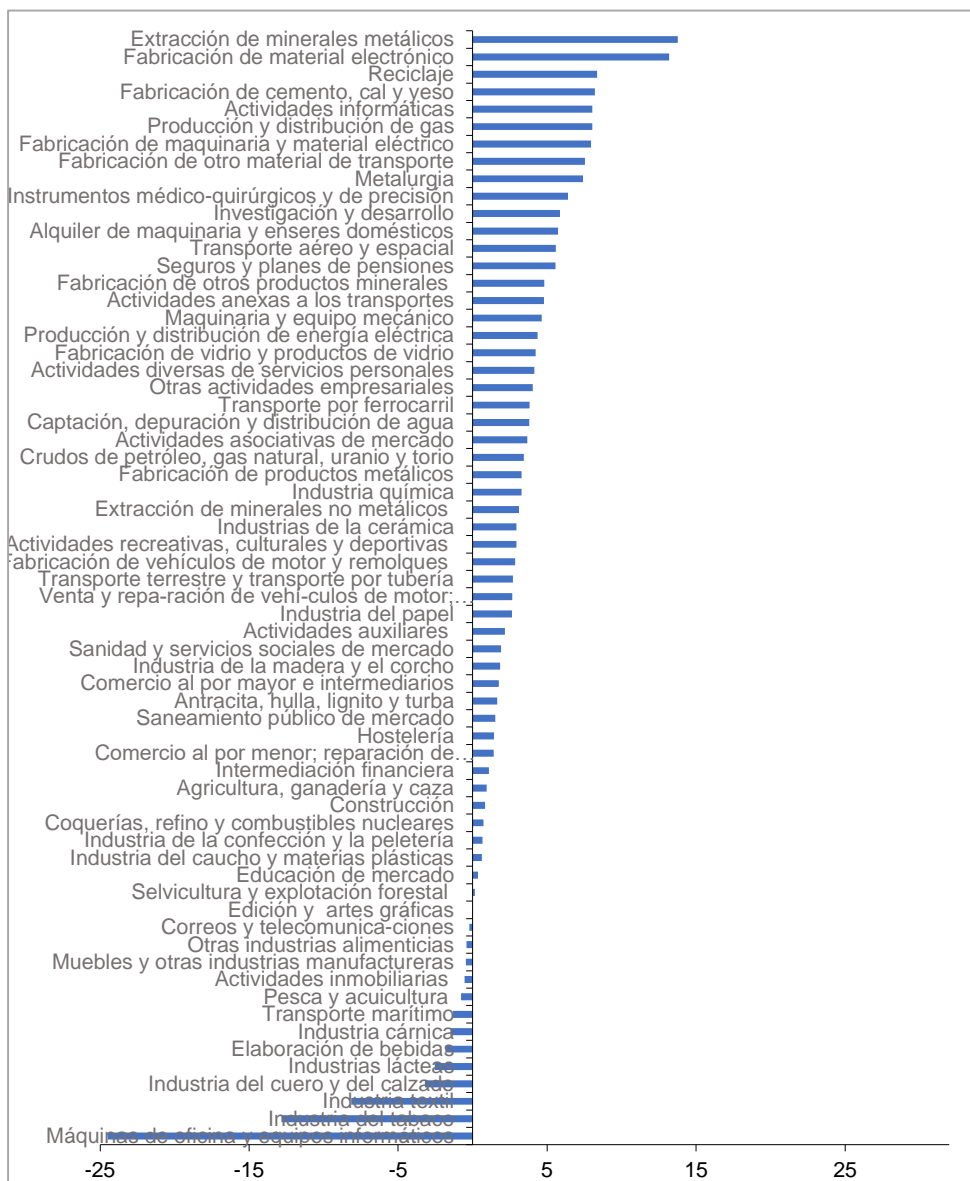
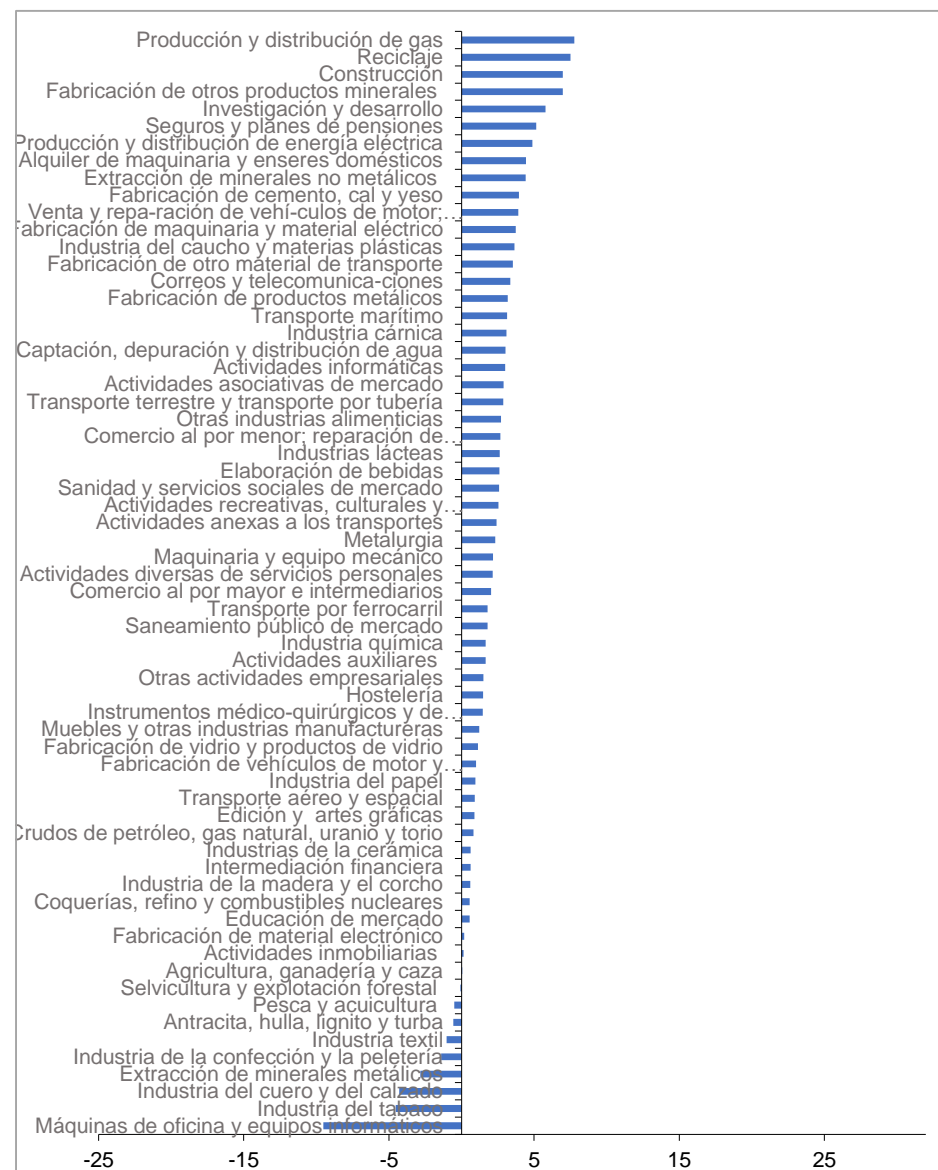


Gráfico I.18. Contribución de los consumos intermedios 2006-2007



La contribución de los consumos intermedios para cada rama y año se calcula como la diferencia del logaritmo del índice de los consumos intermedios entre dos periodos consecutivos, ponderada por el valor medio del peso de la renta de los consumos intermedios en el valor del producto, todo ello multiplicado por 100. Dicho valor indica para cada una de las ramas en cuantos puntos porcentuales contribuye el incremento de los consumos intermedios al crecimiento del producto- Fuente: elaboración propia.

11.3. Productividad total de los factores

La base de datos que se ha creado permite el cálculo de la variación logarítmica de la productividad total de los factores (o multifactorial) anual para las 64 ramas de actividad de la economía española para los años 1996-2007. Esto permite identificar en qué medida la PTF contribuye o no al crecimiento de la producción de las ramas. Ante todo, hay que recordar lo que mide la tasa de PTF definida en el modelo de la contabilidad de crecimiento, como residuo a partir de los índices de los distintos factores productivos definido y construidos de acuerdo a la metodología expuesta en el epígrafe 4 de este capítulo.

En la medida que tanto el índice de los servicios de capital como el índice de los servicios de trabajo han sido construido teniendo en cuenta la diferencia de calidad (al utilizar el coste de uso como ponderadores de los activos de capital, y haber construido el índice de los servicios del trabajo diferenciando por niveles de cualificación), el residuo capta, teóricamente, el progreso tecnológico no incorporado, ya que aquellas mejoras introducidas por el capital (o factor trabajo) y reflejadas en su coste de uso para el capital (y salario por hora para el trabajador) conducirán a un incremento de la contribución de dicho factor y no de la PTF. Ahora bien, en la medida que la PTF se calcula como residuo, la PTF también incluye en su valor cualquier error de medición relacionado con los inputs y outputs.

A fecha de hoy no se han encontrado estudios sobre la PTF con un nivel de desagregación parecido al de esta tesis. Una de las mayores aportaciones al estudio de la productividad multifactorial comparada y en relación a las TIC ha sido protagonizada por el proyecto ya mencionado EU KLEMS. Sin embargo, el nivel de desagregación en de la base de datos EU KLEMS alcanzado para España es de 26 ramas y el cálculo de PTF se hace en términos de valor añadido, por lo que los resultados no son directamente comparables con los obtenidos en esta investigación. La fundación BBVA ha difundido varios trabajos en sus Cuadernos de Divulgación relacionados con el crecimiento (Las fuentes de crecimiento económico español: cambios recientes, 3-2006), nutriéndose todos ellos de los datos de la base de datos de EU-KLEMS y por lo tanto no son directamente comparables con los obtenidos en esta tesis.

Aun así, se exponen a continuación algunas conclusiones que se extraen de los trabajos empíricos sobre la PTF en España y de los países de la OCDE, y que nos dan una idea de las tendencias generales de PTF de otras economías avanzadas.

- i. En primer lugar, las tasas de crecimiento de la PTF desagregadas presentan un rasgo común, a saber, las grandes oscilaciones de los valores de las tasas de variación tanto entre ramas (o unidad observada) como a lo largo de los años.
- ii. Tasas negativas de crecimiento de la PTF en algunas ramas pueden ser compatibles con tasas de PTF positivas en otras ramas o incluso para el conjunto de la economía agregada.
- iii. Por otro lado, en la mayoría de los países de la OCDE, la evolución de la PTF muestra un crecimiento fuerte durante los años 1995-2000, seguido de una fase de ralentización hasta alcanzar valores débiles durante el periodo de pre-crisis 2001-2007.

Finalmente, la evidencia empírica sobre la divergencia de la PTF americana y europea que aporta el trabajo *The productivity gap between Europe and the United States: trends and causes* (B. v Ark, M. O'Mahony, M. Timmer, 2011) y que se nutre de los datos de

EU-KLEMS para datos desagregados y por sectores, muestra que la causa de la misma se encuentra en el comportamiento divergente de la PTF de algunas ramas de los servicios (y no de su totalidad) como son las ramas de servicios financieros y otros servicios de empresas seguidas por la rama de distribución (comercio al por mayor y al por menor y transportes). Los datos de PTF para el periodo 1995-2004 en Europa (10 países) se estiman en -0.5% y 0.2% para las ramas financieras y de distribución respectivamente lo que se compara con una tasa del 0.4% y 1% para la economía americana.

A continuación se analizan los datos desagregados de la PTF con el objetivo de conocer el papel que ha desempeñado la PTF en la economía española como motor de crecimiento e identificar si su evolución a lo largo de los tres subperiodos ha sido similar a la de los principales países de la OCDE. Además, se presentan los resultados agregando las ramas por sectores con el objetivo de conocer si existen comportamientos divergentes entre las ramas de los servicios y de la industria..

11.3.1. Contribución de la PTF por ramas de actividad

Las tasas media de crecimiento de la PTF por ramas de actividad se representan, en orden decreciente, para el conjunto de periodo 1996-20007 en el Gráfico I.21 y para los tres periodos subdivididos, 1996-2000, 2001-2005 y 2006-2007 en el Gráfico I.20, Gráfico I.23y Gráfico I.22 respectivamente. .

i. PTF 1996-2007

Como cabía esperar, se observan grandes oscilaciones de los valores de la tasa de crecimiento de la PTF media para el conjunto del periodo entre las distintas ramas de actividad (Gráfico I.21), desde valores positivos y elevados (cerca de 7 p.p para *actividades asociativas de mercado y selvicultura*) frente a ramas con tasas muy deprimidas como es el caso de la rama *de crudos de petróleo, gas natural, uranio y torio y extracción de minerales metálicos* con tasas de -10 p.p El panorama para el conjunto del periodo analizado no es positivo: de las 64 ramas de actividad 31 están en zona positiva frente a las 34 en contribuciones medias negativas, siendo además, en valor absoluto, mayores los valores de signo negativo que los de signo positivo. Con respecto a los servicios, 15 ramas presentan valores negativos, entre las que se encuentran todos los transportes, el comercio (salvo el comercio al por mayor) y las ramas de servicios financieros (*intermediación y seguros y planes de pensiones*). Por el contrario, otros servicios a empresas (*I+D, informáticos, inmobiliario*) presentan valores positivos. Las contribuciones positivas son atribuibles en mayor medida a las ramas de la industria 15 ramas frente a tan sólo 9 ramas de servicios. *Muebles, cerámica, papel, textil, vidrio, químicas, metalurgia, maquinaria eléctrica y equipo mecánico* son ramas industriales con valores medios positivos. En la energía y minería las ramas de *producción y distribución de la energía eléctrica y de gas*, así como, la de *extracción de minerales no metálicos* arrojan una contribución positiva. La rama de *construcción* ocupa la 4ª peor contribución con una media para el conjunto del periodo de -6 p.p. y sin grandes cambios cuando se analizan los valores a los largo de los subperiodos considerados. Por el contrario, destacan en positivo las ramas del sector primario.

ii. Periodo 1996-2000

Durante los años 1996-2000, las contribuciones de la PTF (Gráfico I.20) se caracterizan por el predominio de valores negativos. Así, solamente 20 ramas arrojan contribuciones positivas frente a 44 con tasas negativas y las que arrojan signo positivo presentan en general valores bajos. Entre las ramas que encabezan la clasificación, se observan mayores valores de PTF entre las ramas de los servicios que entre las ramas industriales:

apenas 6 ramas de la industria (*reciclaje, metalurgia, muebles, papel, cemento, vidrio, cerámica*) superan los 2 p.p. frente a 10 ramas de los servicios (en general servicios a empresas como *correo y comunicación, informática, alquileres de enseres, actividades auxiliares, inmobiliarias*). Sin embargo otras ramas de los servicios, (los *transportes, servicios financieros y ramas del comercio*) presentan valores negativos, algo que contrasta con los datos americanos, en donde estas ramas destacan por el sólido crecimiento de su PTF. En la energía, la evolución de la PTF los *crudos de petróleo y gas natural* resta algo más de 20 p.p, mientras que la PTF de las ramas de *producción de energía eléctrica y del gas* son positivas (cerca de 5 p.p. y 1,5 p.p. respectivamente). Todas las ramas del sector primario presentan tasas de crecimiento de PTF positiva.

iii. Periodo 2001-2005

Durante el periodo (2001-2005) la tasa de variación de la PTF (Gráfico I.23) avanza de manera general hacia valores positivos. Así, 42 ramas presentan signo positivo frente a 22 con signo negativo. Estos avances se localizan fundamentalmente en la industria, cuyos valores mejoran en prácticamente toda las ramas (salvo metalurgia, fabricación de material electrónico, de instrumentos médico-quirúrgico y otras industrias alimenticias) alcanzando 21 de ellas tasas de crecimiento positivas. En general, los valores positivos de PTF se localizan en las ramas de los productos minerales y metálicos, química papel y plásticos y las ramas de la manufacturas. Por el contrario la industria de la alimentación y algunas ramas de fabricación de la maquinaria presentan signos negativos como en la rama de la industria del tabaco (-3%), la de otras industrias alimenticias (-2,6) y la de fabricación de instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión, de oficina y equipos informáticos (en torno a -1,8%). La PTF de la rama de la construcción destaca, de nuevo, por su débil crecimiento. En las ramas de los servicios, la mayoría de valores positivos se localizan en las ramas de *comercio y distribución* y en varios servicios a empresas destacando por su fuerte crecimiento los *servicios de intermediación financiera y de investigación y desarrollo*. Por el contrario, las ramas de *correos y telecomunicaciones, seguros y pensiones y alquiler de maquinaria*, así como, *informática* presentan tasas negativas de PTF. En la rama de *crudos de petróleo y gas natural* y de *la extracción de minerales* el descenso de la PTF supera el 3 por ciento. La rama de *la agricultura* es la única del sector primario con tasas de PTF negativa.

iv. Periodo 2006-2007

Durante los años 2006-2007 (Gráfico I.22) las contribuciones positivas de PTF pierden el impulso del periodo anterior, aunque se sitúan por encima de los valores del periodo 1996-2000. De las 64 ramas, 36 presentan una contribución positiva frente a las 28 con valores negativos. Este retroceso se produce principalmente en las ramas de la industria sin maquinaria (sólo 14 ramas alcanzan valores positivos frente a las 21 del periodo anterior), en los servicios a la comunidad (excepto *educación*) y en *los servicios de transportes* (salvo el aéreo) cuyas tasas empeoran respecto al periodo 2001-2005. Además, la rama de *extracción de minerales metálicos* alcanza el valor más bajo de todo el periodo.

Gráfico I.21. Crecimiento de la PTF 1996-2007

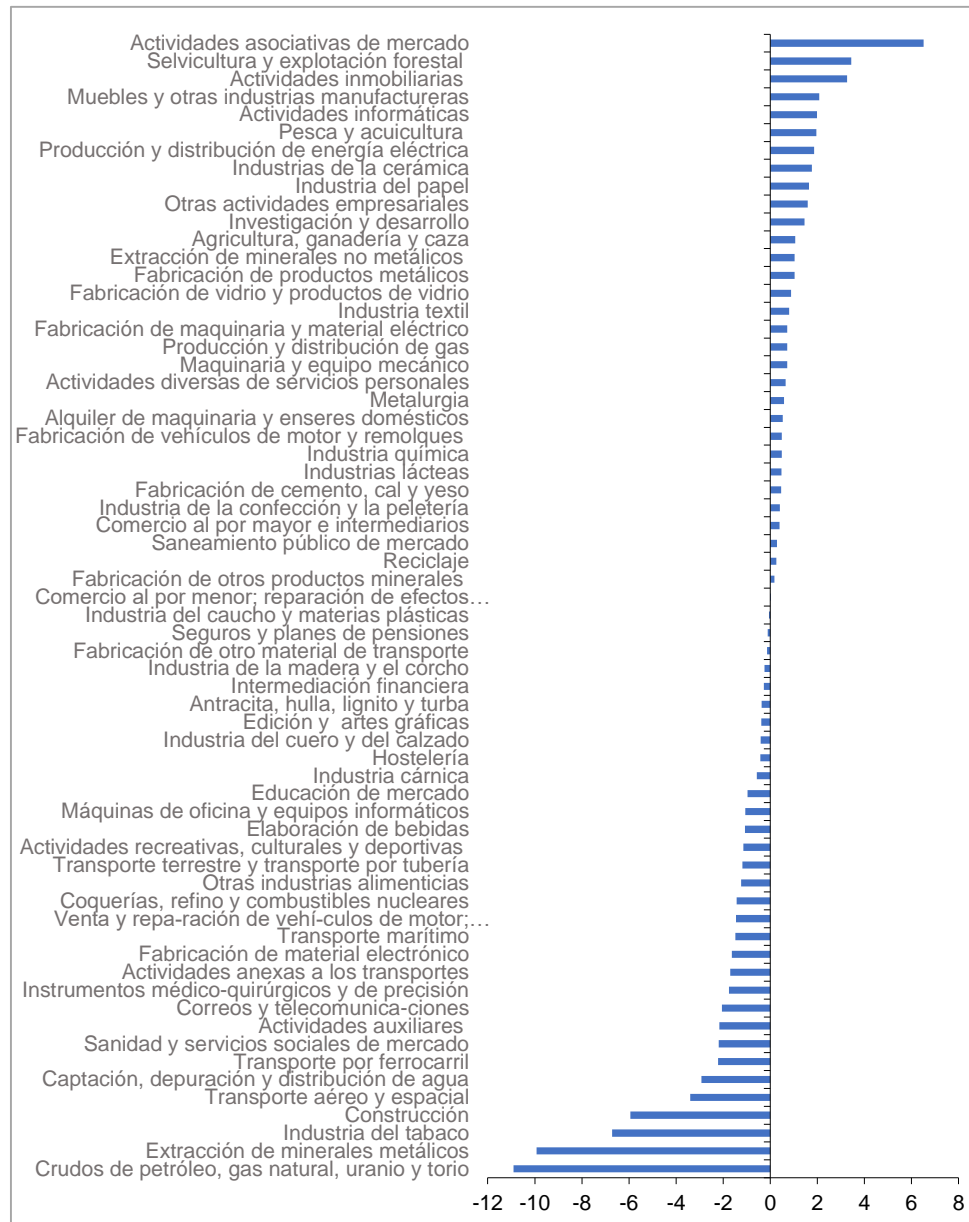
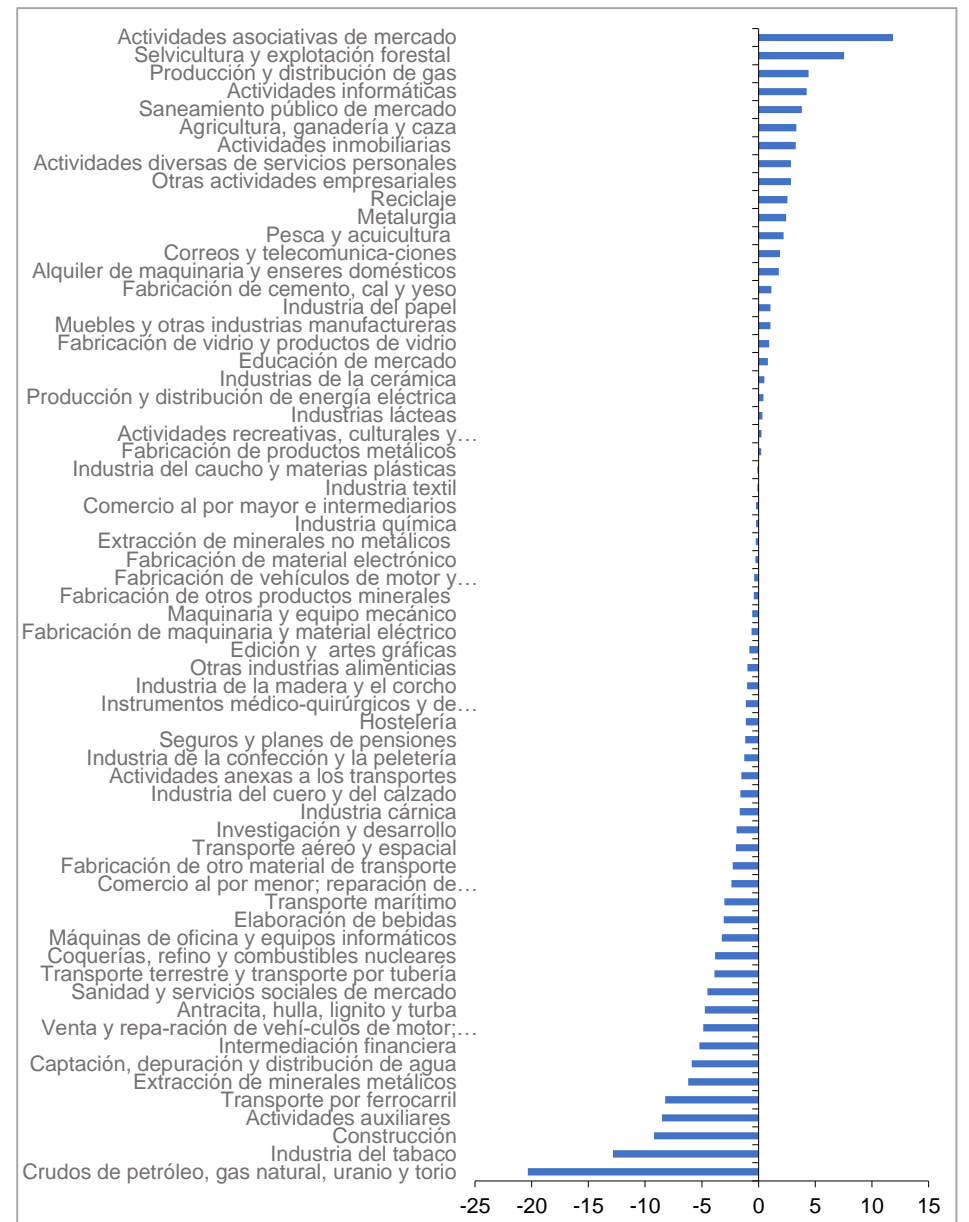


Gráfico I.20. Crecimiento de la PTF 1996-2000



La tasa de crecimiento de la PTF de cada periodo es la media de la variación anual de la PTF en términos de producción multiplicada por 100. El valor indica por ramas la contribución media anual del crecimiento de la PTF al crecimiento del producto. Fuente: elaboración propia

Gráfico I.23. Crecimiento de la PTF 2001-2005

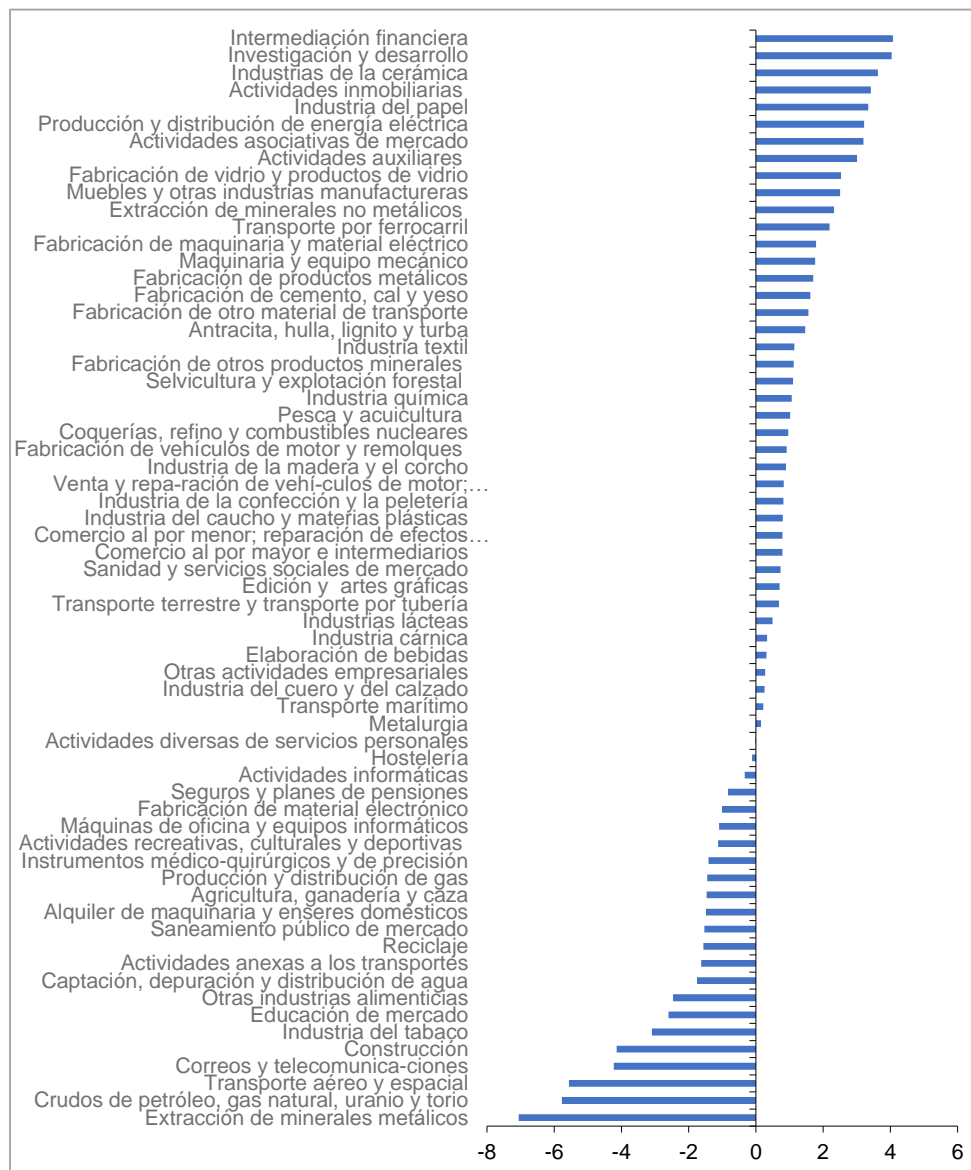
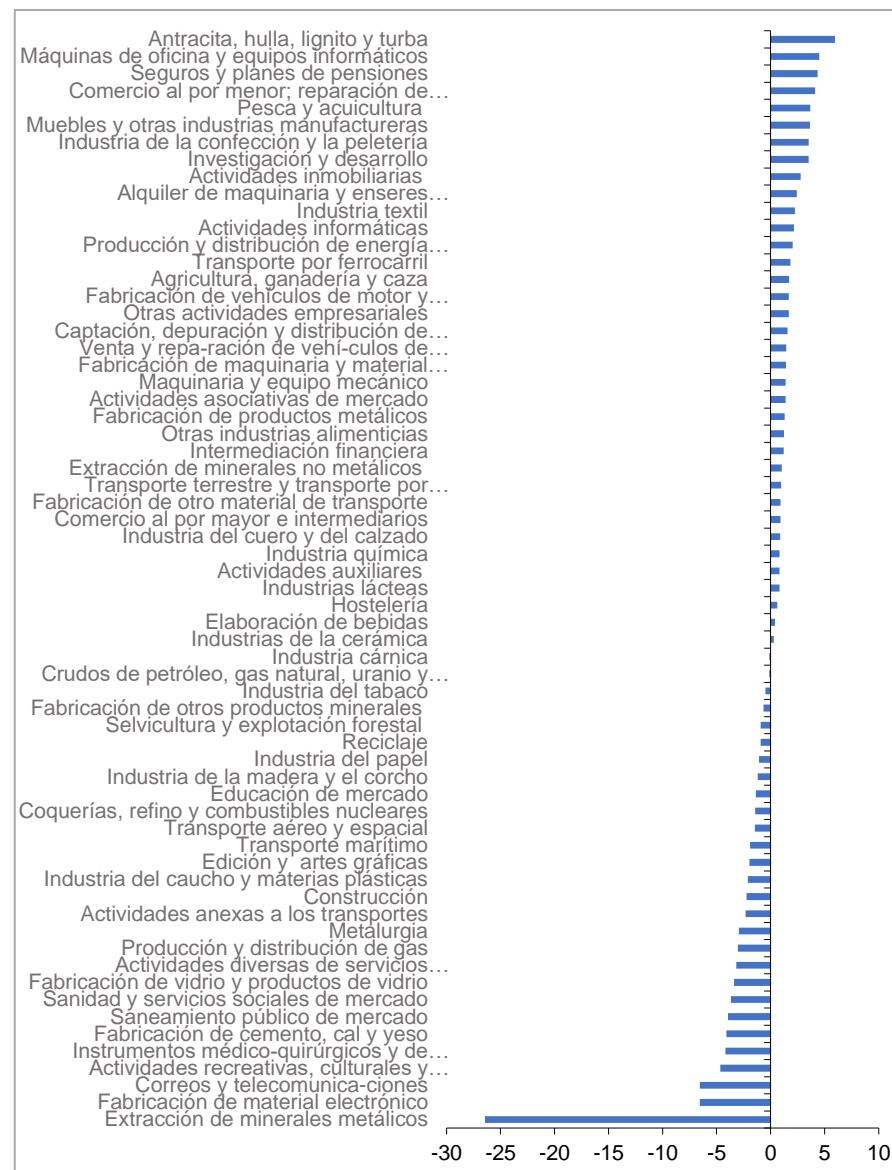


Gráfico I.22. Crecimiento de la PTF 2006-2007



La tasa de crecimiento de la PTF de cada periodo es la media de la variación anual de la PTF en términos de producción multiplicada por 100. El valor indica por ramas la contribución media anual del crecimiento de la PTF al crecimiento del producto. Fuente: elaboración propia.

Hay que mencionar que dentro de la industria se produce una mejoría en las ramas de la alimentación, de manufacturas y de la fabricación de maquinaria salvo en la rama de la *fabricación de material electrónico* y de *Instrumentos médicos-quirúrgicos y de precisión* que aceleran la caída de la PTF iniciada en el periodo 1995-2000. Las ramas de productos metálicos y minerales junto con la industria de la química, papel y plásticos, cuyas mejoras de productividad se habían consolidado en los primeros diez años, registran caídas notables en sus PTF durante los años 2006-2007. En los servicios, se observa una clara mejoría en las ramas de *comercio y hostelería*, así como, en los servicios a empresas a excepción de la rama de *correos y telecomunicaciones*. Por el contrario, hay que mencionar el descalabro de la PTF de los *servicios a la comunidad* y la debilidad persistente de algunas ramas de transportes (*marítimo, aéreo, actividades anexas a los transportes*). En las ramas de la energía se alcanzan valores positivos de PTF en varias de sus ramas (*antracita, energía eléctrica, agua y extracción minerales no metálicos*). Las ramas de la *agricultura y la pesca* presentan avances de productividad multifactorial.

A modo de conclusión, la PTF en la segunda mitad de la década de los 90, destaca por su debilidad, cuyo origen se encuentra principalmente ente las ramas de la industria, de la construcción y en algunas ramas de la energía. La fortaleza registrada en la economía americana, a partir de la segunda mitad de la década de los noventa no se produce en España., en donde el crecimiento de la PTF se inicia de forma tardía, a partir del año 2000. El avance de la PTF en el periodo 2001-2005 que se localiza entre las ramas industriales, y en menor medida en algunas ramas de los servicios (intermediación financiera, I+D), pierde fuerza entre los años 2006-2007.

11.3.2. Tasa de crecimiento de la PTF por sectores

Una vez identificado por periodos cómo se comportan las tasas de variación de PTF por ramas, es pertinente preguntarse si se pueden destacar algunas pautas distintas entre sectores y por subsectores en términos de PTF. Dicho de otro modo, se trata de comprobar, como sucede en la eurozona, si los servicios (a excepción de los transportes y comunicaciones) son responsables de la debilidad de la PTF. Así mismo, es importante conocer si las industrias de fabricación de maquinarias y equipo electrónico, eléctrico y óptico han liderado como en EEUU los avances de productividad multifactorial.

Para ello, en un primer lugar, se calcula la variación de la PTF del sector primario, del sector energético y extractivas, de la industria, de los servicios y por último de la construcción. Para dicha agregación se han ponderado las tasas de crecimiento de la PTF de cada rama, por las ponderaciones denominadas Domar, iguales al cociente del valor de la producción nominal de cada rama con respecto al valor añadido del agregado. Los resultados se muestran en la Tabla I.2. Los gráficos de las variaciones de PTF agrupadas por sectores y subsectores (en el Gráfico I.24, Gráfico I.25 y Gráfico I.26), completan la información.

Tabla I.2. Tasa de crecimiento de la PTF por sectores

Tasa de variación de PTF	sector primario	energía y extractivas	sector industrial	construcción	sector servicios
1996-2000	5.87	-4.54	0.85	-8.05	-10.59
2001-2005	-2.11	5.23	4.78	-3.81	-4.48
2006-2007	-3.05	0.30	2.69	-2.26	-8.96

La tasa de PTF sectorial se calcula agregando la tasa de variación de la PTF de la ramas de cada sector ponderada por ponderaciones Domar. Las ponderaciones Domar se calculan como el cociente del valor de la producción nominal de cada rama con respecto al valor añadido del sector. Fuente: elaboración propia.

De la Tabla I.2 se comprueba, que todos los sectores salvo el sector primario mejoran sus tasas de PTF durante el periodo 2001-2005 y desaceleran su crecimiento fuertemente en los años 2006-2007. El sector primario es una excepción puesto que muestra un deterioro desde niveles positivos y elevados hasta tasas negativas a lo largo de los dos periodos siguientes. En segundo lugar, se confirma la debilidad de la rama de los servicios con pérdidas de productividad permanentes y abultadas siendo incluso mayores que las registradas en la rama de construcción. Como cabía esperar, la industria lidera las ganancias de PTF a lo largo de los tres periodos, seguida por el sector de energía y de las extractivas a partir del periodo 2001-2005.

Para conocer si existen dentro de las ramas de los servicios, pautas distintas de comportamiento, se han calculado las tasas de crecimiento de la PTF de los servicios a la comunidad, servicios a empresas, de los servicios de distribución y transportes por último se ha mantenido la ramas de correos y telecomunicaciones sin agregar. Los resultados se presentan en la Tabla I.3.

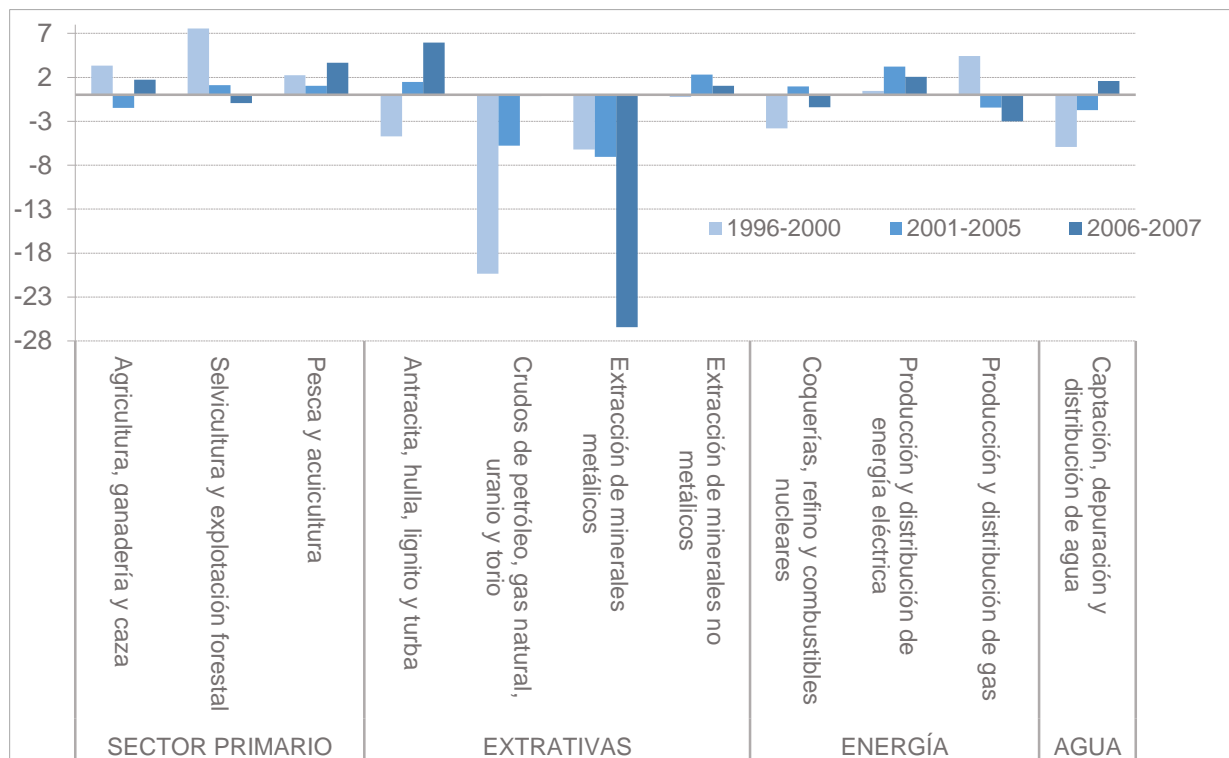
Tabla I.3. Tasa de crecimiento de la PTF en la industria y los servicios

PTF	INDUSTRIA		SERVICIOS			
	Fabricación de maquinaria equipo	Resto industria	Distribución y transportes	Correos y telecomunicaciones	Servicios a empresas	Servicios a la comunidad
1996-2000	-2.12	-1.90	-4.12	1.23	0.52	-8.22
2001-2005	4.08	1.99	0.17	-6.26	2.78	-1.17
2006-2007	4.40	-0.66	1.82	-8.08	3.10	-5.80

La tasa de PTF sectorial se calcula agregando la tasa de variación de la PTF de las ramas que de cada sector ponderada por ponderaciones Domar. Las ponderaciones Domar se calculan como el cociente del valor de la producción nominal de cada rama con respecto al valor añadido del sector. Fuente: elaboración propia.

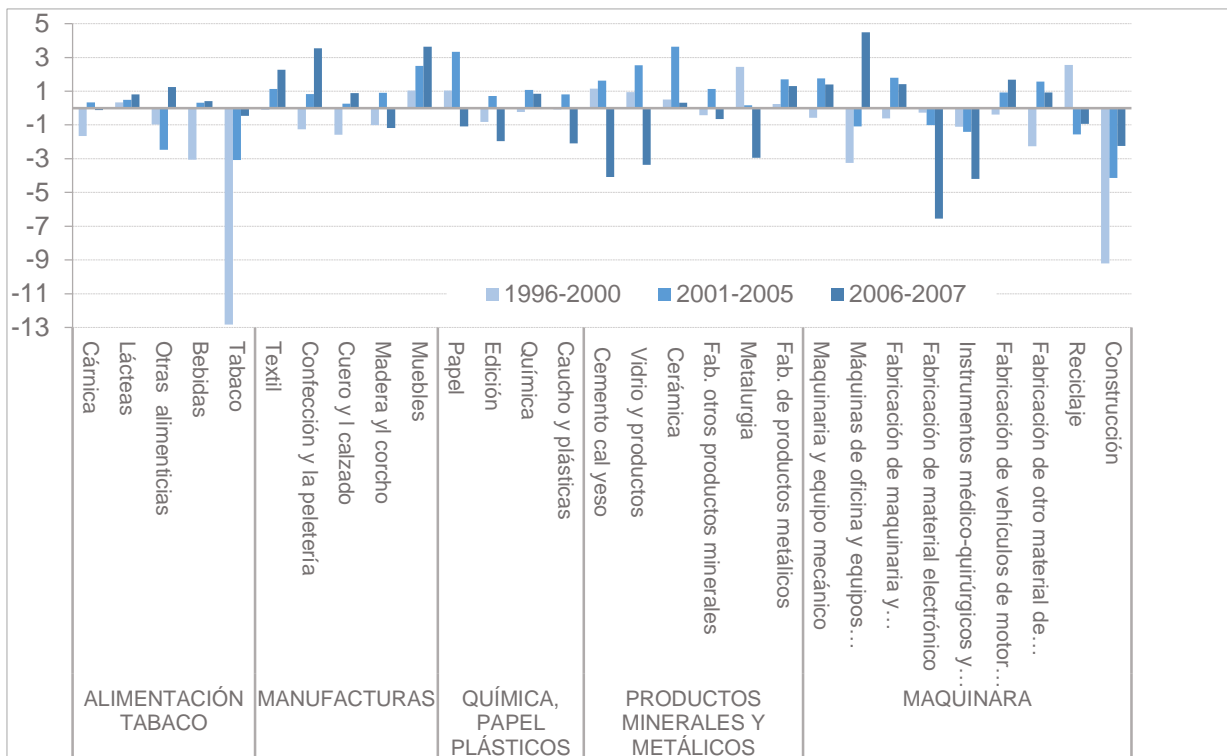
Se detecta un comportamiento dispar entre los distintos servicios. Mientras que los destinados a la comunidad arrojan valores negativos y abultados, los servicios a empresas mejoran de manera continua a lo largo de los tres subperiodos y hasta algo más de 3%. Hay que mencionar que las ramas de distribución y transportes, aunque presentan valores positivos de PTF a partir del segundo periodo, mantienen su crecimiento por debajo del 2 %. En los servicios hay que mencionar la debilidad de la tasa de variación de la rama de correos y telecomunicaciones y su evolución negativa a partir del periodo 2001-2005 lo que se abordará en toda su extensión con la introducción de las TIC al modelo de la contabilidad del crecimiento, en el segundo capítulo de esta tesis. Con respecto a la industria, efectivamente la industria de la fabricación de maquinaria y equipo presenta las mayores tasas de crecimiento de PTF a partir del segundo periodo 2005, muy por encima del resto de la industria

Gráfico I.24. PTF en el sector primario, actividad extractiva y energía



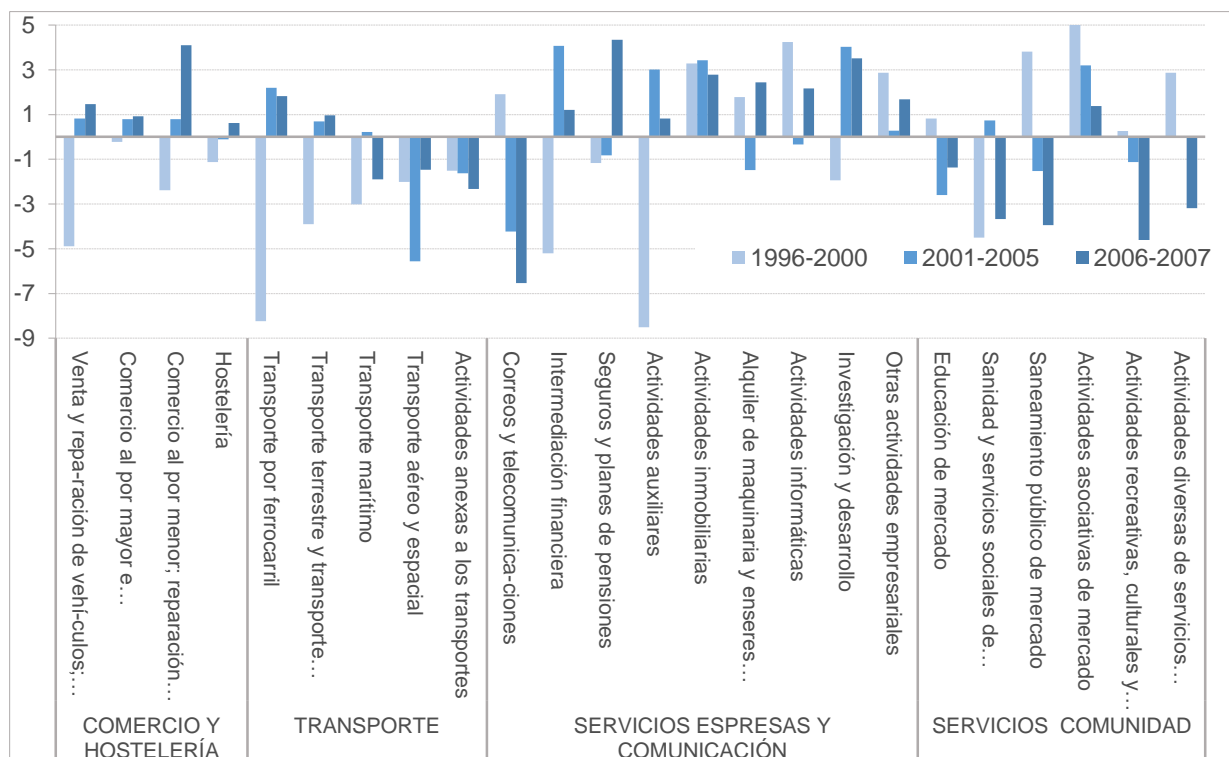
La tasa de crecimiento media para cada uno de los subperiodo. La PTF por industrias se calcula con suma ponderada de la tasa de variación de la PTF de las ramas de cada sector con ponderaciones Domar. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.25. PTF en la industria



Tasas de crecimiento media para cada uno de los subperiodo. La PTF por industrias se calcula con suma ponderada de la tasa de variación de la PTF de las ramas de cada sector con ponderaciones Domar. Fuente: elaboración propia.

Gráfico I.26. PTF en los servicios



Tasas de crecimiento media para cada uno de los subperiodos. La PTF por industrias se calcula con suma ponderada de la tasa de variación de la PTF de las ramas de cada sector con ponderaciones Domar. Fuente: elaboración propia.

A modo de recapitulación, se concluye que evolución de los cambios de las PTF a lo largo de los tres subperiodos considerados muestra una mejoría clara en la primera mitad de las décadas del 2000, que sin embargo no se consolida en los años siguientes. Esto constituye un comportamiento distinto de la evolución de la PTF de los principales países de la OCDE en los que las mayores ganancias de PTF se alcanzan en la segunda mitad de la década de los 90. El hecho de que en España, la fase de crecimiento de PTF se inicie más tarde, desde niveles inferiores a los de los países de la OCDE y a un ritmo generalmente menor, son factores que explican la divergencia de la PTF de nuestra economía con respecto a la americana y eurozona. Se constata que por sectores la PTF del sector de la energía de las ramas extractivas y de la industria se comportan mejor que la del sector servicios. Sin embargo, a pesar de que efectivamente la industria arroja tasas positivas de productividad multifactorial en los tres subperiodos, quedan lejos de las tasas de la PTF de los principales países de la OCDE.

Por subsectores, dentro de la industria hay que destacar que el sector fabricación de maquinaria presenta tasas de PTF a partir del año 2001 prácticamente el doble que las del resto de la industria (excluyendo reciclaje). Dentro de los servicios, el sector servicios financieros y otros a empresas (excluyendo correos y telecomunicaciones), en línea con lo que sucede en la eurozona, presentan tasas positivas y sólidas. Sin embargo, en el sector de distribución y transporte, el crecimiento no es continuo, puesto que en el primer periodo es negativa y no alcanza la fortaleza que se ha detectado en otras economías. Destaca por su debilidad y en claro contraste con la evidencia empírica sobre datos americanos, el deterioro de las tasas de PTF en las ramas de correos y telecomunicaciones, cuyo análisis se relega al segundo capítulo.

12. Conclusión

El conocer las contribuciones de los factores productivos tradicionales al crecimiento del producto y esa parte del crecimiento no atribuible al crecimiento de los inputs, permite abordar el análisis de las fuentes del crecimiento en España en los años 1996-2007 con un nivel de profundidad considerable. El nivel de desagregación abarcado en esta tesis ha puesto de manifiesto la divergencia del comportamiento en términos de PTF entre las ramas, algo que se pierde cuando se aborda la PTF de forma agregada. A la luz de los resultados obtenidos, se puede concluir que el factor productivo que contribuye en mayor medida al crecimiento de la producción por ramas son los consumos intermedios. La contribución del factor trabajo modera su contribución en el segundo periodo mientras que la del capital muestra valores más estables en el conjunto del periodo. El peso que tiene la PTF en el crecimiento de la producción por ramas varía tanto por ramas como entre periodos, aunque durante el periodo 2001-2005, el peso de la contribución de la PTF para el conjunto de las ramas es positiva y alcanza en algunas ramas (cerámica, papel, financiera) valores superiores al 50%.

La debilidad de la tasa de crecimiento de la PTF agregada española durante el periodo de pre-crisis ha sido puesta en evidencia por multitud de estudios, pero tal como se ha mostrado en esta tesis, la debilidad de la misma es compatible con avances de PTF notables en las ramas de la industria manufacturera, especialmente en el sector de fabricación de maquinaria, así como, en varias ramas de los servicios a empresas (excluyendo Correos y Telecomunicación). Más moderado, y únicamente a partir del año 2001, es el crecimiento de la PTF en algunas ramas de la distribución y de los transportes. Por el contrario, los datos han confirmado el desplome de la PTF en la construcción, el transporte por ferrocarril, el tabaco, y en algunas otras ramas de los servicios colectivos. En el resto de la rama, se ha puesto en evidencia la debilidad de la PTF.

En el conjunto del periodo, la PTF aumenta su contribución al crecimiento a partir del año 2000, en varias ramas, aunque empieza a perder fuelle en los años 2006-2007, lo que se opone a la fortaleza de la PTF americana desde el inicio de la primera mitad de la década de los noventa y hasta los años de pre-crisis. Sin embargo si uno pretende explicar la divergencia del crecimiento español a partir de las contribuciones de sus factores productivos, con su agregación tradicional, en capital, trabajo y consumos intermedios, sin contemplar las contribuciones de los activos de capital y tecnológico, de la mejora del capital humano, e incluso de los consumos intermedios tecnológicos, sólo podrá explicar una pequeña parte de la misma. Entender por qué España no se subió al tren de la productividad entre los años 1996 y 2007 está estrechamente ligado los efectos de las TIC en el crecimiento del producto y en la PTF. Detrás del “milagro americano” y prácticamente de sus 15 años de bonanza económica, se encuentra la revolución de las TIC apoyada por el desarrollo del capital humano. Y ¿España? ¿Ha podido explotar los beneficios de la revolución tecnológica? El desarrollo de la respuesta a esta pregunta constituye el objeto del segundo capítulo de esta tesis.



Capítulo II

Las TIC, el capital humano y
sus efectos sobre el
crecimiento y la PTF

Capítulo II Las TIC, el capital humano y sus efectos sobre el crecimiento y la PTF

Resumen

Nadie discute hoy en día, que el fuerte crecimiento de la economía americana en el periodo 1995-2007 está estrechamente vinculado a la revolución de las TIC. Así, las estimaciones de Oliner y Sichel (2000) apuntan a que la contribución media anual del capital TIC al crecimiento del PIB para el periodo 1996-1999 en la economía americana es de 1,1 puntos porcentuales, (0,63 p.p. del hardware, 0,32 p.p. del software y 0,15 p.p. de comunicaciones), por encima de las estimaciones publicadas en 2002 por Colecchia y Schreyer, de 0,87 p.p. anual para el periodo 1995-2000. A estos efectos directos de las TIC sobre el crecimiento del PIB, se añaden los derivados del incremento de la PTF. Siguiendo con el caso americano, a la innovación fruto de la producción de las TIC que insufló la tasa de crecimiento de la PTF en las ramas productoras TIC entre 1995 y 2000, contribuyendo hasta 0,53 p.p. a la PTF agregada, le siguió una etapa entre 2001 y 2007 de sólido crecimiento económico, derivado del incremento de la PTF en las ramas usuarias TIC cuya contribución media anual alcanzó los 0,35 p.p., (Jorgenson, Ho y Samuels, 2010). La revolución de las TIC, además se vio acompañada y reforzada por la mejora en la calidad del factor trabajo, cuya contribución al crecimiento americano se estima en ,017 puntos porcentuales entre 1995-2000 (Jorgenson et al, 2010). La fortaleza de ambas magnitudes, el peso de las ramas TIC en el conjunto de la economía, la mejora en el capital humano, y, precisamente, ese relevo permitieron (entre ramas productoras a ramas usuarias de TIC) a la economía americana extraer todos los beneficios de la revolución tecnológica, permitiendo que sus efectos se extendieran desde las ramas productoras TIC hasta la ramas usuarias TIC. Y ¿España? ¿Ha podido explotar los beneficios de la revolución tecnológica? El desarrollo de la respuesta a esta pregunta constituye el objeto del segundo capítulo de esta tesis.

En este capítulo se aborda la medición, dentro del marco neoclásico, de los efectos de las TIC sobre el crecimiento y la PTF de la economía española desagregada en 64 ramas de actividad, para los años 1996-2007. Para ello, se introduce, en el modelo de la ecuación de la contabilidad crecimiento, las TIC, como activo de capital, como producción y lo que constituye una aportación de esta tesis, también como bien y/o servicio de consumo intermedio. Asimismo, se mide la contribución del efecto de la mejora de la calidad en el factor trabajo en el crecimiento de la producción de las ramas. Además, y como segunda aportación de este segundo capítulo, se evalúa la sensibilidad de las estimaciones de la

PTF a la valoración de las TIC utilizando dos opciones de deflatores distintos, un índice de precios tradicional y otro índice de precios hedónicos. Por último, se calcula el factor eficiencia en la descomposición de la PTF agregada de Olley-Pakes para conocer si la asignación de recursos entre las ramas contribuye y en qué medida al crecimiento de la PTF agregada.

Los resultados obtenidos para el conjunto del periodo 1996-2007, muestran que el capital total TIC contribuye en 0,51p.p. al crecimiento medio anual de la economía agregada (con ponderaciones Domar), lo que refleja contribuciones superiores al punto porcentual en las ramas del sector financiero (seguro y planes de pensiones, intermediación financiera), en la sanidad, y en la de los servicios relacionados con las TIC (correo y telecomunicaciones y actividades informáticas) junto con contribuciones por debajo de 0,5 p.p. en las ramas de la industria y de la energía. Cuando se analiza el peso de la contribución TIC con respecto a la del capital no TIC, se pone de manifiesto que la renovación del capital tradicional por el capital tecnológico se está haciendo a un ritmo más lento que en el resto de la economías avanzadas.

La contribución de los consumos intermedios TIC es prácticamente insignificante para prácticamente la totalidad de las ramas, salvo para tres de las ramas productoras TIC (*Fabricación de material electrónico, Servicios informáticos y correo y telecomunicaciones*) y la de *fabricación de instrumentos médicos-quirúrgicos y de precisión*, en las que los valores se encuentran entre 2 y 4 p.p. Con respecto a la contribución media anual de la mejora en la calidad del factor trabajo, los datos para el conjunto del periodo muestran resultados negativos en términos medios salvo en la rama de la educación, *Extracción de minerales metálicos y transporte por ferrocarril*.

Con respecto a la sensibilidad de la PTF de las ramas productoras TIC a la valoración de las TIC, los datos muestran que el índice de PTF de la rama de *Máquinas de oficina y equipos informáticos* se multiplica por más de dos cuando se usa un deflactor de precios TIC hedónico. Así, el crecimiento de la PTF de las industrias TIC, cuando se usan precios hedónicos, muestran importantes avances en la rama de *Máquinas de oficina y equipos informáticos* entre 1996-2000 de hasta 13% en línea con el crecimiento del 16,6% para la rama de ordenadores de la economía americana durante los años 1996-1999, aunque muy alejado del 45,4% para la rama de semiconductores (Sichel y Oliner, 2000). La PTF de la rama productora de servicios TIC (Correo y comunicaciones y servicios informáticos) muestra un crecimiento del 4,4% anual entre 1996-2000 y en la rama de *Fabricación de otro material electrónico*, arroja tasas negativas en el conjunto del periodo lo que se compara con una tasa de crecimiento de dos dígitos en EEUU. En línea con lo que sucede en Europa y en EEUU, la magnitud del crecimiento de la PTF en tres de las cuatro ramas productoras TIC, que se observa entre los años 1996-2000, pierde fuelle a partir del año 2000. Todo ello, hace que la contribución de la PTF de las ramas productoras TIC al crecimiento de la PTF agregada anual sea tan solo de 0,17 puntos porcentuales frente a 0,54 p.p. en EEUU (Oliner y Sichel, 2000), algo que explica la debilidad de la PTF española. Por último, los resultados obtenidos muestran que el factor eficiencia asignativa de la descomposición de Olley-Pakes es responsable de la debilidad de la PTF agregada entre un 60% y hasta un 100% cuando se usa deflatores hedónicos para las TIC.

1. Introducción

La irrupción en los últimos años de Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC) en la sociedad ha modificado profundamente y a una velocidad sin precedentes, múltiples aspectos del comportamiento de los hombres que desbordan el ámbito económico. Conocer primero, para entender después y medir por último, los efectos económicos y sociales de las TIC, es un objetivo no sólo de los economistas sino también de los estudiosos de la sociología, la neurociencia etc. De la misma manera que la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX impulsó el desarrollo de la sociedad moderna y del modelo capitalista en los países occidentales, la revolución de las TIC, explica, hoy en día, una parte sustancial del proceso de globalización, y en un futuro no muy lejano, podría dar paso, al nacimiento de un nuevo modelo de sociedad: la sociedad del conocimiento¹⁷. Esta sociedad se caracterizaría “por la presencia creciente de un conjunto de actividades que giran alrededor de la educación, y capacitación profesional, la producción científica, el desarrollo tecnológico, y la innovación empresarial en detrimento de los sectores primario, industrial y de servicios tradicionales”.

Dejando de lado las teorías sobre la nueva estructura socio-económica que pudiera emanar de la revolución de las TIC, un segundo objetivo de esta tesis es abordar, dos efectos muy concretos de las TIC de entre los múltiples efectos económicos, que son los efectos sobre el crecimiento y los efectos sobre la productividad total de los factores.

Así, en este segundo capítulo, tras definir y precisar las características de las TIC, se explican, en un segundo epígrafe y desde la teoría, los mecanismos que relacionan las TIC con el crecimiento y la PTF. A continuación, y siguiendo en la misma línea de análisis del primer capítulo de la tesis, se incorporan las TIC al modelo de la contabilidad del crecimiento desde una triple perspectiva: primero como sector productivo, en segundo lugar como activo de capital y finalmente como bien y servicio de consumo intermedio. Se analizan las medidas de las contribuciones de las TIC al crecimiento y su relación con la PTF, tanto por ramas como de forma agregada, y se evalúa la sensibilidad de estas estimaciones a las valoraciones de las TIC. Con respecto al factor trabajo, es interesante plantearse y conocer cómo afectan las distintas mejoras en la formación de la fuerza de trabajo, o cambios en el capital humano, al crecimiento del producto y su relación con la PTF de las distintas ramas. Para ello, se introduce la descomposición del índice de servicios del factor trabajo en la ecuación de la contabilidad del crecimiento, lo que permite distinguir entre el origen del crecimiento del producto originado por los cambios en la cantidad del factor trabajo del que se explica por la mejora en la formación de los trabajadores o aumento de la calidad del factor trabajo.

Aun así, la medición de los efectos de las TIC, como del capital humano, en el contexto de la contabilidad del crecimiento neoclásico, tiene sus limitaciones. En efecto, con respecto a todos los efectos de las TIC sobre el producto y la PTF, el modelo de la contabilidad del crecimiento únicamente capta los incrementos de PTF derivados del progreso tecnológico en la rama productora de las TIC y aquellos sobre la producción, originados por la sustitución de factores de las ramas usuarias TIC. Efectivamente, ante el descenso sin precedentes de los precios de las TIC, las empresas tienden a sustituir el capital no TIC por el capital TIC, produciéndose los efectos que se derivan de la acumulación de las TIC. Con respecto a los efectos de la mejora del capital humano y a

¹⁷ Tal como recoge el informe de la UNESCO “Hacia una sociedad del conocimiento” de 2005, P. Drucker introdujo, por primera vez en 1969, este concepto que fue posteriormente desarrollado en la década de los 90 de la mano de investigadores como Robin Mansell y Nico Stehr.

los originados por las TIC, cualquiera error en la medida de esta variable o brecha entre valor social¹⁸ del factor y el valor en el producto, generará un efecto en la producción que se anotará como incremento de PTF. Esto pone en evidencia la importancia que tiene la corrección en las medidas de las variables que componen la ecuación de la contabilidad el crecimiento, algo que adquiere una relevancia mayor todavía cuando se miden las TIC y/o el capital humano. Efectivamente como mencionan Brynjolfsson y Shinkyu (1996) “el tipo de beneficio atribuible a las nuevas tecnologías de mayor variedad de producto, del incremento de la velocidad de despacho de pedidos y de servicios personalizados, etc. tiene que ver con aspectos del output que no se contemplan ni en los cálculos de productividad ni en la contabilidad de las empresas”. Estos autores sostienen que estos problemas están todavía más presentes en los servicios que utilizan tecnologías de la información y entre los trabajadores cualificados.

Así, en el modelo de la contabilidad del crecimiento, la valoración de las TIC (como input, o como output producido) es determinante no sólo para la magnitud del efecto sobre el producto de las TIC sino, para determinar si dicho efecto es atribuible a un incremento de la contribución del capital TIC, o en caso negativo, a un incremento de la PTF. Por ello, en el cuarto punto de este capítulo, se plantearán los distintos métodos de valoración de las TIC y se analizará la sensibilidad de las medidas de la PTF, de la economía española a distintas estimaciones de los precios de las TIC.

Por último y dado que la revolución TIC supone un proceso de destrucción creativa de origen schumpeteriano puesto que desencadena el nacimiento de nuevas empresas y sectores junto con la destrucción de las empresas que quedan obsoletas o anticuadas, es interesante conocer si ese proceso de reasignación de factores entre ramas productivas es eficiente para el conjunto de la economía en el periodo considerado. Para evaluar si este proceso contribuye o no a mejorar la PTF agregada se empleará la descomposición de Olley-Pakes del índice de PTF agregado.

2. Las tecnologías de la información

2.1. ¿Qué son?

¿Qué bienes o servicios pueden ser calificados como TIC? A pesar de que parece imposible vivir al margen de la revolución TIC, no existe un consenso sobre cómo definir las TIC. Se acepta de manera general que las TIC guardan una estrecha relación con los dispositivos que permiten el intercambio de información y la comunicación entre las personas, pero sin embargo no existe una única definición de lo que se considera un producto o un servicio TIC. El determinar con precisión los límites de lo que se considera TIC es un paso previo necesario para la medición estadística de la Sociedad de la información cuyo objetivo es estudiar el desarrollo y el uso de las TIC en la economía y la sociedad. A la hora de definir las TIC es interesante mencionar el trabajo de Cobo Romani (2009), “El concepto de tecnologías de la información; Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento.” cuyo objetivo es proporcionar un enfoque comparativo y lógico de las 86 definiciones de TIC analizadas provenientes de más de 20 organismos públicos o privados tanto internacionales como nacionales relacionados con el impulso de las TIC o la gestión del conocimiento. Este autor detecta que desde un punto de vista formal, las definiciones de TIC incluyen tres nociones

¹⁸ El valor social se mide mediante la suma del valor privado y el valor de las externalidades (Cahuc, Carcillo, Zylberberg y McCuaig, 2014)

distintas: en primer lugar, se definen las TIC como una herramienta, en segundo lugar, a partir de los usos, es decir de la función técnica que desempeñan y por último, por sus efectos fundamentalmente sociales. De la técnica de análisis comparado por este autor destaca la definición de TIC de R. Fernandez Muñoz (2005): “las TIC se definen colectivamente como innovaciones en microelectrónica, computación, (hardware y software), telecomunicaciones y optoelectrónica- microprocesadores, semiconductores, fibra óptica- que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación. La vinculación de estos dispositivos electrónicos, permitiendo que se comuniquen entre sí, crea sistemas de información en red basados en un protocolo común [...]. Herramientas que las personas usan para compartir, distribuir y reunir información y comunicarse entre sí, o en grupos, por medio de las computadoras o las redes de computadoras interconectadas. Se trata de medios que utilizan tanto las telecomunicaciones como las tecnologías de la computación para transmitir información”.

También de las diversas definiciones analizadas por Romaní (2009), emerge un consenso generalizado sobre los productos o servicios que son clasificables TIC, a partir de su relación con las actividades económicas que se consideran incluidas en las TIC. Así, se acepta de manera unánime, que para que un producto o servicio forme parte del sector TIC debe de intervenir en el procesamiento (es decir la transformación de la información de tipo voz, datos o imágenes en un lenguaje “máquina”) y en la transmisión y presentación de la información, lo que constituyen las actividades propias de las ramas de la informática y de las telecomunicaciones, y son además, las actividades utilizadas por el sector del audiovisual. Sin embargo, definir las TIC a partir de las actividades relacionadas con sus ramas protagonistas, informática, telecomunicación y audiovisual, no resulta muy esclarecedor si lo que uno se propone es delimitar el sector productivo TIC y medir los efectos derivados del uso de las TIC.

En síntesis, definir las TIC no es algo sencillo puesto que la propia definición evoluciona con las tecnologías mismas, su uso y su difusión, pero algo aún más complejo es medir las TIC. Es en este contexto, hay que destacar los esfuerzos de la OCDE para proporcionar una definición homogénea de lo que se considera TIC a efectos estadísticos, lo que ha dinamizado los estudios de la medición de las TIC y permitido los análisis comparativos de estos efectos entre los principales países de la OCDE.

Efectivamente, la OCDE, ha desarrollado un papel clave en la búsqueda de una definición precisa y detallada del sector, tanto por ramas de actividad TIC como por productos y servicios TIC. Desde 1999, el *Working Party for the Information Society (WPIIS)* ha venido desarrollando esta misión cuyos resultados se publicaron, por primera vez en 2005, bajo el nombre “*The OCDE Guide to Measuring the Information Society*”. Esta publicación, revisada y actualizada cada dos años, establece una metodología detallada para medir la sociedad de la información abordando las industrias y los productos que la conforman. La OCDE, distingue entre el sector TIC en sentido restringido (con listas de ramas productoras TIC y productos y bienes TIC) y en sentido más amplio, en el que incorpora productos y servicios del sector de producción de contenidos digitales. Así mismo, define los productos y servicios TIC (se utiliza la palabra producto indistintamente para producto o servicio) como aquellos productos cuya función básica sea desempeñar o permitir el procesamiento de la información y su comunicación por medios electrónicos, incluyendo su transmisión y presentación visual. Este organismo distingue entre lo que se define como i. Sector productor TIC y ii. Los bienes y servicios TIC.

- i. El sector productivo TIC por definición engloba las empresas productoras que desarrollan, producen y comercializan los bienes y servicios TIC, lo que a efectos estadístico se realiza a partir de la enumeración exhaustiva de las ramas de actividad correspondientes a las empresas TIC y de los productos TIC. La OCDE establece que las empresas TIC industriales “son aquellas cuyos productos tengan por objeto la comunicación por medios electrónicos, la transmisión y procesamiento de la información, la utilización de procesos electrónicos para la identificación y registro de fenómenos físicos o para el control de procesos físicos.
- ii. Junto a los sectores industriales TIC, la OCDE determina que las empresas de servicios TIC “son empresas cuyos productos son servicios que permiten la comunicación y el procesamiento de la información mediante métodos electrónicos”. En el anexo AII.1 se incluye la lista de la OCDE tanto de productos como de servicios TIC de la versión revisada en 2007.

2.2. Características de los bienes y servicios TIC

De cara a entender tanto la naturaleza como la magnitud de los efectos externos sobre el crecimiento o la PTF de las TIC, es necesario identificar las características económicas particulares de las nuevas tecnologías, puesto que les confieren la capacidad de generar externalidades de producción, estructuras productivas concentradas, y mejoras en la calidad y prestaciones de los bienes TIC consistentes con descensos pronunciados en sus precios.

Las TIC son tecnologías que no sólo intervienen en el proceso productivo, sino que además, se pueden reutilizar para generar más conocimiento o información, puesto que su naturaleza es doble, ya que es input pero también output.

Como input, las TIC están constituidas por tecnologías innovadoras dinámicas que vienen a engrosar el stock de conocimiento social y que como tal, por su naturaleza de bien no rival, es fácilmente reproducible, apropiable por otros agentes, sin pagar por ello el coste del hallazgo.

Además, como output, los bienes y servicios TIC son por naturaleza bienes semi-público. Es decir, junto a la condición de bien y servicio privado por la que el que el usuario demanda y paga la cantidad y calidad deseada, hay que contemplar la dimensión de bien público que se deriva de los servicios TIC en los que la conectividad entre los usuarios en una red, beneficia no sólo al último usuario incorporado (cuyo servicio ha adquirido en el mercado) sino a los que ya son miembros de esa misma red. Estos se convierten en usuarios gratuitos de esa mejora en la conectividad, lo que se conoce como una externalidad de red.

Además, otra característica de la industria productora de bienes TIC, es la magnitud de los costes fijos en los que incurren las empresas productoras de TIC, lo que pone en evidencia la presencia de grandes economías de escala. Ello explica, la concentración de la producción de algunos productos TIC, en pocas empresas especializadas o incluso en pocos países especializados. La fuerte innovación TIC que ha tenido lugar en el propio proceso productivo de las TIC, frente a unos costes medios decrecientes y por lo tanto a costes marginales muy bajos, se ha traducido en un aumento de la relación calidad- precio de los bienes y servicios TIC muy atractiva. Junto con los elevados costes fijos para la producción de servicios relacionados con la información, el coste de reproducirlos es prácticamente nulo, lo que introduce una brecha en la valoración social de este servicio y el coste privado.

3. Efectos de las TIC

Desde 2004 las Nuevas tecnologías de la información y comunicación, TIC han perdido el calificativo de nuevas estrenado hace más de dos décadas (Mas, 2010). El surgimiento de un sector productivo TIC ha sido posible a partir de la revolución tecnológica que se ha concentrado fundamentalmente en la electrónica (aumento de la capacidad de circuitos impresos y de componentes básicos), la informática (proliferación de equipos y software más potentes), la óptica y las radiocomunicaciones (tecnología digitalización). Todos estos avances han modificado radicalmente las posibilidades del tratamiento, procesamiento y presentación de la información (voz, imagen, datos), lo que se ha traducido en un incremento vertiginoso de la velocidad, capacidad y eficiencia en todas las actividades relativas al procesamiento de la información, todo ello, junto con un descenso continuo de los costes. Estas nuevas posibilidades han dado lugar a la creación de unos sectores “nuevos” productores de TIC, junto con la expansión de sectores usuarios de forma intensiva de TIC (bancario, consultoría, de la sanidad) así como, de nuevos productos o servicios o líneas de negocios que surgen por las posibilidades que ofrecen las TIC, (“ICT-enabled”) como pueden ser buscadores de internet, e-commerce. El sector productivo TIC, se ha multiplicado por tres en un periodo de 10 años representando el subsector de las Telecomunicaciones el 7% de la producción total mundial.

A todo ello, hay que sumarle, las transformaciones que las TIC han propiciado en todas las ramas de actividad, (incluso no siendo intensivas en uso de TIC) al impactar la cadena de oferta y demanda de las empresas, así como, la organización de las actividades internas de las mismas (gestión stock, actividades comerciales). M. Mas (2010) destaca que las TIC han propiciado procesos de desintegración vertical de los procesos productivos de la mayoría de los subsectores tanto de bienes como de servicios. Todo ello, con un aumento considerable del grado de especialización, de una mayor coordinación entre las distintas empresas fabricantes y un aumento de la velocidad de respuesta ante cambios de la demanda, con el consiguiente descenso en la gestión de existencias. Esto se ha visto acompañado por la externalización de servicios desarrollados (dirección estratégica, marketing, gestión de clientes y proveedores) anteriormente integrados en las empresas industriales, cuyo reflejo en términos de contabilidad nacional se manifiesta por una mayor tercerización de las economías. Además, en el seno de las empresas, la penetración de las TIC ha conducido a una modificación de las estructuras de las organizaciones (empresas instituciones o administraciones públicas), debido a la necesidad de conocer, analizar e utilizar un volumen de información inmenso, lo que se ha traducido en un aplanamiento de las estructuras organizativas de las empresas, dando cabida a profesionales con perfiles de mayor formación, autonomía y capacidad de gestión.

Las TIC afectan la productividad tanto de forma directa como indirecta. En primer lugar, los bienes y servicios TIC (por ejemplo, semiconductores, ordenadores) se producen con mejoras tecnológicas lo que se traduce en incrementos de productividad de estas ramas, tal como explica la teoría del crecimiento con progreso tecnológico en el sentido de Hicks. La magnitud del efecto directo en la productividad agregada, es proporcional al tamaño del sector TIC (Jorgenson, Ho y Stiroh, 2002 y 2008, Gordon 2000 y 2012 y van Ark, O'Mahony y Timmer, 2008). Junto a estos efectos directos, vinculados a la existencia de un sector productivo de TIC, existen efectos indirectos sobre la PTF de los sectores usuarios de TIC. El uso de TIC modifica la velocidad y capacidad de la generación, el almacenamiento, y la transmisión de la información lo que tiene un impacto cuantitativo y cualitativo en todas las actividades de las empresas. Así, las TIC, permiten introducir innovaciones de producto, mejoras en los procesos productivos e incluso en los sistemas organizativos de los sectores usuarios lo que afecta tanto la cadena de la oferta como la

de demanda, así como, a las actividades internas de las empresas (gestión stock, actividades comerciales). De acuerdo a esta característica, las TIC como tecnología de alta penetración en la totalidad (o casi) de sectores productivos, son calificadas por autores como Bresnahan y Trajtenberg (1995) de Tecnología de Uso General (TUG) o “General Purpose Technology” (GPT).

3.1. Efectos de las TIC en la teoría

3.1.1. Teoría de la Tecnología de Uso General

Las TIC, al igual que las invenciones del ferrocarril o de la electricidad, presentan tres características propias de las Tecnologías de Uso General. En primer lugar, son tecnologías de uso generalizado y aplicables a distintos procesos productivos, en segundo lugar, se caracterizan por la incorporación de innovación tecnológica y de generar mejoras tecnológicas, y en tercer y último lugar, constituyen un motor de desarrollo de nuevas innovaciones (co-invencción) y son una fuente generadora de efectos externos. De hecho, Jovanovic y Rousseau (2005) destacan la mayor capacidad de las TIC de generar mejoras y engendrar poderosas innovaciones frente a la de otras innovaciones TUG como fue el ferrocarril en el siglo XIX.

La teoría de las TUG, establece que los efectos del desarrollo de toda TUG y por lo tanto de las TIC, en el crecimiento y en la PTF no son observables inmediatamente después de su aparición o invención, ya que, generan efectos de ajustes en cadena durante un plazo de tiempo relativamente largo. De hecho, desde una perspectiva histórica, autores de la teoría de la TUG como David y Wright (1999), identifican tres fases (que pueden solaparse) que se repiten sistemáticamente después de la introducción de una TUG. En un primer momento, se produce un incremento de la PTF de la rama productora de la TUG, seguido, en una segunda fase, de un incremento del stock de capital considerable motivado por la inversión en activos de capital que incorporan dicha tecnología impulsada por el descenso generalizado de los precios. En la tercer y última fase, se produce una reorganización en la producción en los sectores que usan las TUG.

Más allá, del efecto directo de las TIC en la PTF del sector productor, la teoría de la TUG pone de manifiesto, que los sectores usuarios de TIC son capaces de desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas vinculadas al uso específico en su rama de las TIC. Autores como Varian (2004) explotan esta misma idea, cuando hablan de la capacidad de las empresas usuarias de TIC de generar una innovación incremental (por ejemplo, e-commerce) a partir de lo denominan una innovación radical (Internet) y que redundan en incrementos de la PTF de la ramas usuarias TIC.

Así, se identifica la capacidad que tienen las ramas usuarias TIC de ser generadoras de efectos externos o desbordamiento tecnológicos sobre la PTF, y por lo tanto de impulsar la PTF agregada. Los autores de la teoría de las TUG distinguen entre los efectos desbordamiento verticales, desde las ramas productoras hacia las ramas en las que se aplica la tecnología de la información y de la comunicación, y entre efectos desbordamiento horizontales, para referirse a aquellos en los que se producen entre distintas ramas usuarias de TIC. Como un caso particular de efectos desbordamiento horizontal, hay que mencionar los efectos de red, en los que el beneficio en términos de productividad, de la última innovación o desarrollo es mayor que el del primero, ya que alcanza todo su potencial a partir de una masa crítica de innovación o nivel crítico de su uso o aplicación. Los efectos *spillovers* de red ponen de manifiesto la presencia de un círculo virtuoso de crecimiento y permite romper con el supuesto de la ley de los rendimientos decrecientes de la teoría neoclásica.

Dentro del enfoque de las TUG, Bresnahan y Trajtenberg (1995) exponen que el equilibrio de mercado en presencia de una TUG corresponde a un equilibrio de Nash y tiende a ser subóptimo, dado que las externalidades no se internalizan en las decisiones de los productores. Por ello, defienden un batería de políticas económicas para impulsar y apoyar la innovación en el sector productivo TIC (la idea es acercar el rendimiento privado de la I+D de las ramas productoras de TIC, a su rendimiento social), en el sector usuario TIC y la inversión en activos, bienes y servicios TIC para fomentar el uso generalizado de las tecnologías que llevan asociados.

El papel de las TIC como TUG, se ve reforzado por los trabajos expuestos por Lypsey y Carlaw (1998) dentro de la teoría de la tecnología evolucionaria-estructuralista. Estos defienden que las TIC, como tecnología de uso generalizado no puede analizarse dentro del enfoque neoclásico puesto que sus efectos sobre la PTF y crecimiento van mucho más allá de las externalidades tratadas por el paradigma neoclásico. Estos autores sostienen que toda tecnología es susceptible de generar efectos desbordamiento, entendiéndose por ello cualquier efecto que desborda la rama inventora (independientemente de quién se apropie de sus beneficios) hacia los otros sectores usuarios, generando a su vez una red de innovaciones tecnológicas complementarias, con efectos poderosos sobre el crecimiento.

A modo de síntesis, entre los estudiosos de la economía se acepta de manera general que las TIC se pueden interpretar como TUG (OCDE, 2012) es decir, como una tecnología capaz de generar consecuencias radicales y a largo plazo en la senda de crecimiento de la economía, ya que es endógenamente generadora de innovación de producto, de proceso productivo o de la organización de los sectores o ramas que invierten en TIC y ello refuerza los beneficios derivados del progreso tecnológico de la rama productora de TIC.

3.1.2. Teoría de la complementariedad de las TIC y de otros activos

En estrecha relación con la interpretación de las TIC como TUG, autores como Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt (2000 y 2002) en los primeros años del nuevo milenio, abordaron desde un punto de vista teórico las condiciones necesarias para que la inversión en TIC redunde en incrementos de PTF. Aunque en sus orígenes, las nuevas tecnologías, en concreto, los ordenadores, sí se introdujeron en las empresas sustituyendo al factor trabajo, estos autores sostienen que las TIC son por naturaleza, tecnologías complementarias a otros activos o innovaciones. Así, las TIC, en línea con otras TUG, estimulan y necesitan el desarrollo de activos complementarios, principalmente intangibles, necesarios para rentabilizar la inversión en TIC. Los activos con un grado de complementariedad con las TIC, a los que se refieren estos autores, son activos intangibles y engloban cuestiones tan distintas como innovación en la estructura y el proceso organizativo, mejora en la cualificación del factor trabajo, mayor descentralización en la toma de decisiones y un cambio de cultura empresarial centrado en el trabajo en equipo orientado a la producción, lo que conlleva la introducción de nuevos sistemas de control, de comunicación interna de la empresa, de incentivos y de formación. Al conjunto de innovaciones asociadas con la organización de la empresa, se denomina e-capital, “capital estructural” “o capital organizativo”, lo que pone en evidencia su naturaleza dual, es decir su capacidad de generar incrementos de producción a pesar de su naturaleza intangible. Sin embargo, la creación de estas innovaciones requieren tiempo, por lo que se reconoce la posibilidad de un efecto retardo en la aparición del rendimiento de las TIC en términos de crecimiento de la PTF, incluso de una anulación. Efectivamente, Bresnahan (2000) expone que a la introducción de las nuevas tecnologías en el seno de la empresa, le sucede un periodo de reestructuración de la

plantilla, con pocos o incluso cambios negativos en la PTF, previo a una reorganización de la mano de obra con una mayor presencia de mano de obra cualificada, para generar innovaciones de producto. Autores como Brynjolfsson y Hitt (2002) exponen que la adopción de TIC necesita un periodo de cambios en la empresa en la estructura organizativa, en la dotación de activos complementarios a las TIC, prácticas empresariales y comerciales diferentes, para que los efectos externos se produzcan, lo que se estima sucede una vez transcurrido un plazo de 5 años, desde la incorporación de las TIC. Otros autores consideran que ese periodo de adaptación genera nuevos costes en términos de eficiencia, o lo que es lo mismo generan efectos externos negativos, que cancelan los de signo positivo. En los países en vía de desarrollo, la presencia de barreras y costes de entrada en sectores de tecnología madura junto con las reformas económicas de la década de los noventa ha conducido a lo que se ha denominado un perfil tecnológico adaptativo que no permite la generación endógena del progreso técnico (Ocampo y Vos, 2008).

3.1.3. Efectos externos originados por TIC

Tanto la visión neoclásica de la teoría de la producción, como las TUG o de los activos complementarios, a la hora de explicar los mecanismos por los cuales la producción o el uso de las TIC impacta la PTF, coinciden en el papel predominante de la capacidad de las nuevas tecnologías de generar efectos externos sobre la producción.

Aunque parte de los efectos externos de las TIC pueden ser medidos dentro de la ecuación de la contabilidad del crecimiento (el derivado de la innovación de la producción TIC cuyo valor se refleja en incrementos de PTF de la rama productora TIC), la medición de otros efectos externos desborda el enfoque neoclásico de la producción, lo que ha propiciado un debate controvertido, en torno a la idoneidad de la Nueva Teoría del Crecimiento, como enfoque alternativo, para entender, y medir los efectos de las TIC en el crecimiento y la PTF. Se presentan aquí de forma sistemática los posibles efectos externos generados por las TIC, y se discute si son o no medibles a través la ecuación de la contabilidad del crecimiento, puesto que este es el marco teórico utilizado para medir la PTF en el primer capítulo de esta tesis.

i. Externalidades pecuniarias

Se produce un efecto desbordamiento de mercado cuando el intercambio de producto o servicio TIC en el mercado, genera que parte de los beneficios fluyan hacia otros agentes distintos a los de las ramas productoras TIC.

A las TIC se les asigna la capacidad de generar externalidades pecuniarias (Griliches, 1979) por el fuerte y ya comentado descenso de sus precios. Esto, junto a las mejoras técnicas o de calidad de estos bienes, en línea con la teoría económica clásica, ha conducido a las empresas a sustituir inputs como trabajo o capital tradicional por capital TIC, más eficiente, lo que les ha permitido alcanzar mayores volúmenes de producción. En la medida, que la adquisición de los bienes TIC se produce en el mercado, este proceso responde a la lógica de la maximización del beneficio y la sustitución de factores ante el descenso acusado de sus precios y el incremento de productividad de los activos TIC.

Este tipo de externalidades pecuniarias son las recogidas por el modelo de la contabilidad del crecimiento cuando se introduce el activo de capital TIC como input y, siempre y cuando, la participación de la renta del factor capital TIC en el valor del producto, refleje la valoración social del activo al que acompaña y los servicios del capital TIC estén correctamente medidos.

En este caso, y sólo en este caso, el capital TIC generará un incremento del producto y, por lo tanto, su contribución al crecimiento aumentará en detrimento de los otros factores productivos, lo que refleja el proceso de crecimiento por acumulación del factor productivo más eficiente.

En el momento que la participación en la renta (y/o los servicios del capital TIC) no esté medida correctamente, es decir no refleje la valoración social de dicho activo, entonces los efectos de las TIC sobre el crecimiento no serán recogidos por la contribución del capital TIC y por lo tanto incrementará el valor de la PTF. En este caso, se produce un efecto desbordamiento pecuniario cuando los insumos, fruto de una innovación o mejora, se intercambian a un precio que no refleja el valor total de la innovación incorporada. En dicho caso, los efectos de la innovación o el hallazgo pasan a ser disfrutados por el sector que adquiere dicho insumo, en términos de menores costes, y por lo tanto de mejoras en la productividad. De hecho, si los precios de los insumos reflejasen estas mejoras de calidad, entonces el incremento de productividad podría asignarse con mayor precisión al sector originario de la misma.

ii. Externalidades tecnológicas

El concepto de externalidades tecnológicas asociadas a las TIC, tiene su origen en la descripción marshaliana del conocimiento tecnológico, como un input productivo disponible, sin coste alguno para los agentes económicos. En el contexto que nos ocupa, las TIC conllevan innovaciones o conocimientos tecnológicos que pueden ser incorporados a otros bienes para mejorar su calidad, o aumentar su grado de diversificación, sin que esa tecnología sea objeto de intercambio en el mercado. Un caso, particular de externalidades tecnológicas y propio de las TIC, lo constituyen las externalidades de red. En este caso, el valor de una tecnología crece con el número total de usuarios que la adopten. Se distinguen dos tipos de efectos derivados de las externalidades de red: directo e indirecto. El efecto directo se presenta cuando la utilidad individual de consumir directamente la tecnología aumenta con el tamaño total de la red. Por ejemplo, la utilidad de un usuario de correo electrónico es mayor cuanto más gente utilice este medio. El efecto indirecto se presenta mediante la disponibilidad de bienes complementarios (por ejemplo, el éxito de una nueva plataforma dependerá de las aplicaciones que se desarrollen para esta nueva plataforma). Por lo tanto, ante la presencia de externalidades de red, el rendimiento final de la inversión TIC no está determinado por el estado de la tecnología en el tiempo presente, sino por las expectativas que tiene el empresario sobre la tecnología en el futuro. Además, puede suceder que en presencia de externalidades de redes, pueda darse la ley de los rendimientos crecientes, lo que deja un patrón distintivo en la difusión tecnológica que se conoce como “el ganador se lo lleva todo” (Shapiro y Varian, 1998). Ambos factores afectan a la adopción de las TIC, ya que ante la presencia de externalidades de red, muchas empresas tendrán por objetivo ser las primeras en el mercado en adquirir una innovación, con la finalidad de conseguir el mayor número de usuarios y beneficiarse, así, del incremento del valor de la red.

4. Evidencia empírica de los efectos de las TIC en el marco de la contabilidad del crecimiento

Como ya se ha mencionado, la medición de los efectos de las TIC sobre el crecimiento y la PTF está estrechamente ligada a las medidas del input capital TIC y de volumen del output TIC producido, así como, del marco teórico que se utilice para medirlos y relacionarlos. Se expone a continuación la evidencia empírica sobre los efectos de las TIC, calculados en el marco de la contabilidad del crecimiento. Cabe recordar, como se ha expuesto anteriormente que, de todos los efectos de las TIC (sobre producción y PTF),

este marco teórico permite medir por un lado, los efectos directos de la PTF de las ramas productoras de TIC y por el otro, la contribución del capital TIC al crecimiento. Cualquier otra relación entre TIC y PTF se explicaría por factores que no se contabilizan en la ecuación de la contabilidad del crecimiento y que estarían relacionados con aspectos tan dispares como los efectos no tradicionales de las TIC, la omisión de variables, los errores de medida y la causalidad inversa. En el tercer capítulo de esta tesis en el que se investigan los determinantes de la PTF, se abordan económicamente y en toda su extensión los efectos indirectos de las TIC en la PTF.

Durante la segunda mitad de la década de los ochenta hasta principios de los noventa, el análisis cuantitativo de los efectos de las TIC sobre el crecimiento (y/o PTF) despertó un enorme interés estimulado por la denominada paradoja de la productividad, enunciada por Solow, en su afirmación en 1987 *“you can see the computer age everywhere but in the productivity statistics”*. Las palabras de Solow expresaban su desconcierto al constatar que mientras se producía un crecimiento exponencial de la inversión TIC en EEUU, muy concentrado en las ramas de los servicios, (hasta un 80% del total de la inversión TIC) en los años ochenta y primeros noventa, la PTF de estas ramas se mantuvo sin cambios. Hubo que esperar hasta finales de los noventa, para que la literatura empírica, a partir de los trabajos de Jorgenson, Stiroh y Ho, Oliner y Sichel, van Ark, Timmer y O'Mahony entre otros, pusiera en evidencia el papel desempeñado por las TIC, en la expansión del crecimiento americano observada entre 1995 y el año 2000. Por entonces, los trabajos empíricos sobre los efectos de las TIC en Europa, brillaban por su escasez ya que no se disponía de datos estadísticos homogéneos europeos para medir los efectos de las TIC. En este sentido, hay que mencionar el proyecto EU Klems del Groningen Growth and Development Center cuyo objetivo es diseñar una base de datos homogéneas para el cálculo de la PTF de los principales países de la OCDE, y que ha contribuido al desarrollo reciente de trabajos empíricos sobre la relación de las TIC y el crecimiento y la PTF en las economías europeas. Los economistas han perseguido en el marco de la contabilidad del crecimiento, cuantificar la contribución de las TIC al crecimiento americano y al crecimiento de la PTF de las ramas productoras. Más tarde, estos resultados se compararon con los equivalentes para las economías europeas con el objetivo de hallar una explicación a la divergencia entre los patrones de crecimiento europeos y americanos a partir de la segunda mitad de la década de los noventa.

4.1. Contribución de las TIC al crecimiento en EEUU

Con respecto a la contribución de las TIC al crecimiento del producto en EEUU, los trabajos de Colechchia y Schreyer (2002) sobre datos americanos para el periodo 1980-2000, muestran que la contribución del capital TIC es responsable de un punto porcentual del crecimiento medio americano durante el periodo 95-2000, lo que supone prácticamente el doble de la contribución media de los 15 años anteriores. Oliner y Sichel (2000) estiman que el uso de las TIC contribuyen a la tasa de crecimiento media anual americano del 4.8% para el periodo 1996-1999, en 1.1 puntos porcentuales (0-63 p.p. para el hardware, 0.32p.p. para el software y 0.15p.p.). Estos autores señalan, que la contribución del capital no TIC al crecimiento (de 0.75 p.p) se sitúa notablemente por debajo de la contribución del capital TIC durante este mismo periodo. En esta misma línea, Whelan (2000), cuyo trabajo cubre el periodo 1996-1998, estima la contribución del capital TIC en 0.82 p.p.

Junto a esta medida del efecto del uso del capital TIC en el producto, Oliner y Sichel (2000) calculan el incremento de la PTF de las ramas productoras de TIC, y su contribución con respecto al crecimiento agregado de la PTF y del producto agregado

(excluido el sector primario). Su trabajo que abarca el periodo 1974-1999, pone en evidencia el crecimiento sostenido de la PTF de las ramas productoras TIC a lo largo del periodo, que alcanza valores máximos en el periodo 96-99 de hasta 16.6% en la rama de ordenadores y del 45% en la de semiconductores, frente al 0.51% del resto de las ramas. Además, su contribución al crecimiento de la PTF agregada cuya tasa de crecimiento es del 1.16%, en el periodo 1996-1999 es de 0.26 p.p. y de 0.39 p.p. para las ramas de ordenadores y semiconductores respectivamente, lo que se compara con una contribución del 0.16 p.p. de la rama de ordenadores y del 0.12 p.p. de los semiconductores, en el periodo 1991-1995. El trabajo más reciente de Jorgenson, Ho y Stiroh (2008) pone de manifiesto que el incremento medio anual de la PTF de las ramas productoras TIC en EEUU tras alcanzar su máximo en el periodo 1995-2000 en 0.58%, modera su crecimiento medio hasta el 0.38% en el periodo 2000-2006. Por el contrario estos autores detectan mayores tasas de PTF asociadas a las ramas usuarias TIC lo que debe explicarse por factores que el modelo de contabilidad del crecimiento no contempla. A modo de conclusión, los datos sobre la economía americana apuntan a que si bien en la última mitad de la década de los noventa, el efecto de las TIC se notó fundamentalmente en las ramas productoras de TIC fruto del progreso tecnológico y de la acumulación de capital TIC, a partir del año 2000 son las ramas usuarias de las TIC, las que toman el relevo en términos de mayores tasas de PTF y de crecimiento del producto por la acumulación de las TIC.

4.2. Contribución de las TIC al crecimiento de la Unión Europea

La evidencia empírica sobre los efectos directos de las TIC en la producción y la PTF de las ramas productoras de la economía americana se ha convertido en una referencia para el análisis de otras economías. En concreto, y a partir de la base de datos EU-Klems se han publicado datos cuantitativos de estos mismos efectos TIC (como ramas productoras de TIC y ramas usuarias de capital TIC) para la Unión Europea y principales países de la OCDE. Una cuestión ampliamente debatida es la divergencia de comportamiento de la productividad multifactorial europea y americana. Frente al crecimiento americano de la PTF (definida en términos de valor añadido), los datos europeos muestran un comportamiento divergente puesto que la tasa de crecimiento media anual de la PTF europea se desacelera desde 1,9% del periodo 1990-1995 hasta una tasa del 1,4% en el periodo 1995-2000. Además, la contribución de las ramas usuarias TIC al crecimiento es menor que en el caso americano, siendo esta divergencia mayor en las ramas usuarias de servicios TIC, que son responsables del 21.1% frente al 26,3% para el caso americano (año 2000). Van Ark, Inklaar y McGuckin (2003) localizan el origen de esta divergencia en las ramas del sector de ventas al por mayor, ventas al por menor y servicios de las agencias de valores. Muchos autores explican las diferencias de patrones de la PTF americana y europea por factores estructurales, que sin embargo, no tienen cabida en el modelo de la contabilidad del crecimiento y exigen métodos econométricos para su análisis, lo que constituye el tercer capítulo de esta tesis.

5. Extensión del modelo de la contabilidad del crecimiento

Como ya se ha expuesto, para conocer la verdadera naturaleza de los motores de crecimiento de la economía española y analizar las posibles divergencias de su patrón de crecimiento frente a EEUU, es necesario superar la desagregación tradicional de los factores productivos y contemplar la presencia de activos TIC así como medir los efectos de las mejoras en el capital humano. Es por ello, que se incluyen las TIC en el modelo neoclásico y la descomposición del índice de servicios laborales para poder captar la contribución al crecimiento de la mejora de calidad del factor trabajo.

5.1. Introducción de las TIC en el modelo de la contabilidad del crecimiento

La inclusión de las TIC en el modelo de crecimiento moderno se hace desde un triple enfoque: en primer lugar, como output, identificando las ramas en las que tiene lugar la producción de los bienes y servicios TIC y en segundo lugar, como factor productivo, tanto como capital como consumo intermedio. Para ello, como activo de capital, se desagrega el índice de los servicios de capital productivo entre un índice de capital TIC y otro de capital no TIC y en segundo lugar y como algo novedoso, se desagregan los consumos intermedios (CI) entre CI TIC y CI no TIC, teniendo en cuenta además las importaciones TIC.

5.1.1. Ramas productoras TIC

Para calcular la PTF de las ramas productoras TIC basta con identificar las ramas productoras TIC y calcular, como en la primera parte de esta tesis las variaciones de la PTF de cada una de las ramas productoras TIC como residuo. Si se designan las ramas productoras de TIC con el subíndice j^* , los cambios en la PTF de las ramas productoras TIC se calculan:

$$\Delta \ln PTF_{j^*t} = \Delta \ln Y_{j^*t} - \bar{v}_{j^*t}^L \Delta \ln L_{j^*t} - \bar{v}_{j^*t}^K \Delta \ln K_{j^*t} - \bar{v}_{j^*t}^X \Delta \ln X_{j^*t} \quad (\text{II.1})$$

Por lo tanto, para medir el efecto del progreso tecnológico, que acompaña la producción de las TIC, en la PTF, es necesario disponer de datos estadísticos con la desagregación suficiente por ramas productoras TIC, lo que sigue siendo, y a pesar del proyecto de EU-Klems, el principal escollo para los trabajos empíricos sobre los efectos de las TIC en Europa.

5.1.2. Cuenta de producción

Se construye un índice de volumen de producción de las ramas productoras de bienes y servicios TIC siguiendo la metodología expuesta y aplicada para generar los índices de producción de las distintas ramas del primer capítulo de esta tesis. De esta manera, se define el índice Tornqvist de producción de bienes y servicios TIC (Y_j^{TIC}) cuya diferencia logarítmica es igual a la suma de los cambios del volumen (en logaritmos) de cada producto y servicio producido por las ramas TIC ponderados por el valor de los mismos en la producción total de la rama TIC:

$$\Delta \ln Y_{jt}^{\text{tic}} = \sum_j 1/2(pq_{jt}^{\text{tic}} + pq_{jt-1}^{\text{tic}})[\ln q_{jt}^{\text{tic}} - \ln q_{jt-1}^{\text{tic}}] \quad (\text{II.2})$$

Para la construcción de este índice es necesario disponer (o estimarla si es posible) una tabla de origen en la que aparezca una columna que recoja la producción por bienes y servicios de la rama TIC, algo no siempre posible, puesto como se verá más adelante en la aplicación a la economía española, la producción TIC aparece agregada junto con otros outputs que no reúnen las características de bien o servicio TIC.

5.1.3. Cuenta de capital

Se define la variación del índice de los servicios de capital TIC en t , como la diferencia logarítmica del stock de capital productivo agregado en euros constante de los activos TIC ponderada por el valor de los servicios productivos en euros nominales de cada activo TIC con respecto al total del valor de los servicios productivos del capital TIC.

$$\Delta \ln ISK_{jt}^{\text{tic}} = \ln(ISK_{jt}^{\text{tic}}) - \ln(ISK_{jt-1}^{\text{tic}}) = \sum_{\text{tic}} \frac{1}{2}(v_{jt}^{\text{tic}} + v_{jt-1}^{\text{tic}})(\ln KP_{jt}^{\text{tic}} - \ln KP_{jt-1}^{\text{tic}}) \quad (\text{II.3})$$

En donde, el superíndice TIC se refiere a los activos de capital software, hardware y comunicaciones v_{jt} es el valor de los servicios productivos en euros nominales de cada

activo de capital TIC con respecto al valor total de los servicios del capital TIC en la rama j. De nuevo, la variable que se utiliza para calcular las ponderaciones es el uso del capital de cada activo TIC y el valor en euros monetarios del stock de capital productivo de ese mismo activo.

$$v_{jt}^{tic} = \frac{\mu_{jt} KP_{jt}^{ticmonetarios}}{\sum_{tic} \mu_{jt} KP_{jt}^{ticmonetarios}}$$

Por analogía se construye un índice Törnqvist de servicios del capital no tic para cada una de las ramas j, cuya tasa de variación en periodo t se designa por ΔISK_{jt}^{notic} y se calcula como:

$$\Delta ISK_{jt}^{notic} = \ln(ISK_{jt}^{notic}) - \ln(ISK_{jt-1}^{notic}) = \sum_{notic} \frac{1}{2} (v_{jt}^{notic} + v_{jt-1}^{notic}) (\ln KP_{jt}^{notic} - \ln KP_{jt-1}^{notic}) \quad (II-4)$$

dónde el superíndice *notic* se refiere al resto de los activos de capital y v_{jt}^{notic} es el valor de los servicios productivos en euros nominales de cada activo no tic con respecto a su total en la rama j.

$$v_{jt}^{notic} = \frac{\mu_{jt} KP_{jt}^{noticmonetarios}}{\sum_{notic} \mu_{jt} KP_{jt}^{noticmonetarios}} \quad (II.5)$$

5.1.4. Cuenta de consumos intermedios

Se construye un índice Törnqvist de volumen de consumos intermedios TIC siguiendo la metodología utilizada para el índice de consumos intermedios total en el primer capítulo de esta tesis, a partir de los datos por columna de la tabla destino. La variación del índice de consumos intermedios TIC para cada rama y para t, se construye como la suma de cambios en el volumen de consumos intermedios de bienes y servicios TIC (designado por tic) ponderados por la media del valor monetario de los mismos con respecto al total de consumos intermedios TIC, en t y en t-1 de la rama j.

$$\Delta X_{jt}^{tic} = \sum_{itic} \frac{1}{2} \left(s_t^{xi_j^{tic}} + s_{t-1}^{xi_j^{tic}} \right) (\ln x_{itic_{jt}} - \ln x_{itic_{jt-1}}) \quad (II.6)$$

En dónde

$$s_t^{xi_j^{tic}} = \frac{p_t^{xi_j^{tic}} x_t^{xi_j^{tic}}}{\sum_{itic} p_j^{tic} x_j^{tic}}$$

De la misma manera, se construye el índice de volumen de los consumos intermedios no TIC.

5.2. Descomposición del índice de servicios laborales: cantidad y calidad

La TUG así como las Nuevas teorías del crecimiento atribuyen al capital humano un elemento clave para que la introducción en la empresa rama o economía de las nuevas tecnologías redunde en incrementos del producto o mejoras de la PTF. La medida de la contribución del índice de servicios laborales construido en la primera parte de esta tesis proporciona información cuantitativa de la parte del crecimiento del producto atribuido a

las variaciones, ya sea de la cantidad de horas trabajadas como del nivel de formación de los trabajadores, algo que sucede cuando los trabajadores con mayores nivel de cualificación sustituyen a trabajadores con menores niveles de formación. Se habla, así, de cambios en la cantidad de factor trabajo y de cambios en la calidad del factor trabajo.

Por definición la contribución del índice de servicios laborales, analizado en el primer capítulo de esta tesis, se puede descomponer en la contribución de la variación en la calidad del factor trabajo (IC) y la variación de la cantidad del factor trabajo, medido en horas de trabajo, (IH) de tal manera que:

$$S_{jtL}\Delta \ln L_{jt} = S_{jtL}(\Delta IC_{jt} + \Delta IH_{jt}) \quad (II.7)$$

En dónde $S_{jtL} = \left(\frac{wL_{jt}}{PY_{jt}}\right)$ es la participación del factor trabajo en el valor de la producción de la rama j en t, tal como se ha expresado en la ecuación (I.12) del capítulo anterior.

Por lo tanto es necesario construir la variación del índice IS (ΔIS_{jt}) que recoge la tasa de variación de la cantidad de horas de trabajo de cada tipo de trabajador i para cada una de las ramas j que se calcula como,

$$\Delta IS_{jt} = \sum_i \frac{1}{2} \left(\frac{HL_{i,jt}}{\sum_i HL_{i,jt}} + \frac{HL_{i,j-1}}{\sum_i HL_{i,j-1}} \right) (\ln(HL_{i,jt}) - \ln(HL_{i,j-1})) \quad (II.8)$$

Siendo, $HL_{i,jt}$ igual al producto del empleo y horas al año trabajadas de cada tipo de trabajador i en la rama j en el periodo t.

De la ecuación (II.7) se obtiene por diferencia

$$S_{jL}\Delta IC_{jt} = S_{jtL}\Delta \ln L_{jt} - S_{jtL}\Delta IH_{jt} \quad (II.9)$$

El conocer cuánto contribuye la calidad del factor trabajo al crecimiento proporciona información acerca de la capacidad de la rama productiva de transformar el capital humano en capital productivo. De la misma manera que sucedía con las TIC, cuando la valoración de las diferentes calidades del factor trabajo están fielmente reflejadas por su peso en la renta laboral (lo que significa que cada trabajador es remunerado por el valor de su producto marginal cuando el mercado de trabajo es de competencia perfecta) entonces, cualquier sustitución desde trabajadores menos cualificados a trabajadores más cualificados, debería de traducirse en una mayor contribución al crecimiento del producto. En el momento en el que concurrieran cualquiera otra circunstancia, como errores de medida, diferencias entre el precio del factor trabajo y su producto marginal o la presencia de efectos externos del capital humano, entonces, una parte del efecto derivado de los cambios en la calidad del factor trabajo se registraría como variación de la PTF. Ello pone en evidencia las limitaciones de la ecuación del crecimiento para medir los efectos no tradicionales de los factores productivos sobre la producción y/o la PTF, así como, la sensibilidad de las estimaciones de la PTF a la valoración de las variables que se introducen en la ecuación de la contabilidad, algo que reviste máxima importancia cuando se introducen activos de capital TIC.

6. Valoración de las TIC

Como ya se ha insistido anteriormente la precisión de la estimación de los deflatores es directamente proporcional a la precisión de la estimación de las variables reales, lo que es determinante para la estimación de la PTF. El obstáculo mayor con el que tropiezan las agencias de estadísticas a la hora de estimar precios es el de la valoración de los cambios de la calidad de los bienes o servicios. Este problema alcanza toda su magnitud cuando se valoran los bienes y servicios TIC.

Efectivamente, la calidad de los bienes TIC se caracteriza por su constante evolución y avances. La ley de Moore de los años sesenta pronosticó, con acierto, que la velocidad de los ordenadores se multiplicaría cada dos meses. Las mejoras en las características de las TIC (de rendimiento, de velocidad y capacidad, de menor peso, de nuevas prestaciones) son permanentes lo que se refleja en la introducción de nuevos modelos de bienes y servicios TIC en el mercado de manera regular. En la medida que los últimos modelos “conviven” en el mercado junto con modelos más antiguos, los precios de los últimos registran en general descensos acusados para evitar o retrasar su expulsión del mercado. Para valorar los bienes y /o servicios en presencia de mejoras de calidad existen dos métodos alternativos que se exponen a continuación.

6.1. El método tradicional “matched model indexes”

Se entiende por el método tradicional, el método que emplean, en general, las agencias de estadísticas para estimar los precios. Así, este método consiste en definir un bien con unas características físicas determinadas y unos factores asociados a la transacción (servicios post venta, facilidades de pagos, localización) y tomar el precio al principio de un periodo, para posteriormente, seguir su evolución a lo largo del tiempo. La principal e única ventaja de este método es su simplicidad, lo que se traduce en ahorro de costes para las agencias de estadísticas. Sin embargo, este método supone mantener constante no sólo la calidad del bien (e igual a la del bien seleccionado) sino que, además, todos los aspectos involucrados en las transacciones no observables, también, se consideran constantes a lo largo del periodo para el que se estima el bien.

A estos dos problemas, identificados por J. Tripllet (2004) como problemas dentro de la muestra, hay que añadirles los que surgen cuando se introducen nuevas variedades de un producto en el mercado pero que no se incluyen en la muestra objetivo. En concreto, Tripllet, identifica tres efectos derivados de este fenómeno:

- i. El primero, se produce cuando la nueva variedad de producto con un ratio precio/calidad más favorable que el de los bienes que integran la muestra objetivo, genera presiones en los precios de los bienes iniciales incluidos en la muestra. En este caso, si los agente del mercado ya instalados reaccionan rápidamente a la competencia ajustando sus precios, el modelo tradicional recogerá dicho descenso de precios de manera aceptable.
- ii. El segundo efecto que puede producir la entrada en el mercado de nuevas variedades superiores de un producto es el propio del ciclo de producto. Es decir, el bien mejorado penetra en el mercado a un precio superior a sus competidores, pero al cabo de un cierto plazo de tiempo, disminuye su precio, aumentando así, su cuota de mercado en detrimento de los modelos más antiguos. Evidentemente el método tradicional puro no captará ni la variación de los precios, ni la de las nuevas cuotas de mercado. La revisión de la base y actualización de la misma dentro de plazos cortos de tiempo, así como el uso de índice enlazados (chain index) constituyen una buena solución según Griliches (1991) ya que conduce a estimaciones muy parecidas a las que se obtienen cuando se emplea la metodología de los precios hedónicos.
- iii. El tercer y último caso, consiste en la introducción de productos superiores con un ratio precio /calidad más favorable que el de los competidores, que sin embargo, mantienen sus precios. Cuando esto sucede el método tradicional no capta, por definición, estas variaciones de precios.

Por lo tanto, los índices de precios tradicionales no siempre reflejan el descenso de los precios que se produce en aquellos bienes, en los que la introducción de mejoras de calidad junto con nuevos productos es rápida tal como sucede en los bienes y servicios TIC.

Varias son las medidas que se pueden tomar para superar este escollo. En primer lugar, la actualización frecuente de la muestra para adecuarse a la realidad cambiante, lo que se conoce en la literatura inglesa como el método de “frequently resample and reweight”, la utilización de números índices enlazados y por último, y como ya se ha mencionado anteriormente, la utilización de índices de Törnqvist.

Frente al método tradicional, la estimación de los bienes y servicios TIC por el método de precios hedónicos suele conducir a estimaciones de precios, en las que los descensos de los precios por mejoras de calidad son captados en mayor medida que cuando se emplean métodos clásicos. Por el contrario, los descensos de precios por pérdidas de calidad son infravalorados por los precios hedónicos.

6.2. Precios hedónicos

El método de estimación de precios denominado de precios hedónicos constituye una alternativa superior (Triplett 2004) al método clásico. Siguiendo el manual publicado por la OCDE y dirigido por este autor, el índice de precios hedónicos es cualquier índice de precio que utiliza una función hedónica. Una función hedónica es una relación entre los precios de diferentes variedades de un producto (por ejemplo los ordenadores) y una cantidad de características relevantes del bien o activo (como por ejemplo, velocidad, memoria). De esta manera, se puede estimar económicamente el precio del bien a partir de las características, que funcionan como variables independientes. Sin embargo, el método de los precios hedónicos tampoco es de aplicación inmediata y sencilla. Hay que recordar que las variaciones de precios observables son el resultado de una cadena de reacciones complejas y dinámicas propias de un mercado en el que los ajustes vía precios y cantidades (salidas del mercado) se producen de manera muy rápida. Por ello, la teoría de los precios hedónicos, desarrolla distintos índices hedónicos que se adecúan a los distintos resultados de interacción entre las empresas ya instaladas y las de nueva entrada. La elección entre un índice hedónico debe hacerse siempre basándose en criterios técnicos y consistirá en elegir el índice que mejor capte el fenómeno originario del descenso de precios.

Más allá de las distintas metodologías para calcular los precios hedónicos, es interesante preguntarse ya no tanto si los dos métodos arrojan resultados divergentes, algo que ya no se discute, sino analizar las causas y las circunstancias que hacen que esas diferencias sean mayores. Las divergencias serán mayores entre las estimaciones de un método y otro cuando mayor sea la incidencia de los nuevos modelos, más lenta sea la respuesta de las empresas de la muestra objetivo y cuanto mayor sea la variación de precios de los nuevos productos.

Cómo se ha puesto de manifiesto la estimación de los precios de las TIC es una cuestión compleja, que requiere información muy detallada y conocimientos sobre los mercados de cada uno de los bienes y servicios cuyos precios se quieren estimar.

Para analizar la contribución de las TIC al crecimiento de la economía española, y cómo se expondrá en la segunda parte de este capítulo se ha optado por realizar las estimaciones de PTF utilizando dos tipos de deflatores de las TIC: unos calculados por el método tradicional y otros utilizando los precios hedónicos que se toman de la base de datos de stock de capital del IVIE.

7. PTF agregada y descomposición de la PTF de Olley - Pakes

La relación entre las medidas de la PTF por ramas de actividad y la PTF agregada es interesante de cara al análisis económico puesto que establece un vínculo entre los niveles micro y macroeconómicos y permite conocer cuál es la contribución de cada rama a la PTF agregada.

Para agregar los valores de la PTF por ramas hasta un valor de PTF para el conjunto de la economía de forma consistente, se aplican dos métodos distintos y que son el método de Domar y el método de Olley-Pakes. Ambos métodos se distinguen fundamentalmente por las ponderaciones empleadas.

El primero, explorado por Domar en 1961 y posteriormente desarrollado formalmente por Hulten (OCDE, 2001) permite conocer la contribución de una rama particular al conjunto de la PTF agregada de un país, así como, validar la consistencia de las estimaciones por ramas con su respectivo valor agregado. Para agregar los índices de PTF basados en el valor de la producción, la agregación no es inmediata en la medida que dicho índice se calcula utilizando bienes intermedios tanto producidos como consumidos por las distintas ramas. Para evitar problemas de doble contabilización, Hulten en 1978 mostró que la PTF basada en valores de producción por ramas podía ser agregada correctamente utilizando como ponderadores de cada PTF sectorial el cociente del valor de la producción nominal de cada rama con respecto al valor añadido agregado de la economía. Así, la PTF agregada (PTF) para cada periodo se calcula como:

$$PTF_t = \sum_j \frac{Y_{jt}}{VA_t} PTF_{jt} \quad (II.9)$$

Donde VA e Y_j designan el valor añadido agregado y la producción de la rama j, en euros corrientes.

Este método de agregación, conocido como agregación Domar, aplicado por EU-Klems, y la OCDE, acepta implícitamente la hipótesis de que todas las ramas pagan el mismo precio por sus inputs tanto activos de capital, trabajo como consumos intermedios. Las ponderaciones Domar son por definición mayores que la unidad, lo que puede conducir a una PTF para el conjunto de las ramas integradas mayor que la PTF que se obtendría si se tratase la economía sin desagregar. Esto, refleja el hecho de que las PTF que agrega las PTF por ramas con ponderaciones Domar, no sólo recoge como crecimiento de PTF, el de cada rama sino que también contabiliza como incremento de PTF el que se deriva del uso de consumos intermedio más eficientes¹⁹.

El cálculo de un valor de PTF agregada a partir de las PTF sectoriales o por ramas pone en evidencia las distintas explicaciones teóricas relativas a la naturaleza de los cambios en la PTF agregada. Los cambios de la PTF agregada pueden tener su origen en fundamento micro económico, asociado a acciones específicas de una o varias industrias o por el contrario algunas industria representativa son capaces de beneficiarse de movimientos exógenos de la frontera de productividad (tal como la teoría macroeconómica de ciclos económicos sugiere) lo que se refleja en los cambios en las ponderaciones.

¹⁹ Si se supone que sólo existen dos ramas, una es productora de bienes intermedios, $M_t = AM_t fM(LM_t, K M_t)$, y la otra es productora de bienes finales utilizando trabajo, capital y consumos intermedios como input, $D_t = AD_t fD(LD_t, KD_t, Mt)$, si ambas funciones tienen la forma multiplicativa Cobb-Douglas, entonces la primera puede sustituirse en la última para eliminar el consumo intermedio de la función de producción del bien final. La PTF o residuo de Solow es ahora la suma de los dos componentes, la tasa de crecimiento de AD_t y la tasa de crecimiento de AM_t ponderada por la elasticidad de M en la producción de D (Hulten, 2009).

El segundo método para agregar las PTF definida para unidades desagregadas es el introducido por Olley y Pakes (1996) y permite profundizar en las causas de los cambios de la PTF agregada. Efectivamente, la revolución TIC es un proceso de destrucción creativa que afecta la estructura productiva de una economía. Por ello, y con ánimo de profundizar en el análisis de la evolución de la PTF durante este proceso en el que las empresas van incorporando o produciendo las TIC, los economistas Olley y Pakes (1996) propusieron una descomposición dinámica del índice de PTF agregado que permite conocer las ganancias o pérdidas de eficiencias derivadas de la reasignación de recursos entre las empresas de un mismo sector y entre los distintos sectores así como las originadas por la entradas y salida de las empresas del mercado.

En su versión estática, la descomposición de la PTF agregada de Olley-Pakes distingue entre la contribución del incremento de la productividad de la empresa o sector y la contribución a la PTF derivada de la reasignación de los recursos productivos entre sectores a partir de los cambios en las cuotas de mercado de las unidades productivas analizadas.

En la medida que en esta tesis se analiza la PTF con un nivel de desagregación por ramas de actividad, y no se consideran las entradas ni salidas del número de empresas de las ramas, se aplica la descomposición estática de Olley Pakes a los datos de la PTF agregada.

El índice estático de Olley-Pakes descompone el índice de productividad agregado en dos componentes:

$$PTF_t = \overline{PTF}_t + \sum_i^{nt} (s_{it} - \bar{s}_t)(PTF_{it} - \overline{PTF}_t) \quad (II.10)$$

$$PTF_t = \overline{PTF}_t + \sum_i^{nt} cov(s_{it}, PTF_{it}) \quad (II.11)$$

En donde $\overline{PTF}_t = \frac{1}{n_t} \sum_i^{nt} PTF_{it}$ es la media sin ponderar del índice de PTF, t el año y

$\bar{s}_t = \frac{1}{n_t} \sum_i^{nt} s_{it}$ es la media de la cuota de mercado en t.

La primera diferencia del índice de PTF agregada es:

$$\Delta PTF_t = PTF_t - PTF_{t-1} = \overline{PTF}_t - \overline{PTF}_{t-1} + (cov_{t-} - cov_{t-1}) \quad (II.12)$$

$$\Delta PTF_t = \Delta \overline{PTF}_t + \Delta cov \quad (II.13)$$

en donde $\Delta \overline{PTF}_t$ es el cambio en la PTF media y se interpreta como la contribución de las mejoras de productividad entre empresas a la PTF agregada y Δcov representa la contribución a la PTF agregada de las reasignación de las cuotas de mercado.

8. Aplicación a la economía española

8.1. Ramas productoras TIC

Para conocer cómo se comporta la PTF en las ramas productoras TIC, es necesario determinar qué ramas de actividad de las 64 en la CNAE-93 contemplada en esta tesis pueden ser consideradas productoras TIC. La lista de actividades que define el sector TIC propuesta por la OCDE, se basa en un nivel de desagregación de cuatro dígitos muy superior a las de dos dígitos (en algunas ramas tres dígitos) de las tablas origen y destino. Se reproduce la lista de actividades que define el sector TIC en la Tabla II.1 que se completa de cara a la identificación de las ramas productoras de TIC, con mención de la rama de actividad en la que se incluye las distintas actividades TIC recogidas en la lista de la OCDE.

Tabla II.1. Correspondencia entre actividades TIC y ramas de la CNAE-93

Isic, Rev.4	Actividad	CNAE-93, Rev.1	CNAE-93
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS TIC			
2610	Fabricación de componentes electrónicos	2466 (24)	24 Industria química
	Fabricación de placas electrónicas cargadas	3210	32 Fabricación de material electrónico
2620	Fabricación de computadoras y equipo periférico	3002, 3230	30 Máquina de oficina y equipos informáticos 32 Fabricación de material electrónico
2630	Fabricación de equipos de comunicaciones	3162, 3220, 3230, 3320	31.Fabricación de maquinaria y material eléctrico 32.Fabricación de material electrónico 33. Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión
2640	Fabricación de aparatos de consumos electrónico	3230, 3650	32.Fabricación de material electrónico
2680	Fabricación de soportes magnéticos y ópticos.	2465	24.Industria química
INDUSTRIAS COMERCIALES TIC			
4651	Comercio al por mayor de computadoras, equipo informático periférico y programas informáticos	5167	51.Comercio al por mayor e intermediarios
4652	Comercio al por mayor de equipo electrónico de telecomunicaciones y de sus partes y piezas	5143, 5160	51. Comercio al por mayor e intermediarios
INDUSTRIAS DE SERVICIOS TIC			
Actividades de publicación tic			
5820	Industria editorial de juegos de ordenadores	7221, 7240	72 Actividades informáticas
	Otros tipos de edición de programas informáticos	7221,7240	72 Actividades informáticas
Telecomunicaciones			
6110	Actividades de telecomunicaciones por cable	6420	64. Correo y telecomunicaciones
6120	Actividades de telecomunicaciones inalámbrica	6420	64. Correo y telecomunicaciones
6130	Actividades de telecomunicaciones por satélite	6420	64. Correo y telecomunicaciones
6190	Otras actividades de telecomunicación	6420	64. Correo y telecomunicaciones
Actividades de la tecnología de la información y del servicio informático			
6201	Actividades de programación informática	7210, 7230, 7222	72. Actividades informáticas
6202	Actividades de consulta de tecnología de la información	7210, 7230, 7222	72. Actividades informáticas 30. máquinas de oficinas y equipo informático
	Actividades de dirección de instalaciones de ordenador	7260, 3002, 7222	

Isic, Rev.4	Actividad	CNAE-93, Rev.1	CNAE-93
6209	Otras actividades de tecnología de información y servicio de computadoras	7260, 3002, 7222	
Portales web, procesamiento de datos, alojamiento y actividades conexas			
6311	Procesamiento de datos, alojamiento (hosting) y actividades conexas	7230, 7240	72.Actividades informáticas
6312	Portales web		
Reparación de computadoras y equipos computacionales			
9511	Reparación de computadoras y equipo periférico	3230, 5274	32. Fabricación de material electrónico 52. Comercio al por menor, reparaciones de efectos personales
9512	Reparación de equipos comunicacionales		

Fuente: OCDE, y elaboración propias

La tabla anterior pone de manifiesto que la CNAE-93 con la desagregación contemplada a dos dígitos de esta tesis, no permite aislar las ramas productoras de TIC de otras productivas no TIC (por ejemplo en la rama de productos químicos se agrega la producción de bienes TIC²⁰ junto con una gran mayoría de no TIC, sucede lo mismo en las ramas de comercio al por menor y al por mayor). Por lo tanto con el objetivo de determinar qué peso ocupa la producción de bienes y servicios TIC en la producción total de cada una de las ramas de la Tabla II.1, es necesario completar la información de la clasificación por ramas TIC con la información sobre la lista de productos y servicios TIC definida por la OCDE.

8.2. Productos y servicios TIC

De acuerdo a la OCDE, los productos y servicios de TIC (se utiliza la palabra producto indistintamente para producto o servicio) se definen como aquellos productos cuyo función básica sea desempeñar o permitir el procesamiento de la información y su comunicación por medios electrónicos, incluyendo su transmisión y presentación visual.

De acuerdo a la Clasificación Comunitaria de Productos CPC versión 2, la OCDE incluye en su lista de productos y servicios TIC, en sentido estricto de 2008, dentro de los productos TIC diez subclases con un total de 99 productos tal como aparecen en la Tabla II.2-

Tabla II.2. Número de productos TIC por subclases en la CPC, ver2

Categoría	Nº de productos TIC
Ordenadores y equipos periféricos	19
Equipos de comunicación	8
Equipos de consumo electrónico	11
Varios componentes TIC y bienes	14
Servicios para equipos de TIC	5

²⁰ Fabricación de soportes vírgenes para grabación

Categoría	Nº de productos TIC
Servicios de licencias, y negocio de software	11
Consultoría de la información tecnológica y servicios	10
Servicios de telecomunicaciones	12
Leasing y alquiler de equipos TIC	3
Otros servicios TIC	6

Fuente: OCDE

La OCDE publica el detalle de todos los productos TIC de acuerdo a la clasificación CPC Ver.2. Dado que no existe una correspondencia oficial ni directa ni indirecta entre la CNPA 96 y la CPC VER 2, se parte de lista de 99 productos TIC y se busca su lugar en la clasificación CNPA96 con 7 dígitos, tal como se recoge en la Tabla II.3. Así se identifican tres productos y dos servicios TIC en la CNPA 96.

Tabla II.3. Productos y servicios TIC de la CNPA-96

Productos y servicios TIC	CNPA-96
Maquinaria de oficina y equipo informático	30
Recepción y reproducción de sonido e imagen	323
Otro material electrónico	321-322
Servicio de telecomunicación	642
Servicio de informática	72

Fuente: Elaboración propia

La OCDE establece que para que una rama de actividad sea considerada TIC es necesario que su producción (o ventas) de bienes TIC suponga al menos el 50% del total del valor de su producción (o de sus ventas). Por ello y con el objetivo de determinar qué ramas de actividad de la CNAE-93 pueden ser consideradas productoras TIC se calcula el peso de la producción de los bienes de la Tabla II.3 en el total de la producción de cada rama susceptible de ser productora, utilizando las tablas de Origen para cada uno de los años 1995-2007, enlazadas y coherente con CN. Se logra así distinguir las ramas en las que la producción de TIC tiene un peso suficientemente importante frente a aquellas en las que sólo constituye una parte muy minoritaria de su producción o comercio. En esta tesis y en línea con la recomendación de la OCDE, cuando la producción de las TIC supone más del 50% del total de la producción, la rama en cuestión es clasificada a efectos estadísticos como rama productora de TIC.

8.3. Índice de capital TIC

Para construir el índice de los servicios de capital TIC (y no TIC) se usa la serie de *El Stock de Capital Productivo* real (euros 2000) y la serie de los *Servicios del Capital Productivo* en euros nominales por activos, ambas desagregadas por activos y ramas, para los años del periodo 1995-2007 del IVIE. Estas series proporcionan datos de tres tipos de activos de capital TIC, el *hardware*, (equivalente en la CNPA-96 a la rúbrica maquinaria de equipo y equipos informáticos) *las comunicaciones* y *el software* (servicios informáticos en CNPA-96). Para el índice Törnqvist de capital no TIC se toma el resto de los activos de capital, excluidos los terrenos que aparecen en las mismas series.

8.4. Índice de consumos intermedios de productos y servicios TIC

Para construir un índice Törnqvist de consumos intermedios TIC, se parte de las tablas de destino anuales 1995-2007, previamente homogeneizadas y deflactadas (en euros constantes) y se identifica los cinco productos y servicios TIC de acuerdo a la lista publicada por la OCDE en 2008 y que recoge la Tabla II.3.

8.5. Deflatores de las TIC

En la medida que los bienes y servicios TIC aparecen en la economía española tanto como productos y servicios intermedios, como activos de capital y finalmente como bien y servicios producidos, es necesario disponer de deflatores de los activos o bienes TIC. Los deflatores TIC se construyen de dos maneras distintas, lo que conducen a los denominados deflatores “propios” y deflatores hedónicos “IVIE”-

8.5.1. Estimación de deflatores de las TIC (“deflatores propios”)

Los deflatores TIC “propios”, que de hecho ya se han utilizado, implícitamente en el primer capítulo de esta tesis, son estimados a partir de diversas fuentes consultadas como el IPC, el IPRI y el índice de los precios de servicios, fuentes de precios todas ellas no hedónicos.

i. Deflatores propios de la rama 30 Maquinaria de oficina y equipos informáticos

Los deflatores propios de la rama 30, se construyen distinguiendo entre productos de origen nacional y productos TIC importados y teniendo en cuenta los distintos productos que se agregan junto con bienes puramente TIC. En el caso de los productos nacionales TIC se toman los datos del IPRI base 95, CNAE09 con una desagregación muy amplia. Se explota la correspondencia entre la clasificación entre la CNAE-09 y la CNAE93 y la correspondencia entre ésta última y la CNPA-96. Hay que resaltar que el índice de precios propios se ha elaborado a partir de las medias ponderadas tanto de las importaciones como de los dos subgrupos que integran la rama 30 (*fabricación de ordenadores y equipos informáticos y otra maquinaria de uso general*).

ii. Servicios de telecomunicaciones y de servicios informáticos

Para valorar los precios de los servicios de telecomunicaciones y de los servicios informáticos se recurre al Índice de Precio de los Servicios base-2005 puesto que este índice mide precios de producción. Sin embargo, este índice sólo se publica a partir del año 2005 en adelante por lo que hay que utilizar también el IPC base 2006. La metodología empleada para estimar los precios de los servicios de telecomunicaciones y de los servicios de informática consiste en tomar los deflatores de las rúbricas *Servicios de Telecomunicaciones* y *Servicios informáticos* del IPC base-2006 y corregir sus respectivas tasas de crecimiento anual para los años 1995-2005 (una vez enlazadas las distintas bases para lo que se utilizan las ponderaciones para desagregar ambos servicios de la base 2006) con sendos coeficientes de ajuste que se calculan a partir de la comparación de las tasas de variación del IPC y del Índice de Servicios base 2005 para los años en los que el INE publica ambos índices (2006-2007).

8.5.2. Deflatores hedónicos TIC “IVIE”

El IVIE para la generación de la serie del stock de capital en euros constantes utiliza implícitamente deflatores por activos de capital entre los que se encuentran las tres rúbricas TIC consideradas. Merece la pena señalar una diferencia clave entre los deflatores del IVIE y los “propios”. Los deflatores TIC IVIE para el caso de la

maquinaria y equipo informática (hardware) y comunicaciones son estimados a partir de los precios de las TIC en EEUU, con dos consecuencias importantes: la primera, es que son precios hedónicos, y la segunda es que las agrupaciones americanas por activos de capital TIC no coinciden exactamente con las resultantes por ramas de la CNAE.96 de los productos TIC.

i. Deflatores “IVIE” del hardware

El IVIE estima el deflactor del hardware ($P_{HWEspaña}$) a partir de los precios del hardware en EEUU (P_{HWEUU}), corregido por el ratio de precios relativos entre ambos países ($PIB_{España}/PIB_{EEUU}$). Así, $P_{HWEspaña} = \left(\frac{PIB_{España}}{PIB_{EEUU}}\right) P_{HWEUU}$

En dónde $PIB_{España}$ es el deflactor del PIB en España y PIB_{EEUU} es el deflactor del PIB en EEUU. El P_{hwEEUU} es un índice de precios encadenados del hardware en EEUU publicado por el BEA y que incluye tres componentes: *Computers and peripheral equipment, photocopy and related equipment and office and accounting equipment*.

ii. Deflactor IVIE de los servicios de comunicación

Para las comunicaciones, el IVIE estima su deflactor siguiendo la misma metodología que para el hardware. Así, su precio ($P_{ComEspaña}$), se estima a partir de los precios de las comunicaciones en EEUU ($P_{ComEEUU}$), corregido por el ratio de precios relativos entre ambos países ($PIB_{España}/PIB_{EEUU}$). Así, $P_{ComEspaña} = \left(\frac{PIB_{España}}{PIB_{EEUU}}\right) P_{ComEEUU}$

Siendo, $P_{ComEEUU}$ el deflactor de las comunicaciones en EEUU

iii. Deflactor IVIE de los servicios informáticos

Para el *software*, el IVIE toma el deflactor del Valor añadido de la CNE-95 a partir del año 1995 de la rama de Servicios informáticos.

Los distintos deflatores de los bienes TIC se aplican a los consumos intermedios TIC y a la producción por ramas. Hay que mencionar que los activos de capital TIC únicamente son valorados a precios hedónicos, puesto las series del stock y los servicios del capital en España, que se usan en esta tesis, están construidas utilizando estos deflatores.

9. Resultados

9.1. Resultados descriptivos

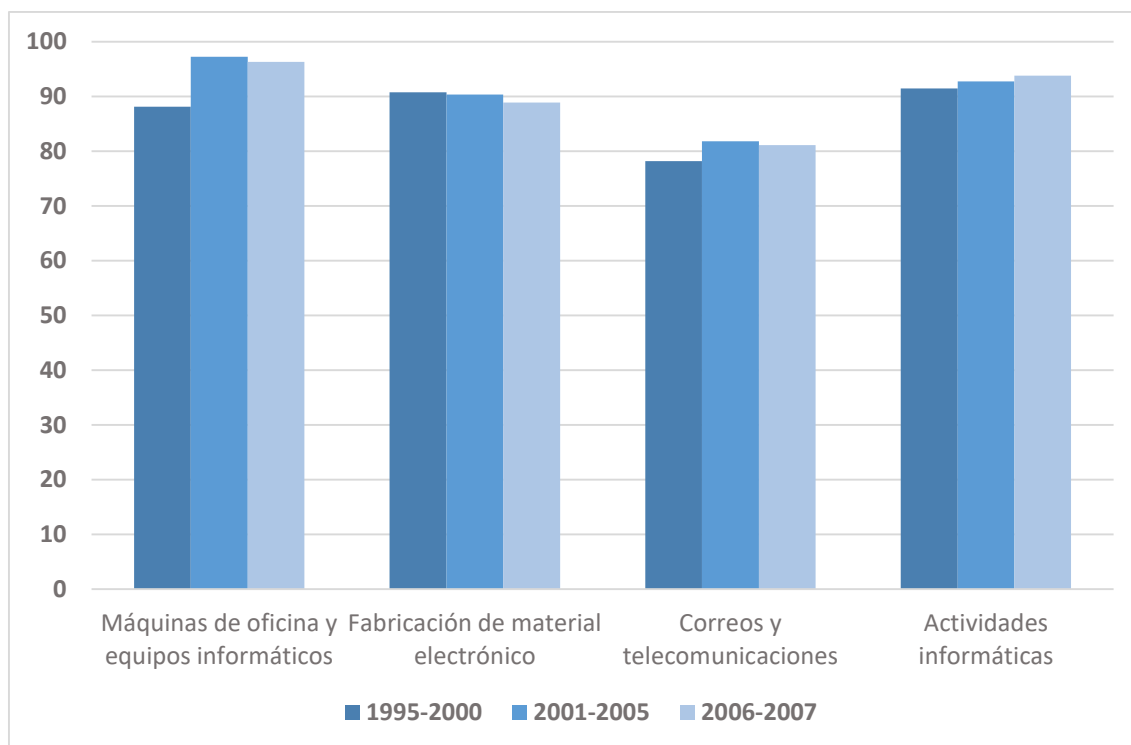
9.1.1. Producción TIC en las ramas de la economía española

Para identificar qué ramas concentran el grueso de la producción de bienes y servicios TIC de acuerdo a los criterios de clasificación de la OCDE, se calcula el peso de la suma de los bienes producidos por cada rama TIC sobre el total de la producción a precios corrientes, a partir de los datos de las tablas de origen (previamente homogeneizadas entre sí y coherentes con los datos de CNE). A partir de estos datos, aquellas ramas cuya producción de bienes TIC supera el 50% de la producción total de cada rama, se considera productora TIC. Así, de las ramas de actividad señaladas por la OCDE susceptibles de ser productoras TIC se identifican cuatro de ellas (30 *Máquinas de oficina y equipos informáticos*, 32 *Fabricación de material electrónico*, 64 *Correos y telecomunicaciones* 72 *Actividades informáticas*) por lo que en el caso de la economía española las ramas de la *Industria química*, del *Comercio al por mayor e intermediarios*, del *Comercio al por menor*, *reparación de efectos personales e Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión* no concentran suficiente producción TIC entre el conjunto de sus bienes y/o servicios producidos, para que sean clasificables estadísticamente como ramas

productoras TIC. De hecho el peso de la producción TIC en su total no supera para ninguna de las ramas anteriores ni el 1% en ningún año del periodo 1995-2007. Se representan gráficamente el peso de la producción de bienes TIC en las cuatro ramas clasificadas como productoras TIC, para cada uno de los subperiodos considerados.

Con respecto a las ramas productoras TIC, tal como se ve en el gráfico II.1, la producción TIC supone cerca de más del 80% del total de la producción de cada una de las ramas, e incluso supera el 90% en la ramas de *Máquinas de oficina y equipo de informática* y *Actividades informáticas*. A lo largo de los tres periodos se observan valores estables con únicamente un incremento del peso de la producción TIC en la rama de *Máquinas de*

Gráfico II.1. Producción TIC por ramas de actividad



Cada barra muestra el peso medio por periodos de la producción de bienes y servicios TIC en el total de la producción en euros nominales en las ramas representadas, expresado en valores porcentuales. Fuente: elaboración propia

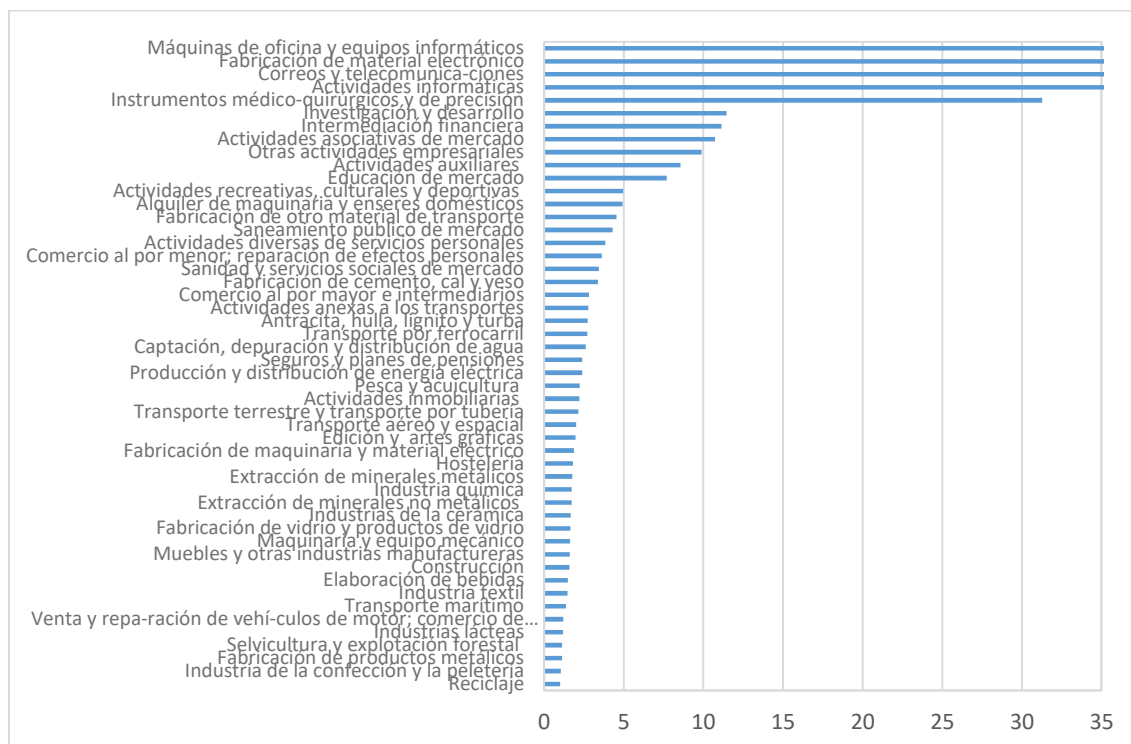
oficinas y equipos informáticos, aunque hay que recordar que estos porcentajes miden tanto cambios en los precios como en las cantidades con lo que no se puede concluir de manera inequívocas sobre la evolución del volumen de producción de TIC dentro de las ramas TIC sin conocer la evolución de los precios TIC.

9.1.2. Consumos intermedios TIC en las ramas de la economía española

El consumo de bienes y servicios intermedios TIC entre las distintas ramas está concentrado en algunas ramas de actividad. Tal como se ve en el Gráfico II.2 en el que se representan por orden decreciente las ramas según su peso de consumos intermedios TIC en el total de sus consumos intermedios (se excluyen aquellas ramas cuyo valor no supera el 1%), las ramas productoras TIC son a su vez las más intensivas en el consumo de bienes intermedios TIC cuyo peso medio para el conjunto del periodo se sitúa en torno al 40%. Hay que destacar la presencia de la rama *Instrumentos médicos-quirúrgicos* como rama intensiva en consumo intermedio TIC cuyo peso se sitúa por encima del 30%. A diferencia de lo que sucedía con la distribución de la producción TIC, los consumos intermedios TIC están más repartidos entre las distintas ramas. Así, en un número relevante de ramas de los servicios (*I+D*, *Intermediación financiera*, *Actividades*

asociativas de mercado, Otras actividades empresariales, Actividades auxiliares y Educación de mercado), los consumos intermedios TIC suponen entre el 7.5 y el 11% del total de sus consumos intermedios. Por otro lado, tal como se desprende del Gráfico II.3 las ramas intensivas en CI TIC tienden a aumentar el uso de de CI TIC (en proporción al total de sus CI totales) a lo largo de todo el periodo, puesto que de media, el peso de los CI TIC al final del periodo se multiplica por dos con respecto a los valores iniciales.

Gráfico II.2. Importancia de los consumos intermedios en bienes y servicios TIC

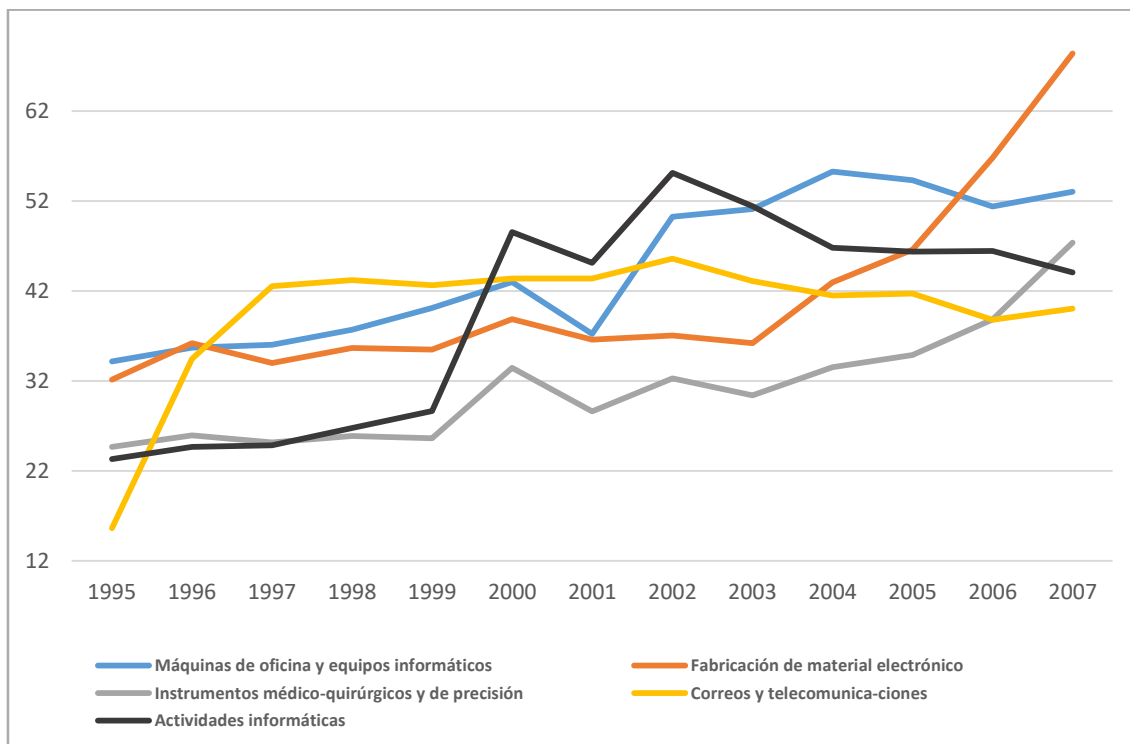


La importancia del consumo intermedio se mide como el peso del consumo intermedio de bienes y servicios TIC en el total de consumos intermedios por ramas de actividad, para el conjunto del periodo (1995-2007), tomando ambas magnitudes en euros nominales. Fuente: elaboración propia

En este sentido, destaca la rama *fabricación de material electrónico* cuyo peso de los CI TIC pasa del 32% en 1995, al 68% del total de sus consumos intermedios al final del periodo.

Por el contrario, y tal como se desprende del Gráfico II.4, entre aquellas ramas en las que el peso de los CI TIC se sitúa en torno al 10% del total de los CI, la evolución es divergente. Si bien, en la rama *Fabricación de otro material de transporte*, el peso de los CI TIC se multiplica por cuatro a lo largo del periodo, en el resto de las ramas, no se detecta una mayor intensidad en el uso de los consumos intermedios TIC.

Gráfico II.3. Evolución de los CI TIC en las ramas más intensivas en TIC

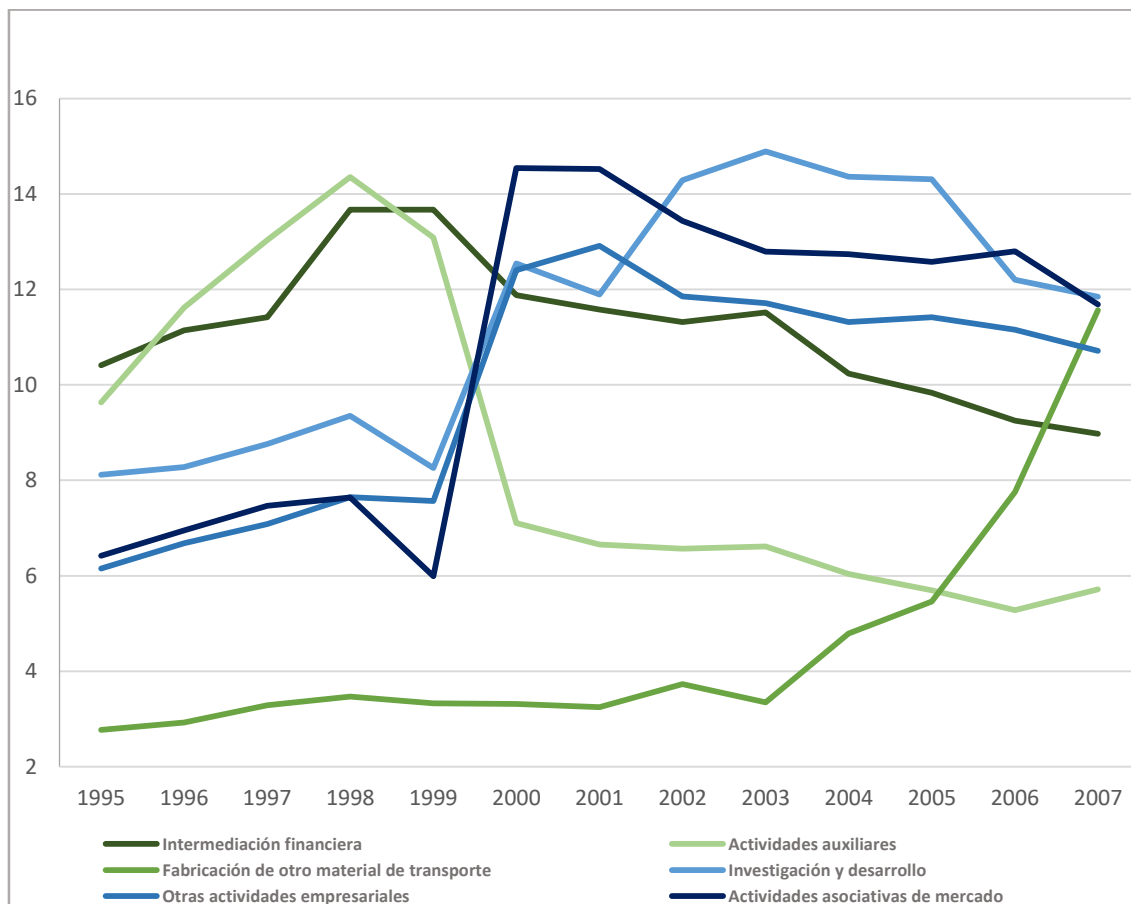


Los consumos intermedios TIC se representan para cada una de las ramas y años por el peso de los consumos intermedios TIC en el total de los consumos intermedios, ambas valoradas en euros nominales. Fuente: elaboración propia

Tal como se observa en el Gráfico II.4., en las ramas *Intermediación Financiera y actividades auxiliares*, los consumos intermedios TIC pierden peso en el total de sus consumos intermedios, mientras que en el resto (*Investigación y desarrollo, Otras actividades empresariales y Actividades asociativas de mercado el resto de las ramas*) los ratios CI TIC/ CI se sitúan al final del periodo ligeramente por encima de los valores iniciales.

De la misma manera que sucedía con los valores de la producción TIC, hay que recordar que los ratios de CI TIC son calculados a partir de valores en euros monetarios, por lo que no se puede concluir exactamente acerca de cuál es la evolución exacta de las cantidades de CI TIC consumidas en cada una de las ramas y por lo tanto de su peso relativo en el total de sus consumos intermedios. Sin embargo, teniendo en cuenta que los precios de los CI TIC han descendido a un ritmo mayor que el resto de los bienes intermedios, es más que probable que la evolución en el grado de intensidad de las ramas en el uso de CI TIC sea distintos al sugerido por los ratios calculados a partir de magnitudes monetarias.

Gráfico II.4. Evolución de los consumos intermedios TIC resto de ramas representativas



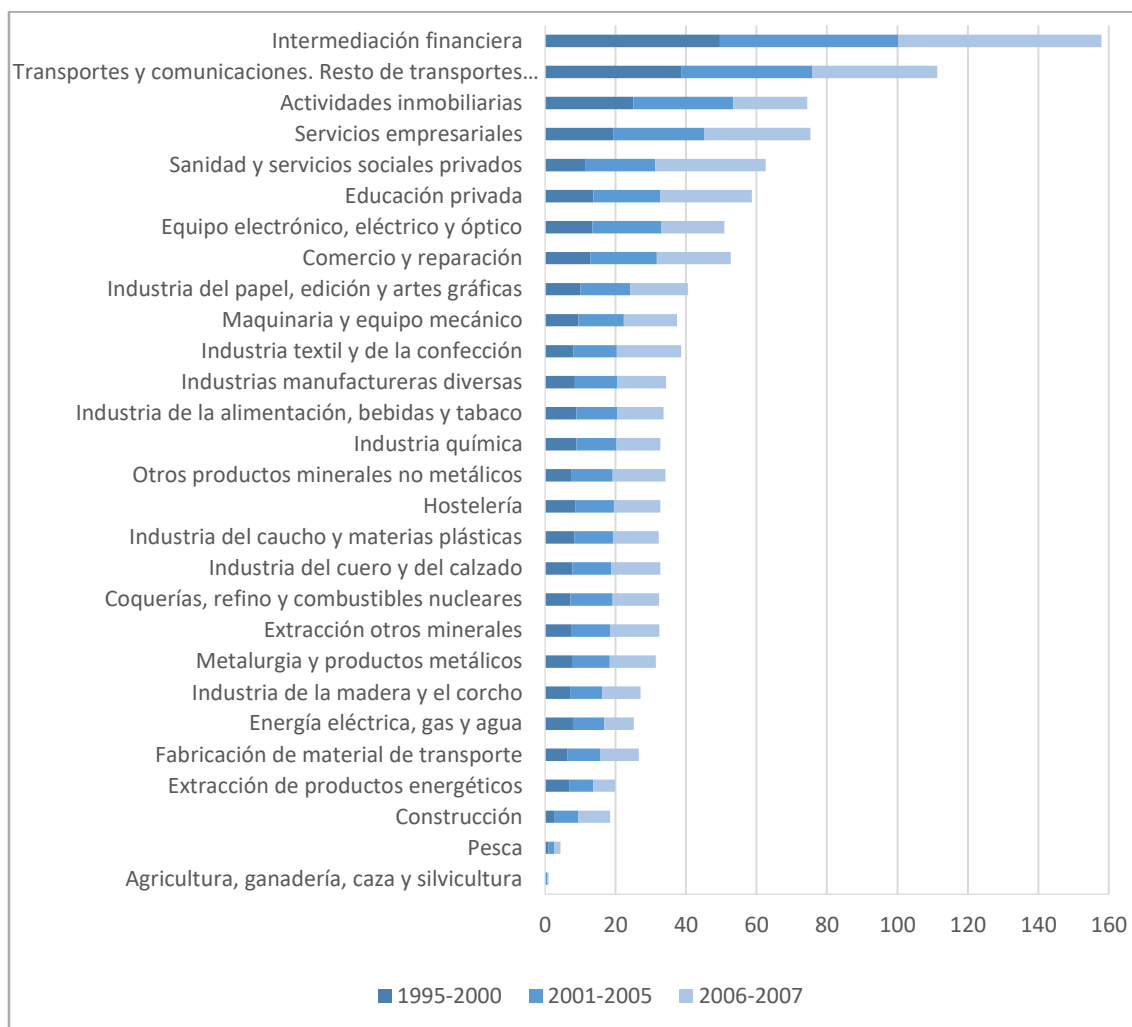
Los consumos intermedios TIC se representan para cada una de las ramas y años por el peso de los consumos intermedios TIC total en el de los consumos intermedios, ambas valoradas en euros nominales. Fuente:Elaboración propia

Podemos concluir por lo tanto, que las ramas productoras TIC son a su vez las ramas más intensivas en consumos intermedios TIC, entre las que también figuran la rama de instrumentos médicos quirúrgicos, *Fabricación de otro material de transporte* y algunas de los servicios (*I+D*, *Intermediación financiera*, *Actividades asociativas de mercado*, *Otras actividades empresariales*, *Actividades auxiliares* y *Educación de mercado*).

9.1.3. Capital TIC entre las ramas de actividad

A partir de los datos de la serie capital productivo en euros constantes de la Fundación IVIE-BBVA y siguiendo su clasificación por ramas de mercado, (en donde varias ramas CNAE-96 están agregadas dentro de una rama) se calcula el peso del capital productivo de los activos TIC (hardware, software y comunicaciones) sobre el total del capital productivo (excluido viviendas y otras construcciones), ambas magnitudes en euros constantes. Se reproducen gráficamente en el Gráfico II.5 los valores en porcentajes para cada uno de los sub periodos, de las ramas de la economía de mercado por orden decreciente.

Gráfico II.5. Importancia del capital productivo TIC por ramas



La importancia del capital TIC se mide por el peso medio por periodo que tiene el capital productivo TIC (*software hardware* y equipos de telecomunicaciones) sobre el capital productivo total por ramas, siguiendo la desagregación por ramas de la serie del capital productivo en euros constantes de la base de datos del IVIE/BBVA.

Del mismo destaca la estabilidad general de los valores a lo largo de los tres periodos, lo que refleja la lentitud con la que el capital TIC sustituye al capital tradicional en las ramas de mercado de la economía española. Además, en un número considerable de ramas, el peso del capital TIC sigue siendo muy minoritario al final del periodo. Las ramas más intensivas en capital TIC son ramas todas ellas de los servicios: Intermediación financiera, Transportes y Comunicaciones, Actividades inmobiliarias, Servicios empresariales Sanidad y servicios sociales privados y Educación privada. De todas estas ramas, sobresale la de intermediación financiera cuyo capital TIC supera el 50% del capital total productivo de media, seguida por la rama de Transportes y comunicaciones con un valor cercano al 40%.

Con un grado bastante menor de intensidad en el uso del capital TIC (entre un 12% y 20% por periodo se encuentra toda la industria, (excluida la Construcción, Fabricación de material de transporte e Industria del corcho), la Coquería refino y combustibles nucleares y la Extracción de otros minerales junto con la rama Comercio y reparación.

En prácticamente el resto de las ramas, las ramas del sector primario, construcción, energía (agua, electricidad y gas) y extracción de productos energéticos y fabricación de

material de transporte y la industria del corcho, la proporción del capital TIC sobre el total no alcanza el 8% de media por periodo.

A modo de conclusión, la distribución de las TIC en las ramas de actividad varía dependiendo de que las TIC sean bienes y/o servicios producidos o sean factores productivos bajo la forma de consumos intermedios o de capital. De estas tres dimensiones de las TIC, la producción es la que presenta mayor grado de concentración, en torno a cuatro ramas de actividad. Con respecto al capital, a lo largo del periodo considerado se distinguen distintos grados de intensidad en el uso de las TIC situándose el grueso de las ramas en unos valores medios bajos y destacando la posición de liderazgo de algunos servicios en el proceso de incorporación del capital tecnológico (intermediación financiera y comunicaciones y transportes). Con respecto al uso de consumos intermedios TIC, se encuentra concentrado en las ramas que se han identificado como productoras de bienes y servicios TIC a las que se hay que añadirle la rama de Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión. Por detrás de las ramas productoras TIC, pero por delante del resto de las ramas de la industria y de la energía, se encuentran algunas de ramas de los servicios (*I+D*, *Intermediación financiera*, *Actividades asociativas de mercado*, *Otras actividades empresariales*, *Actividades auxiliares* y *Educación de mercado*), con una intensidad en el consumo intermedio de TIC del 10%. Se agrupan en la Tabla II.4 las ramas en las que las TIC tienen mayor presencia como producción, capital o consumo intermedio.

Tabla II.4. Ramas con fuerte presencia de TIC

PRODUCCIÓN TIC	CAPITAL TIC	CONSUMOS INTERMEDIOS TIC
<ul style="list-style-type: none"> Fabricación de material Electrónico Fabricación de máquinas de oficinas y equipos informáticos Correos y telecomunicaciones Actividades informáticas 	<ul style="list-style-type: none"> Intermediación financiera Transporte y Comunicaciones Actividad Inmobiliarias Servicios Empresariales Sanidad privada y servicios sociales Educación privada Equipo electrónico, eléctrico y óptico Papel, edición y artes gráficas Maquinaria y equipo mecánico Industria textil 	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación de material Electrónico Fabricación de máquinas de oficinas y equipos informáticos Correos y telecomunicaciones Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión Actividades informáticas I+D Intermediación financiera Actividades asociativas Otras actividades empresariales Actividades auxiliares Educación de mercado

Fuentes: Elaboración propia

De la tabla anterior, se concluye que las cuatro ramas (*Fabricación de material electrónico*, *Fabricación de máquinas de oficinas y equipos informáticos*, *Correos y telecomunicaciones* y *Actividades informáticas*) productoras de TIC son a la vez ramas intensivas en capital TIC y en consumos intermedios TIC. Además, entre las ramas de servicios que pueden considerarse usuarias de TIC, se encuentran la rama de *intermediación financiera*, *la sanidad*, *la educación* y *otras actividades empresariales*. De las ramas industriales, encabezan la lista de ramas usuaria de TIC la industria del papel, la industria textil y la de instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión.

9.1.4. Comparación de los deflatores de las TIC

Como se ha explicado en la parte teórica, la valoración de los bienes y servicios es determinante a la hora de calcular los índices de volumen de la producción y de los inputs,

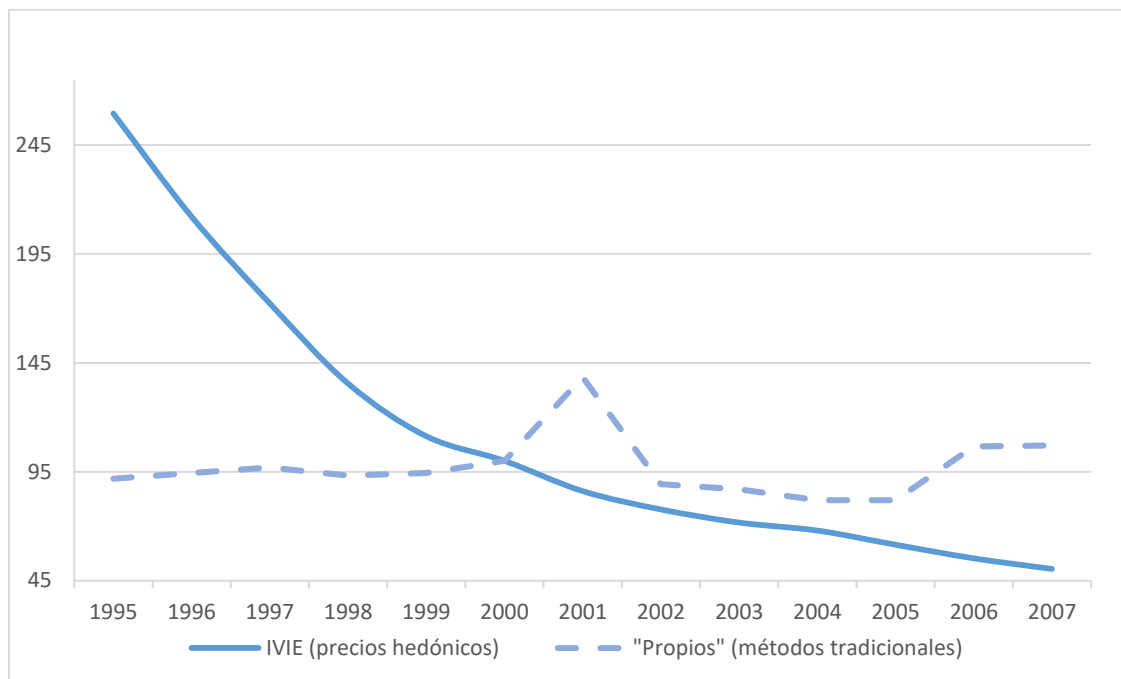
puesto que afecta directamente a los valores de la PTF. Aunque la teoría de los precios hedónicos proporciona un método unánimemente aceptado para la valoración de los bienes con cambios de calidad y por lo tanto de las TIC, su aplicación por el INE se viene haciendo sólo desde fechas recientes, (posteriores a 2007) lo que condiciona enormemente la calidad de las estimaciones de las series de PTF estimadas a partir de deflatores de inputs y productos basados en métodos tradicionales. Con ánimo de cuantificar las consecuencias del uso de precios hedónicos frente a deflatores obtenidos por métodos tradicionales en la valoración de los bienes TIC (en concreto ordenadores) y servicios TIC (básicamente servicios de telecomunicaciones), se construyen estos tipos de deflatores, tal como se ha expuesto en el epígrafe 8.5 que se designan por deflatores IVIE y deflatores propios. Se compara a continuación la evolución de los deflatores obtenidos por los distintos métodos, para cada una de los productos y servicios TIC.

i. Maquinaria de oficina y equipos informáticos

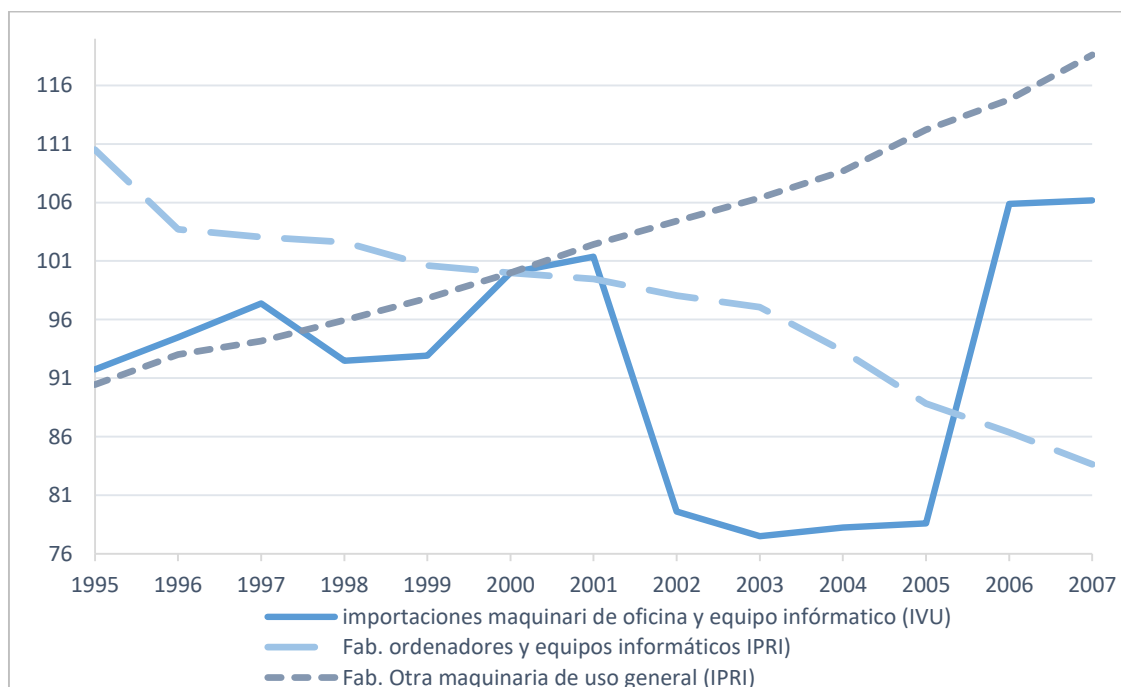
El índice de precios estimado por el IVIE y el propio presentan una evolución a lo largo del periodo 1995-2007 completamente distinta, tal como se observa en el Gráfico II.6 La curva en negrita continua, representa el deflactor utilizado por el IVIE para el activo de capital “hardware” y que tal como recuerda este instituto de investigación y de acuerdo con la OCDE, se puede considerar equivalente a la rúbrica de maquinaria de oficina y equipos informática de la CNPA-93. La línea quebrada es la resultante de utilizar el IPRI con una desagregación por subproductos junto con el Índice de valores unitarios (IVU) para las importaciones. El comportamiento de ambos índices de precios es muy distinto a lo largo del periodo 1995-2007. El deflactor por métodos tradicionales (“propios”) únicamente refleja un descenso desde el año 2001 hasta el 2005. Esta bajada de precios (-12% media anual 2001-2005) aunque está por encima de la tasa media de la estimación IVIE, (-8% anual en el periodo 2001-2005) es sin embargo insuficiente para neutralizar las subidas que se registran en el resto de los años y que se oponen al descenso continuado de los precios hedónicos.

En la medida que el índice de precios denominado “propio” se ha estimado a partir de las medias ponderadas de los índices de precios de las importaciones y de los dos subgrupos que integran la rama 30 (*Fabricación de ordenadores y equipos informáticos y Otra maquinaria de uso general*) es posible conocer el origen de estas diferencias en el comportamiento a lo largo del periodo considerado.

Por ello, en el Gráfico II.7 se representan los deflatores de cada uno de los bienes que integran la rúbrica “*Maquinaria de oficina y equipos informáticos*” de acuerdo a la CNPA-96 con un nivel de desagregación superior y distinguiendo entre producción interior e importaciones. Así, se representan los índices de precios para las importaciones totales de maquinaria de oficina y equipos de informática, y los deflatores de los dos subgrupos cuya producción es de origen nacional y que conforman la rúbrica que nos interesa: “*Fabricación de ordenadores y equipos informáticos*” y “*Fabricación de otra maquinaria de uso general*”. Hay que decir que únicamente el subgrupo *Fabricación de ordenadores y equipos informáticos* reúne las características de producto TIC.

Gráfico II.6. Índice de precios de *Maquinarias y equipos informáticos*

La línea continua IVIE representa el índice de precio del hardware para España estimado por el IVIE (PHWEspaña) a partir de los precios del hardware en EEUU (*Computers and peripheral equipment, photocopy and related equipment and office and accounting equipment*) corregido por el ratio de precios relativos entre ambos países (PIBEspaña/PIBEEUU). La línea discontinua "propios" representa el índice de precios la rama 30 *Maquinaria de oficina y quipos informáticos* que se construye distinguiendo entre productos TIC de origen nacional y de origen importados y teniendo en cuenta los distintos productos que se agregan junto con bienes puramente TIC (*fabricación de ordenadores y equipos informáticos y otra maquinaria de uso general*) a partir del IPRI base 95. Fuente: elaboración propia

Gráfico II.7. Deflatores de los bienes de *Maquinaria y equipos informáticos*

Se representan los deflatores para los dos productos (*Fabricación de ordenadores y equipos informáticos* y *Fabricación otra maquinaria de uso general*) con líneas discontinuas que conforman la rama 30 y mediante la línea continua el deflactor de Maquinaria de oficina y equipo informático de origen importado. Fuente: elaboración propia

Los precios del subgrupo fabricación de ordenadores y equipos informáticos de origen nacional descienden a lo largo del periodo considerado de media al año un 2% (-24% entre 1995 y 2007) lo que se compara con una tasa media anual del IVIE de -7% (-82% entre 1995 y 2007). Sin embargo, los precios del resto de maquinaria (no TIC) aumentan considerablemente a lo largo del periodo (tasa 2% media anual). Además, los precios de las importaciones descienden fuertemente entre los años 2001-2005 pero en el resto de los años muestran tasas de crecimiento positivas. No hay que olvidar que en los precios de importaciones varían no sólo por los cambios en los tipos de cambio y que precisamente durante los años 2001-2005 se produjo una fuerte apreciación del euro frente (10% de media anual en el periodo 2001-2004) que abarataron en general las importaciones españolas.

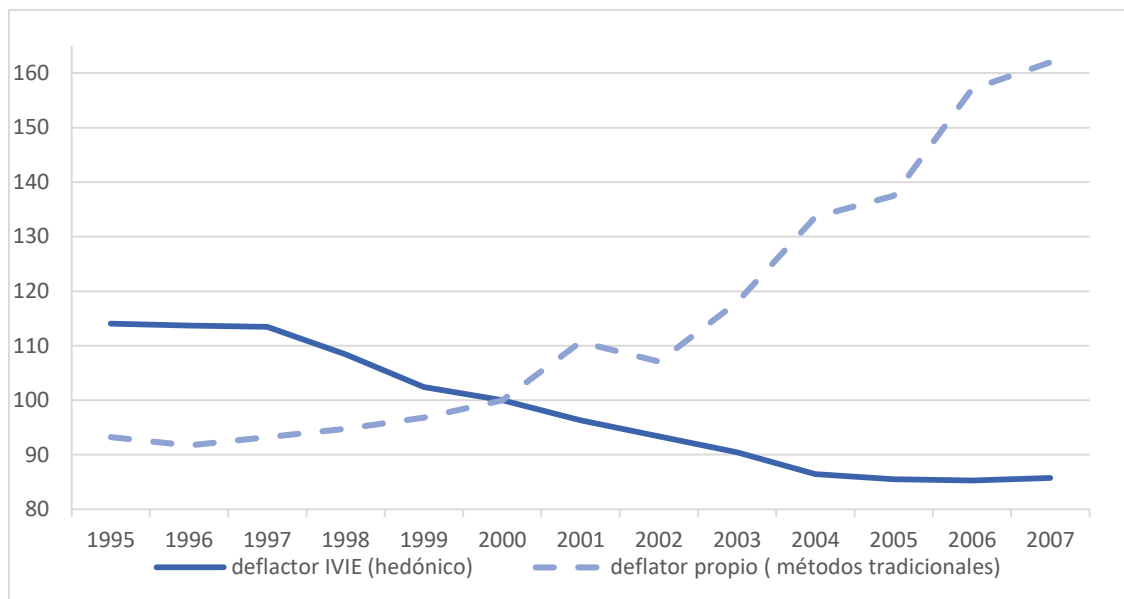
De este análisis se desprende que el índice de precios “propio” para la *Maquinaria y equipos informáticos* arroja un descenso de precios muy moderado frente al fuerte descenso captado por el índice de precios hedónicos del IVIE, ya que, además de no incorporar las mejoras en la calidad del *hardware* de origen nacional, recoge al aumento considerable de precios de otros bienes (resto de maquinaria) que se excluyen del índice del IVIE y el incremento del precio medio de las importaciones de maquinaria y equipos informáticos entre los años 1995-2001 y 2005-2007.

ii. *Servicios de telecomunicaciones*

En el Gráfico II.8 se representa el índice de precios hedónicos de los servicios de telecomunicaciones y la estimación propia. Se recuerda que la metodología empleada para estimar los precios de los servicios de telecomunicaciones consiste en tomar los deflatores de la rúbrica servicios de telecomunicaciones del IPC y aplicar un coeficiente de ajuste que se calcula a partir de la comparación de variación del IPC y del índice de servicios para los años en los que el INE publica ambos índices. A pesar de que la tasa de crecimiento anual de los precios de las comunicaciones se minoró por dicho coeficiente de ajuste (-4,2%), el deflactor de este servicio, arroja un perfil creciente que contrasta con el deflactor del IVIE que registra una tendencia descendente a lo largo del periodo analizado. Por otro lado, el índice de precios de las comunicaciones “propios” está muy en línea con los que publica el informe de la Economía sectorial 2012 de la Comisión Nacional del Mercado de las Comunicaciones.

El origen de las diferencias entre el deflactor hedónico, IVIE, y el deflactor propio, se encuentra en la incapacidad de los métodos tradicionales de reflejar las mejoras de calidad en los servicios de telecomunicaciones en sus precios. Aun así, antes de aceptar que los deflatores de los servicios de telecomunicaciones americanos (con ajuste correspondiente) representan con mayor veracidad la evolución de los precios de estos servicios nacionales, hay que recordar, que el sector de las telecomunicaciones en España se incorpora de manera tardía al proceso de liberación de su mercado, que se inició en EEUU y el Reino Unido en la primera mitad de los años 80. A pesar de que en 1988, se liberalizó el sector español de las telecomunicaciones, y se estableciera una creciente presencia de operadores y disminución de precios, el sector sigue (en 2009) presentando precios superiores a la media europea (López, 2009).

Gráfico II.8. Deflatores de los servicios de comunicaciones (2000=100).

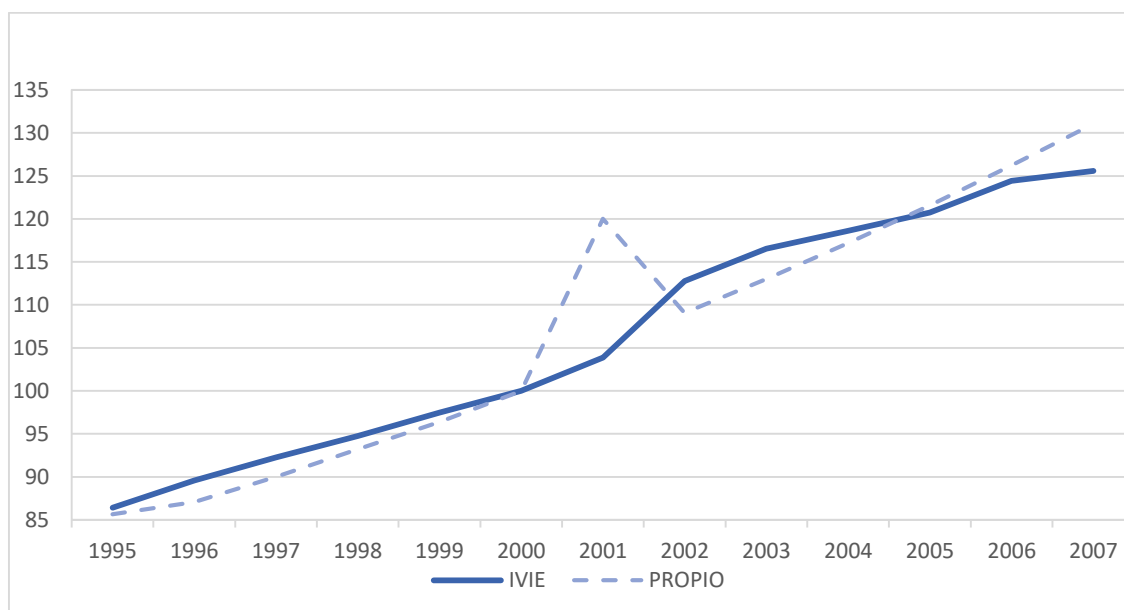


La línea continua IVIE representa el índice de precio de los servicios de comunicación para España estimado por el IVIE a partir de los precios de las comunicaciones en EEUU (precios hedónicos) corregidos por el ratio de los precios relativos entre ambos países. La línea discontinua “deflactor propio” representa el deflactor de los precios de los servicios de telecomunicaciones estimados a partir del índice de los Servicios de Telecomunicaciones del IPC base 2006, corregidos por un coeficiente de ajuste que se calculan a partir de la comparación de las tasas de variación en el Índice de Servicios base 2005 para los años en los que el INE publica ambos índices (2006-2007). Elaboración propia

iii. Servicios informáticos

Los deflatores de los *Servicios informáticos* incluidos en el Gráfico II.9 propios y los estimados por el IVIE siguen prácticamente un perfil igual (salvo en el año 2001), que se caracteriza por un incremento de precios continuo a lo largo del periodo 1995-2007, siendo la tasa de crecimiento entre el año 1995 y 2007 de algo más del 40%. Hay que recordar que el deflactor del IVIE se calculado a partir de datos de valor añadido y por lo tanto no puede considerarse hedónico, lo que explica la similitud entre el deflactor propio y el del IVIE.

Gráfico II.9. Deflatores de los servicios informáticos (2000=100)



La línea continua es el índice de precios de los servicios informáticos estimados por el IVIE a partir de los deflatores del valor añadido de la rama de los servicios informáticos, por lo que no se pueden considerar hedónicos. La línea discontinua “propio” se estima a partir del índice de los Servicios informáticos del IPC base 2006, ajustado por un coeficiente, que se calcula a partir de la comparación de las tasas de variación del Índice de Servicios base 2005, años 2006 y 2007. Fuente:elaboración propia.

9.2. Contribución al crecimiento

Para identificar el impacto de las contribuciones de las TIC sobre el crecimiento, se aborda primero el factor capital TIC, en segundo lugar, los consumos intermedios TIC (CI TIC) y finalmente, se analiza la contribución total de las TIC, como suma de las contribuciones de los CI TIC y de los activos de capital TIC, por rama y año. En la medida que la valoración de las TIC constituye un elemento clave para medir su efecto sobre el crecimiento y por lo tanto la PTF, el índice CI TIC se calcula de dos maneras distintas, por una lado, con los deflatores del IVIE y por otro con los deflatores “propios” y se comparan entre sí las contribuciones resultantes, así como, los valores de PTF que se derivan de las mismas.

9.2.1. Contribución del capital TIC al crecimiento por ramas

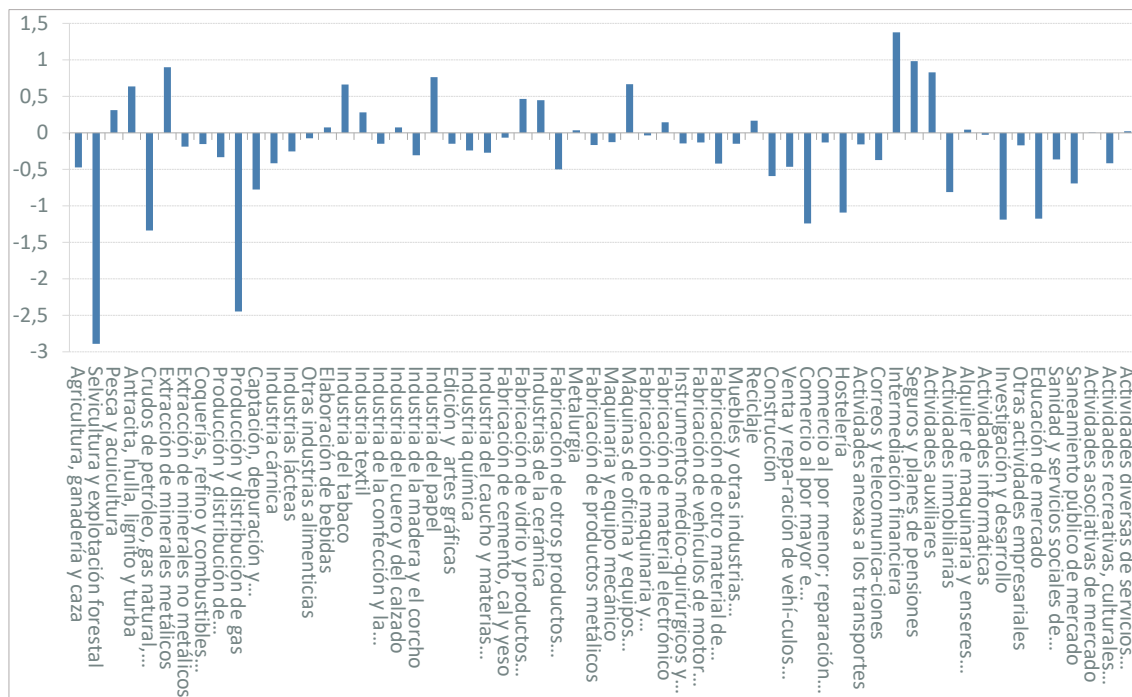
9.2.1.1. Contribución del capital TIC versus capital no TIC

Se proporciona evidencia que permite averiguar si en España se ha producido un incremento de la contribución del capital TIC en detrimento del capital no TIC, su localización por ramas y el orden de magnitud. Se recuerda, que mientras que en EEUU se ha producido un incremento muy pronunciado de la contribución del capital TIC en detrimento de la contribución de capital no TIC, en Europa este fenómeno ha sido muy leve. La lenta renovación del capital tradicional por capital tecnológico suele apuntarse como una de las causas de la divergencia en la evolución de la PTF de la eurozona y de EEUU (Van Ark, 2008).

El Gráfico II.10 representa la contribución media anual del capital TIC menos la contribución media del capital no TIC para el conjunto del periodo, por lo que un valor positivo significa que la contribución del capital TIC supera la contribución del capital no TIC en esa magnitud de media cada año. Por lo tanto, a mayor valor, mayor es el desplazamiento de la contribución hacia el capital TIC. La información más destacable, que se desprende del mismo, es que durante estos 12 años, sólo en 19 ramas la contribución TIC ha superado la no TIC, aunque únicamente en 12 de las mismas los valores son superiores a 0.25 p.p. Las ramas de *Intermediación financiera, seguros y planes de pensiones* y *Actividades auxiliares* presentan valores cercanos 1p.p. Las ramas de *Hulla antracita carbón, Pesca y Extracción de minerales metálicos* así como la del *Papel, Tabaco y Máquinas de oficina y equipos informáticos* presentan valores superiores a 0.5 p.p. En las ramas de la *Fabricación de vidrio y de cerámica* este valor está ligeramente por debajo de medio punto porcentual. Por el contrario, las ramas de la *selvicultura, Producción y distribución de gas, servicios colectivos (sanidad, educación), Investigación y desarrollo, Comercio, Hostelería y construcción* arrojan valores negativos en torno a -1p.p.

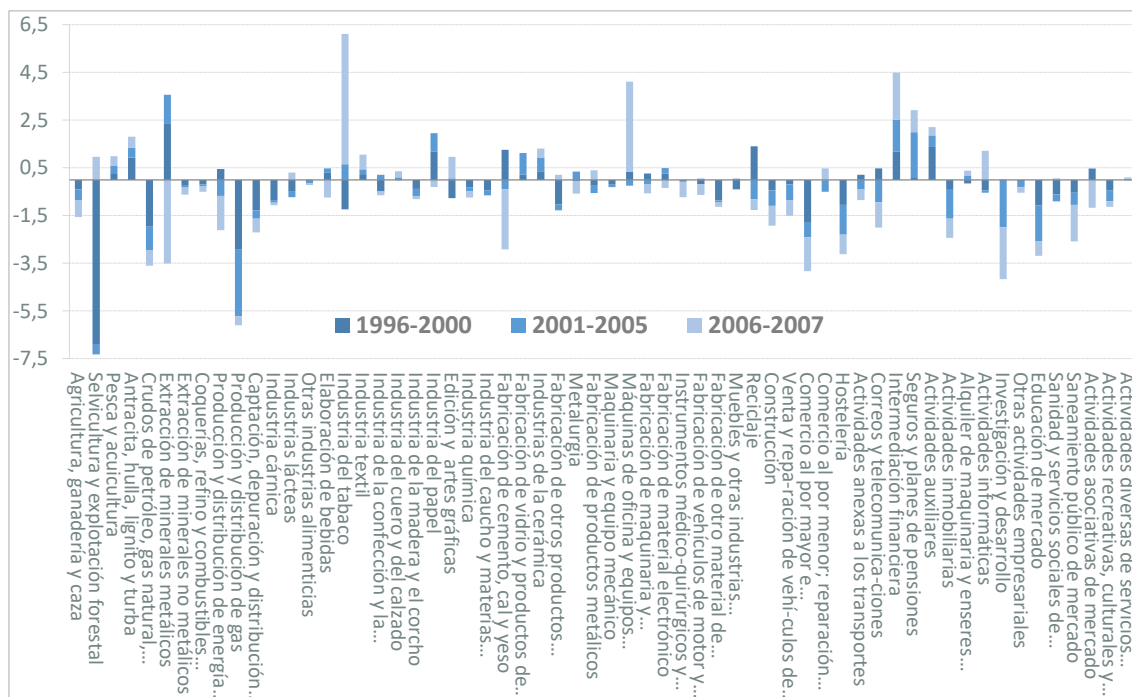
Cuando se contempla la evolución de la diferencia entre las contribuciones del capital TIC y del no TIC durante los tres subperiodos representada en el Gráfico II.11 se observa que tanto las ramas de la industria del *Tabaco, de Máquinas de oficina y equipos informáticos* y de *Actividades informáticas* han alcanzado tasas positivas considerables, fundamentalmente y casi exclusivamente, en el último periodo. Hay que destacar, que en la rama de la intermediación financiera, el valor ha crecido de manera progresiva durante los tres periodos. En negativo, hay que mencionar el deterioro de la relación de la contribución del capital TIC frente al no TIC, en el último periodo, de la ramas de *Extracción de minerales metálicos, Fabricación de cemento, Comercio a la por mayor, I+D y Saneamiento de mercado.*

Gráfico II.10. Contribución del capital TIC menos contribución del capital no TIC (1996-07)



El valor representado es la media de los valores anuales en puntos porcentuales del periodo 1996-2007 que se obtienen como la diferencia entre la variación del índice de los servicios del capital TIC menos la variación del índice de los servicios del capital no TIC multiplicado por el peso medio de la renta del factor capital total en el valor del producto por ramas y para cada año. Un valor positivo significa que la contribución del capital TIC al crecimiento del producto de la rama supera la contribución del capital no TIC en esa magnitud. Los índices de capital TIC se calculan a partir de deflatores propios o precios no hedónicos. Fuente: elaboración propia

Gráfico II.11. Evolución de la contribución del capital TIC menos contribución del capital no TIC



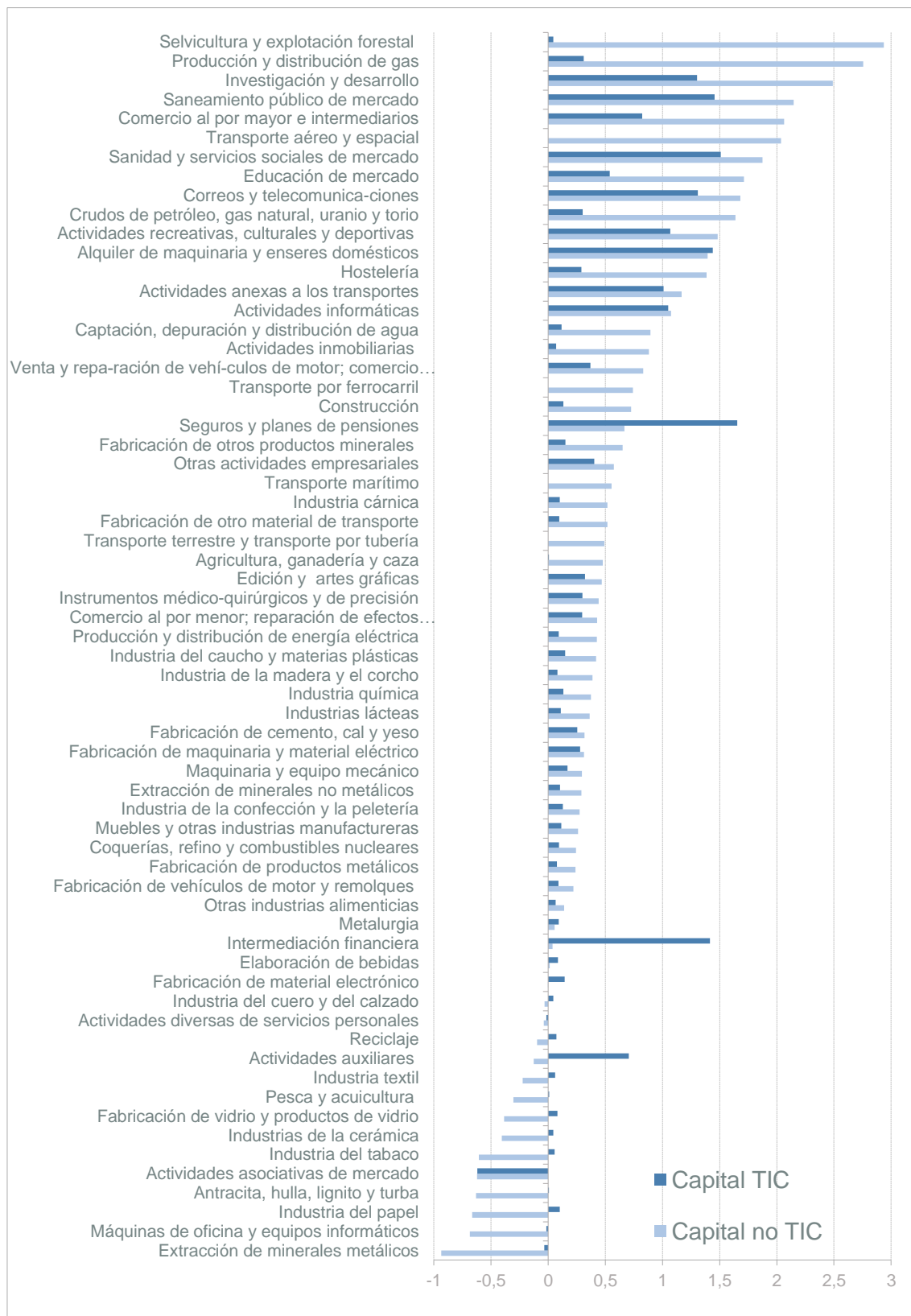
Media anual para cada uno de los periodos de la diferencia entre la variación del índice de los servicios del capital TIC menos la variación del índice de los servicios del capital no TIC multiplicado por el peso medio de la renta del factor capital total en el valor del producto por ramas y para cada año, todo ello multiplicado por cien. Un valor positivo significa que la contribución del capital TIC al crecimiento del producto de la rama supera la contribución del capital no TIC en esa magnitud en p.p. Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, y a modo de recapitulación, no se puede decir que en España se haya producido de manera general un crecimiento claro de las contribuciones del capital TIC en detrimento de las del capital no TIC. Aunque si es cierto que al final del periodo en las rama productora TIC, *Maquinaria de oficina y equipo informático* y en algunas ramas de servicios usuarias de TIC los datos apuntan en esta dirección, en el resto de las ramas no se está produciendo esa sustitución entre el crecimiento derivado del capital tradicional por el del capital tecnológico, lo que constituye una diferencia notable con respecto no sólo a EEUU sino a los países de la UE. En EEUU, el capital TIC durante el periodo 1995-2000 contribuyó de media 0,87 puntos porcentuales cada año, de un total de 1,71p.p. de la contribución total de los servicios del capital, lo que equivale al 51% de la contribución del capital total (Colecchia y Schreyer, 2002). En la UE y para el mismo periodo, la contribución del capital TIC en Francia supone el 35% de la contribución del capital total y en el Alemania, dicho valor se sitúa en el 27% (Colecchia et al. 2002).

Ahora bien, es necesario completar la visión anterior para ver si los valores negativos o mínimos observados en el gráfico anterior se deben a un crecimiento mínimo de la contribución del capital TIC o sencillamente a valores elevados de la contribución no TIC que cancelen los de las contribuciones del capital TIC. El Gráfico II.12 presenta el ranking de las contribuciones del capital no TIC por cada rama junto con el valor correspondiente de la contribución del capital TIC.

Del mismo, se desprende que en general las contribuciones de ambos tipos de capital conducen a clasificaciones similares, dicho de otro modo, la rama que destaca por una contribución alta por su capital no TIC, también arroja una valor relativamente alto en la contribución del su capital TIC. El coeficiente de correlación de Spearman entre la clasificación de la contribución del capital TIC y de la contribución del capital no TIC para cada uno de los periodos, se sitúa en torno al 0.6 de media (0.64, 0,59, y 0,64 para los periodos 1995-2000,2001-2005 y 2006-2007 respectivamente). Hay algunas excepciones importantes: Las ramas de la *hostelería, construcción, producción y distribución de gas, crudos de petróleo y silvicultura* presentan valores muy bajos en las contribuciones del capital TIC frente a los valores de las contribuciones del resto del su capital. El caso contrario, lo protagonizan las tres ramas se los servicios *seguros y pensiones, intermediación financiera y actividades auxiliar* es en las que las contribuciones del capital TIC son muy superiores a las no TIC. Estas ramas ocupan posiciones muy distintas cuando se ordenan por las contribuciones de los dos agregados de capital. Por lo tanto se puede concluir que el proceso de renovación del capital tradicional salvo en las ramas de *seguros y pensiones, intermediación financiera y actividades auxiliar* se está produciendo de manera lenta e incluso en algunas ramas es prácticamente inexistente.

Gráfico II.12. Contribuciones medias del capital TIC y del capital no TIC por ramas (1996-2007)



Las ramas se ordenan en orden decreciente con respecto al valor de la contribución media del capital no TIC. La contribución del capital TIC se calcula como la media de los valores anuales que se obtienen como la variación del índice de servicios del capital TIC ponderada por el peso medio de la renta del capital en el valor del producto para cada rama y año utilizando deflatores TIC propios o no hedónicos. La contribución media del capital no TIC se calcula como la variación del índice Törnqvist de los servicios del capital no TIC ponderado por el peso medio de la renta del factor capital en el valor del producto por ramas y para cada año. Fuente:elaboración propia.

9.2.1.2. Contribuciones medias del capital TIC 1996-2007

Del Gráfico II.14, en el que se representa la clasificación de las ramas por el valor de la contribución del capital TIC, se puede destacar, el liderazgo de prácticamente la totalidad de las ramas de los servicios, a excepción de las ramas de transportes cuya contribución es nula (sus activos TIC son nulos para cada uno de los años) y de la rama de *Actividades asociativas de mercado*. Además, los valores medios de las ramas de los servicios están, en general, muy por encima de los valores de las ramas de la industria, entre 0.8 y 1.8 p.p. en las ramas de los servicios frente a valores por debajo de 0.5 p.p. en las ramas de la industria. Las ramas que alcanzan mayores contribuciones del capital TIC son las ramas de servicios más expuestas a la competencia (*Seguros y planes de pensiones, Intermediación financiera, Correos y telecomunicaciones y Otras actividades empresariales*) así como, los servicios a la comunidad (*educación, saneamiento y sanidad*). La práctica totalidad de la industria presenta una contribución del capital TIC positiva pero inferior a 0.3 p.p. Las ramas de producción del *gas y de los crudos de petróleo* presentan contribuciones superiores al resto de las ramas de la minería y de la energía. Hay que destacar las ramas de *Actividades auxiliares e Intermediación financiera* en las que las contribuciones del capital TIC son superiores o muy similares a las del capital total. Las ramas de la *Industria textil*, de la cerámica, del vidrio, del tabaco y del papel muestran contribuciones positivas aunque muy débiles, frente a contribuciones negativas del capital sin incluir capital TIC.

La comparación de las contribuciones del capital TIC a lo largo de los tres periodos (Gráfico II.13, Gráfico II.16 y Gráfico II.15), permite identificar patrones distintos entre el sector primario, energético e industrial, por un lado, y el del conjunto de los servicios por otro.

En las ramas del sector primario, de la energía (salvo extracción de minerales no metálicos) y de la industria (sin incluir reciclaje y construcción), las contribuciones medias del periodo 1996-2000, son en todas las ramas, superiores a las que se registran en los periodos 2001-2005 y 2006-07. Por el contrario, las contribuciones del capital TIC en las ramas de los servicios y de la construcción y reciclaje suelen ser mayores en el primer y último periodo. Con respecto a la correlación en la clasificación hay que destacar que los coeficientes de Spearman de las contribuciones del capital TIC (0,43 entre 1996-2000 y 2001-2005 y 0.58 entre 2001- 2005 y 2006-2007) son mayores que los coeficientes que se obtienen cuando se aplican a los otros factores productivos. En el anexo AII.2 y AII.3 se incluyen los gráficos de dispersión de la contribución del capital TIC en las ramas por pares de subperiodos.

Gráfico II.14. Contribución del capital TIC (1996-2007)

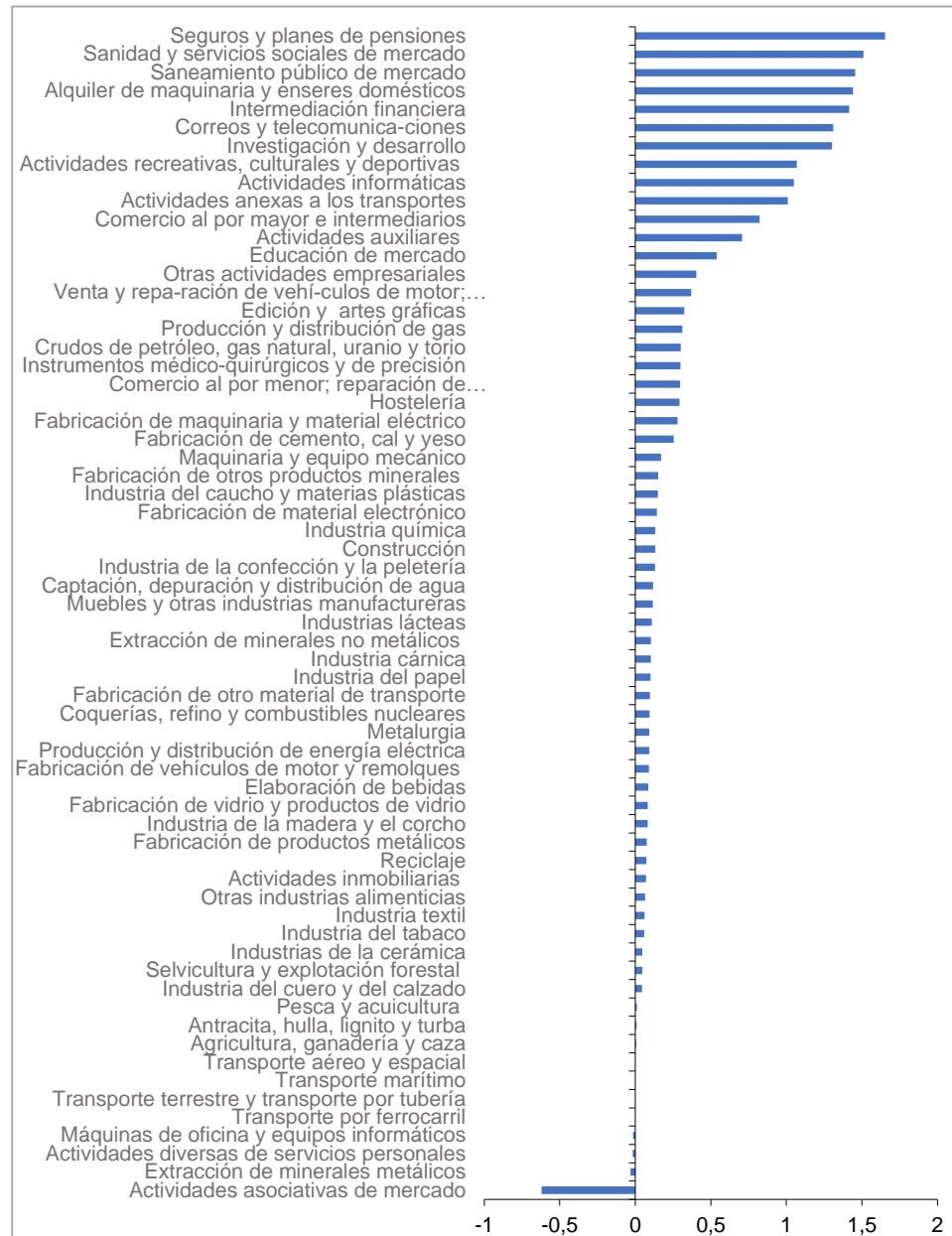
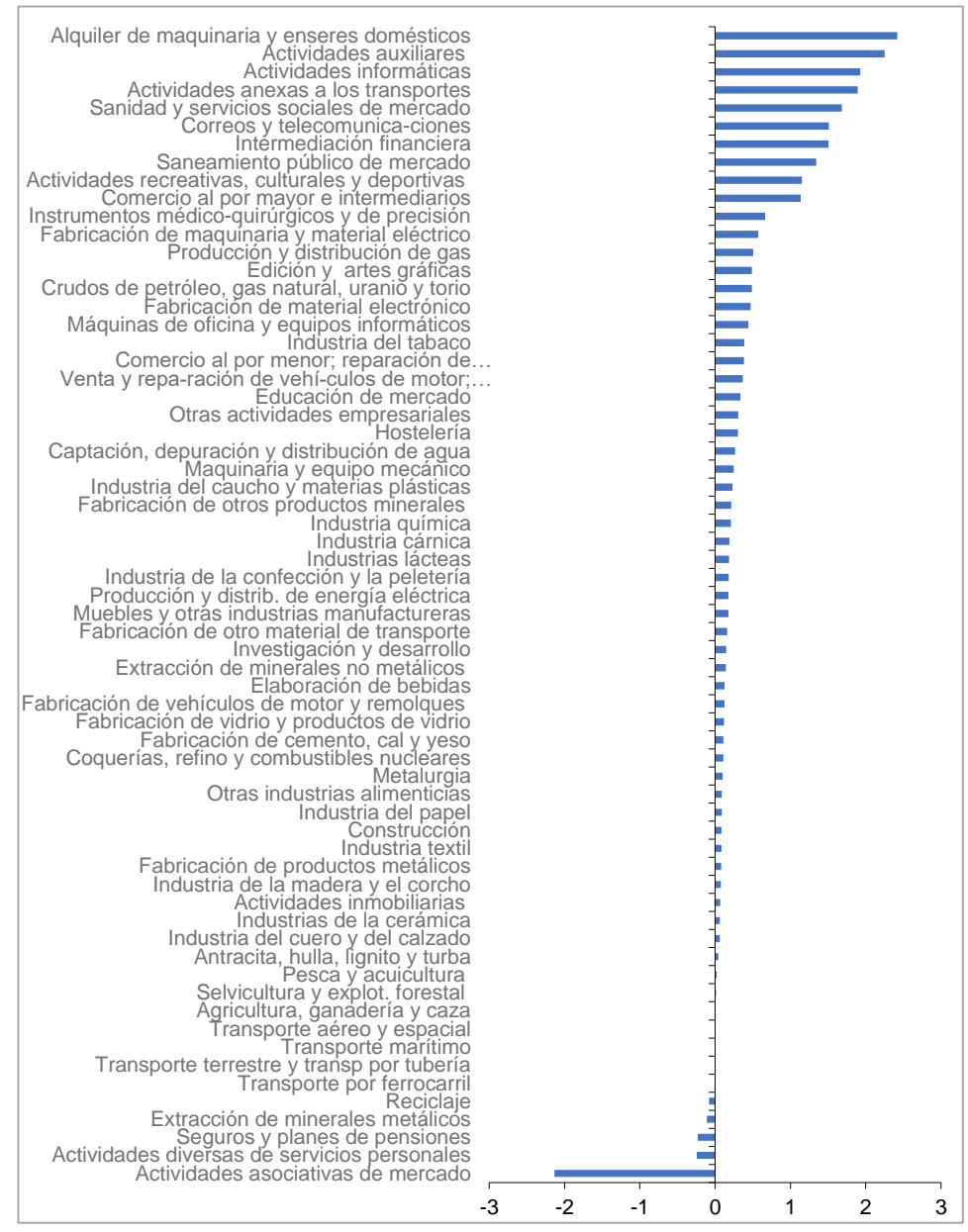


Gráfico II.13. Contribución del capital TIC (1996-2000)



La contribución del capital TIC por ramas se calcula como la diferencia logaritmica del índice de los servicios del capital agregado TIC (hardware, software y comunicaciones) ponderada por el valor del peso medio de la renta del capital total en el valor de la producción multiplicada por 100. El valor indica en cuanto puntos porcentuales contribuye al año de media el capital TIC de cada rama al crecimiento de su producto.

Gráfico II.16. Contribución del capital TIC (2001-2005)

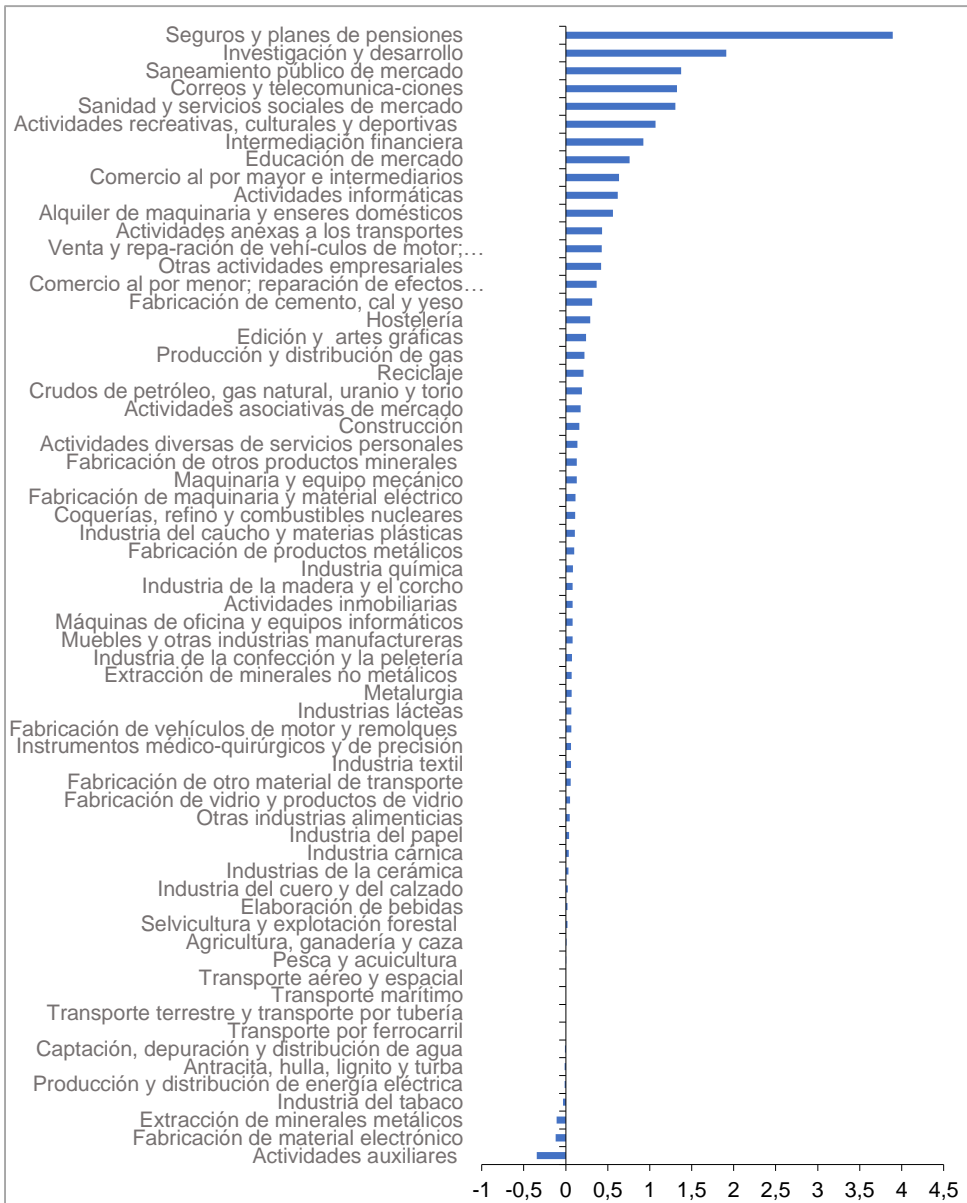
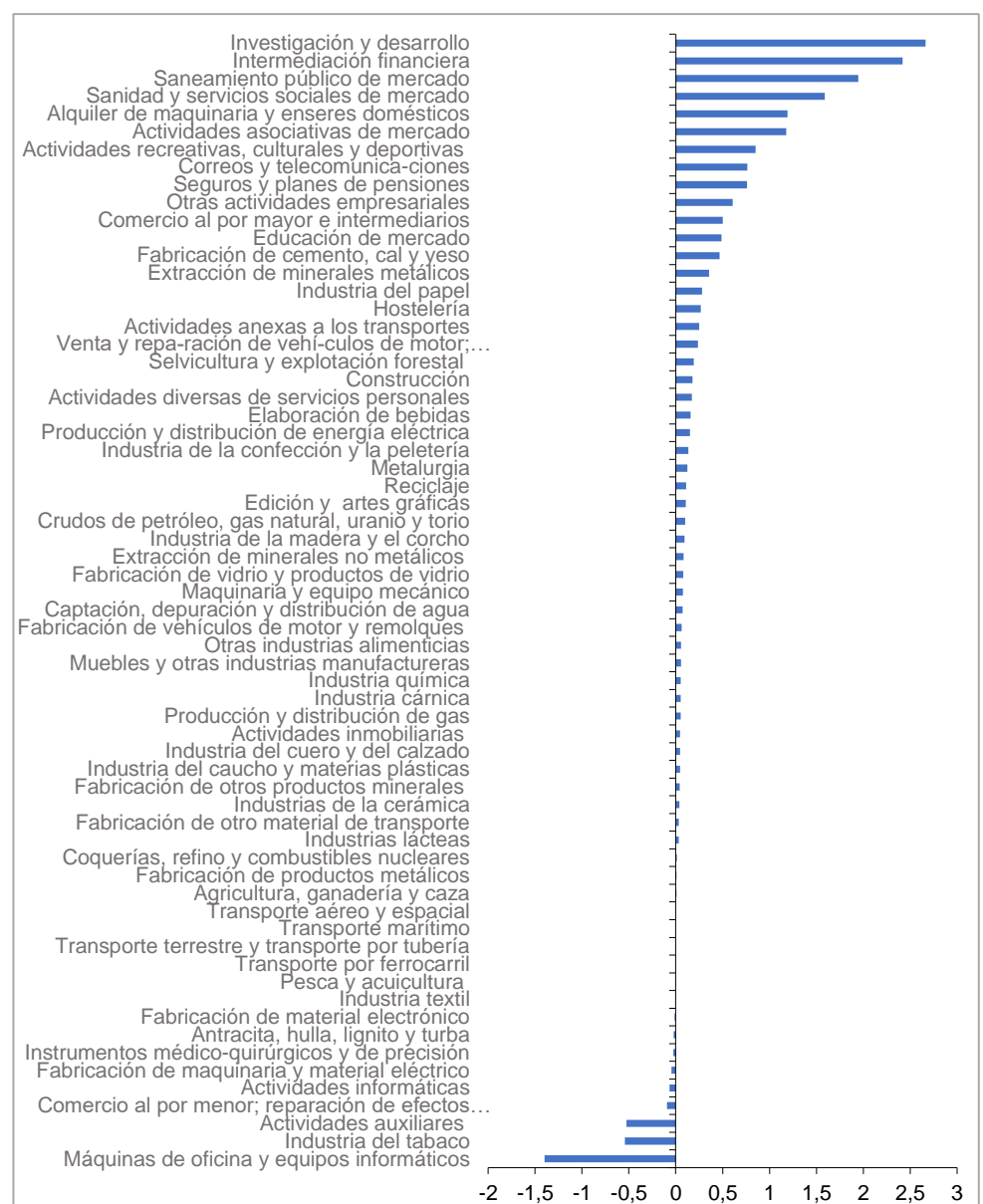


Gráfico II.15. Contribución del capital TIC (2006-2007)



La contribución del capital TIC por ramas se calcula como la diferencia logarítmica del índice de los servicios del capital agregado TIC (hardware, software y comunicaciones) ponderada por el valor del peso medio de la renta del capital total en el valor de la producción multiplicada por 100. El valor indica en cuanto puntos porcentuales contribuye al año de media el capital TIC de cada rama al crecimiento de su producto.

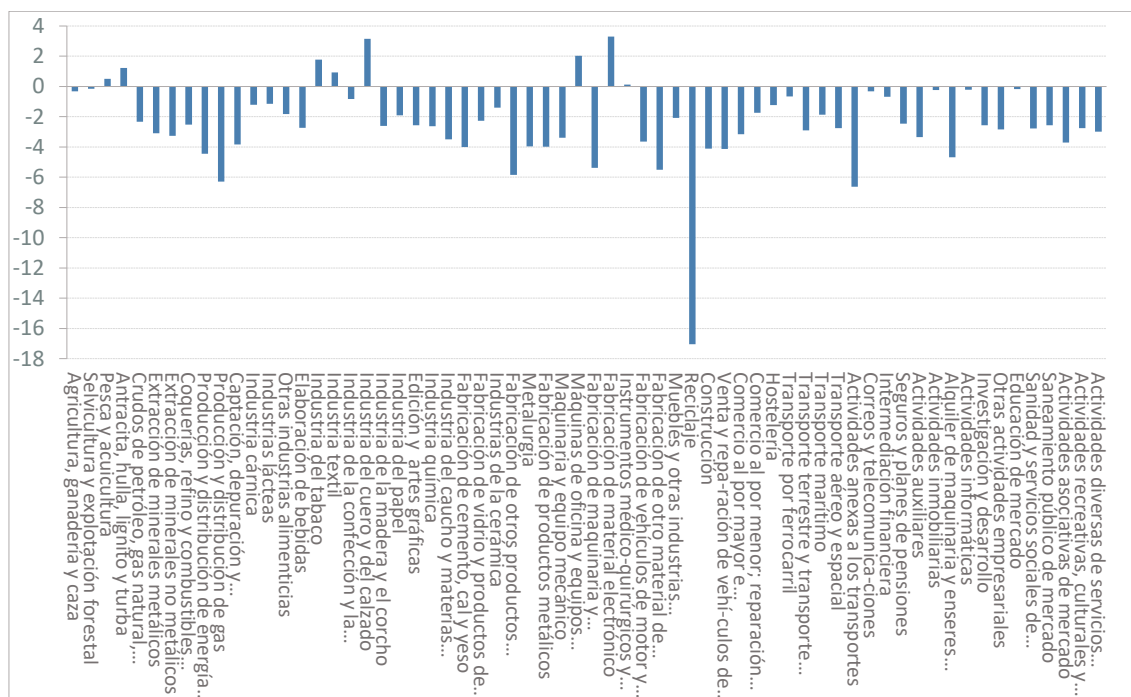
9.2.2. Contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento por ramas

Se abordan varios aspectos del estudio de las contribuciones de los consumos intermedios TIC al crecimiento del producto de las ramas de actividad. En primer lugar, se investiga si las ramas han sustituido sus consumos intermedios por consumos intermedios tecnológicos, en segundo lugar se identifican las ramas en las que las TIC contribuyen al crecimiento del producto y por último, se mide la sensibilidad de los valores de las contribuciones de los CI TIC al uso de índices de precios de las TIC hedónicos “IVIE”.

9.2.2.1. Relación CI TIC y CI no TIC, calculados con deflatores TIC propios

Por analogía con el capital TIC, es interesante estudiar si se ha producido un desplazamiento de las fuentes de crecimiento vinculadas a los consumos intermedios, desde una menor contribución de los CI tradicionales hacia un peso creciente de las contribuciones de los CI tecnológicos. En el Gráfico II.17 se representa en columnas la diferencia entre la contribución de los consumos intermedios TIC y los no TIC. Se toman valores medios para el conjunto de todo el periodo. Un valor negativo indica que la contribución de los CI no TIC es superior a la de los CI TIC.

Gráfico II.17. Contribución CI TIC menos contribución CI no TIC (1996-2007)



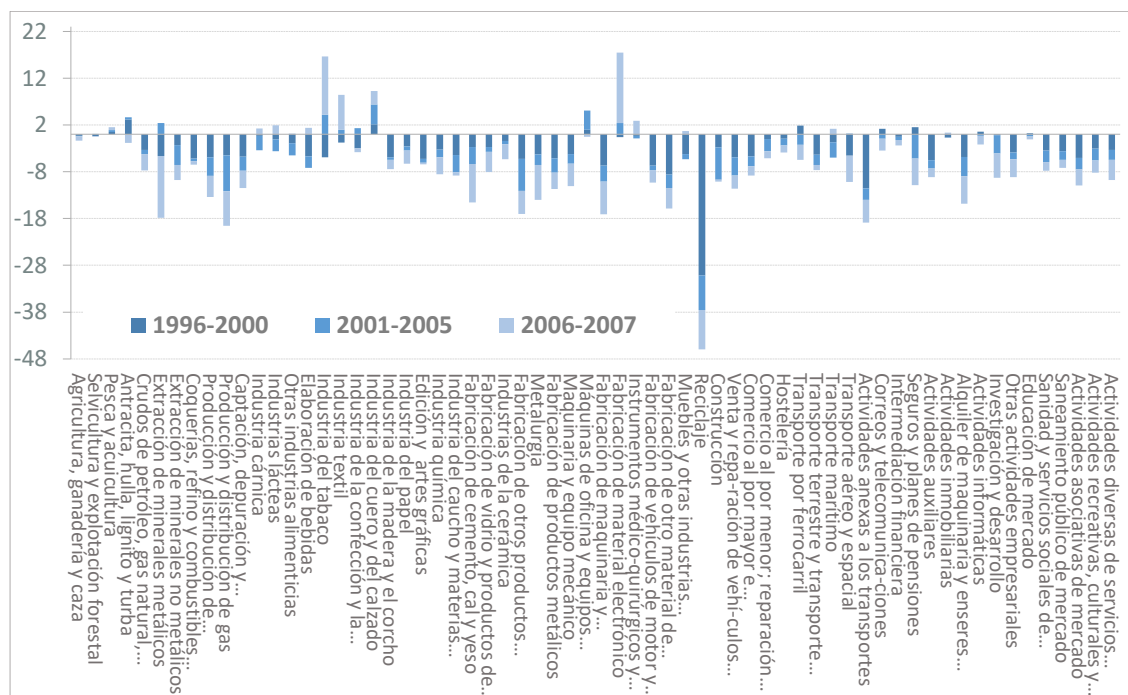
Valor medio de la diferencia entre la contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento y la contribución de los consumos intermedios no TIC para cada rama y año. La contribución de los consumos intermedios se calcula como la variación del índice Törnqvist de consumos intermedios TIC ponderada por el valor medio de las TIC en el valor total del producto. El índice Törnqvist de consumos intermedios se construye a partir de deflatores propios o no hedónicos. La contribución del índice de capital no TIC es igual a la variación del índice Törnqvist de consumos intermedios no TIC ponderada por el peso del valor de los consumos intermedios no TIC en el valor del producto de cada rama y año.

Fuente: elaboración propia.

Los valores medios de la diferencia entre las contribuciones de los CI TIC y de los CI no TIC muestran en prácticamente todas las ramas de actividad, valores negativos que ponen de manifiesto que la contribución de CI “tradicionales” sigue siendo la principal fuente de crecimiento del producto. Las únicas ramas con diferencias positivas (en torno a 2 p.p.) son las ramas de la *Industria del cuero y del calzado*, *Fabricación de material electrónico*, *Máquinas de oficina y equipos informáticos* y la *Industria del tabaco*. En las ramas de la *antracita*, del *textil* y de la *pesca* la diferencia es positiva aunque por debajo de 0.8 p.p.

En el Gráfico II.18 se representa para cada una de las ramas la evolución del peso de las contribuciones de los CI TIC con respecto a los CI no TIC a lo largo de los tres sub-periodos. Del mismo, se desprende que los mayores valores negativos se alcanzan durante los años 1996-2000 (aunque para el caso de la rama *Metalurgia y Extracción de minerales metálicos* se alcanzan en el periodo 2006-07) mientras que las ramas con valores positivos (*Máquina de oficina y Equipo informático*) registran valores mayores en el último periodo (2006-07).

Gráfico II.18. Evolución de la contribución TIC menos la contribución no TIC (1996-2007)



Valor medio de la diferencia entre la contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento y la contribución de los consumos intermedios no TIC para cada rama y año. La contribución de los consumos intermedios se calcula como la variación del índice Törnqvist de consumos intermedios TIC ponderada por el valor medio de las TIC en el valor total del producto. El índice Törnqvist de consumos intermedios se construye a partir de deflatores propios o no hedónicos. La contribución del índice de capital no TIC es igual a la variación del índice Törnqvist de consumos intermedios no TIC ponderada por el peso del valor de los consumos intermedios no TIC en el valor del producto de cada rama y año. Fuente: elaboración propia.

9.2.2.2. Contribuciones CI TIC con deflatores TIC “propios”

La contribución media de los consumos intermedios TIC para el periodo 1996-2007 (Gráfico II.20) destaca por la debilidad de sus valores, para todas las ramas (salvo en cuatro de ellas). En 56 ramas la contribución de los consumos intermedios TIC se sitúa entre 0.5 y -0.05 p.p. Las cuatro ramas productoras de TIC con valores positivos son las de *Fabricación de material electrónico, Actividades informáticas, Correos y telecomunicaciones e Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión* que presentan contribuciones positivas entre de 2 y 4 pp. Por el contrario, las ramas *Máquinas de oficinas y equipos informáticos* presentan una contribución negativa de cerca de 1.5 p.p. A pesar de que este valor se minoraría cuando se aplican los deflatores del IVIE para generar los índices de CI TIC, la contribución de los CI TIC mantiene su signo negativo, lo que resulta paradójico puesto que esta rama consume de forma intensiva bienes y servicios intermedios TIC a lo largo del periodo, con máximo en términos de proporción con respecto al total de CI en los años 2004-2005. Hay que mencionar que a lo largo de los tres periodos se producen cambios, sobre todo, en los valores que se encuentran en los extremos de la clasificación ya que el grueso de las ramas mantiene valores cercanos a

ceros. En el anexo AII.4 y AII.5 se incluyen los gráficos de dispersión de las contribuciones de los CI TIC de las ramas entre pares de subperiodos.

i. Periodo 1996-2000

En general, en este periodo (Gráfico II.19) se observan, otra vez, valores débiles de las contribuciones de los CI TIC. Los valores de las contribuciones de los CI TIC deflatores propios superan los 0.05 p.p, en tan sólo 23 ramas de actividad de las cuales 18 superan 0.1 p.p y sólo 7 ramas (*otras Actividades empresariales, Actividades asociativas de mercado, Instrumentos médico-quirúrgico, Fabricación material electrónico, Actividades informáticas, Máquinas de oficina y equipo informáticos y Correos y telecomunicación*) superan el valor de 1 p.p. Entre estas, hay que destacar que en las cuatro ramas entre cuya producción se encuentran la de los bienes y servicios TIC de la economía española, las contribuciones de los CI TIC son superiores a 4 p.p.

ii. Periodo 2001-2005

Durante el segundo sub-periodo 2001-2005 (Gráfico II.22), las contribuciones medias de los CI TIC disminuyen en la totalidad de las ramas. Así, únicamente 13 ramas están por encima de 0.1 pp y ninguna supera el techo de 1.5 p.p. Además, hay que mencionar que en la rama de *Máquinas de oficinas y equipos informáticos* el valor de su contribución CI TIC cae hasta -3.5 p.p.

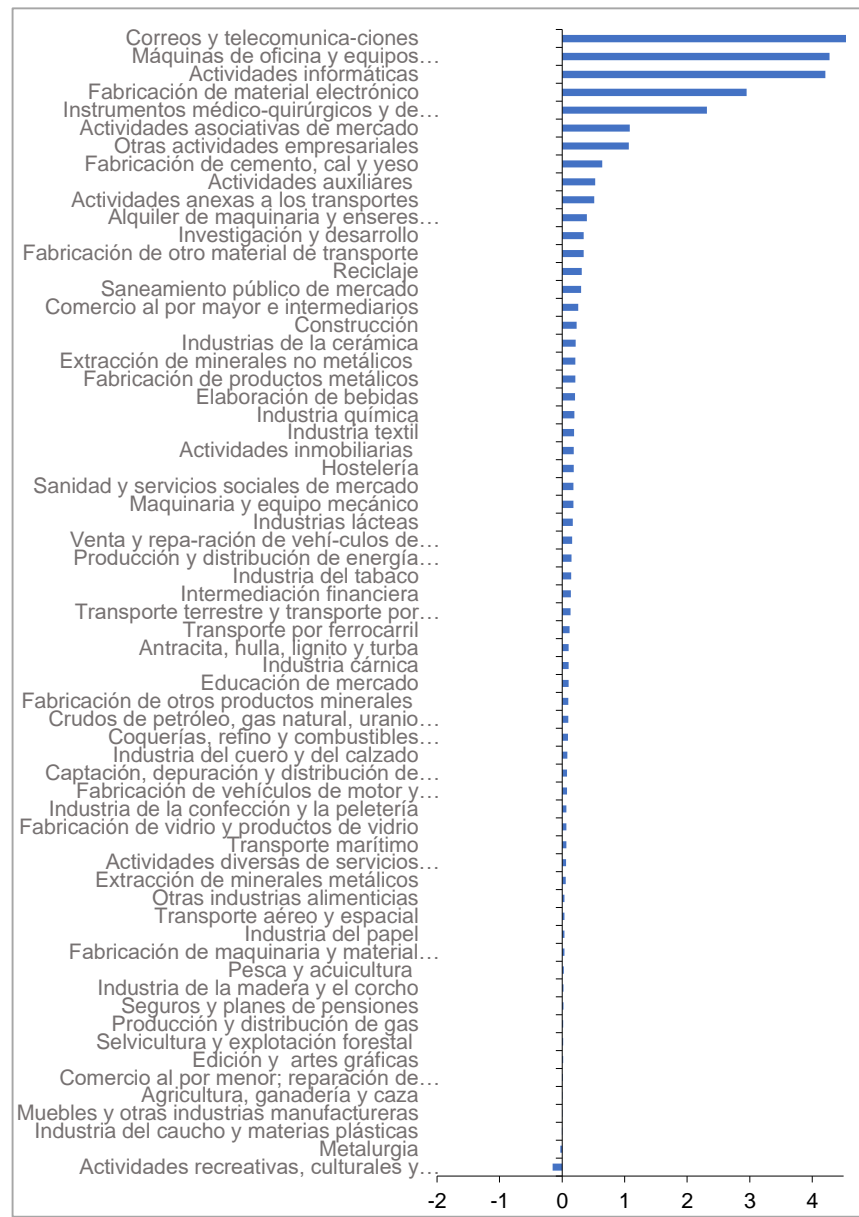
iii. Periodo 2006-2007

En el último sub-periodo (Gráfico II.21), se amplía la diferencia entre aquellas ramas en las que la contribución de los CI TIC es insignificante y aquellas en las que tanto las contribuciones positivas como negativas son relevantes. Dicho de otro modo, en aquellas ramas en las que los CI TIC tienen una contribución positiva o negativa, ésta es en valor absoluto cada vez mayor. Destaca el crecimiento de la contribución CI TIC de hasta casi 15 p.p. en las ramas del *material electrónico*, y de entre 2.5 y 5 p.p. en las ramas de los *instrumentos médico-quirúrgico, las actividades informáticas, la fabricación de otro material de transporte*. Con valores negativos hay que señalar la contribución inferior a -12.5 p.p. de las ramas de *Máquinas de oficina*, y de -1.4 p.p. de la rama *Correos y telecomunicaciones*.

Gráfico II.20. Contribución de los consumos intermedios TIC (1996-2007)



Gráfico II.19. Contribución de los consumos intermedios TIC (1996-2000)



La contribución de los consumos intermedios TIC por ramas se calcula como la diferencia logarítmica del índice Törnqvist de los bienes y servicios TIC ponderada por la media de dos años del peso del valor de los CI TIC en el valor de la producción multiplicada por 100. El valor indica en cuanto puntos porcentuales contribuye al año de media los CI TIC de cada rama al crecimiento de su producto. Para la construcción del índice Törnqvist de CI TIC se utilizan de factores propios no hedónicos. Fuente: elaboración propia.

Gráfico II.22. Contribución de los consumos intermedios TIC (2001-2005)

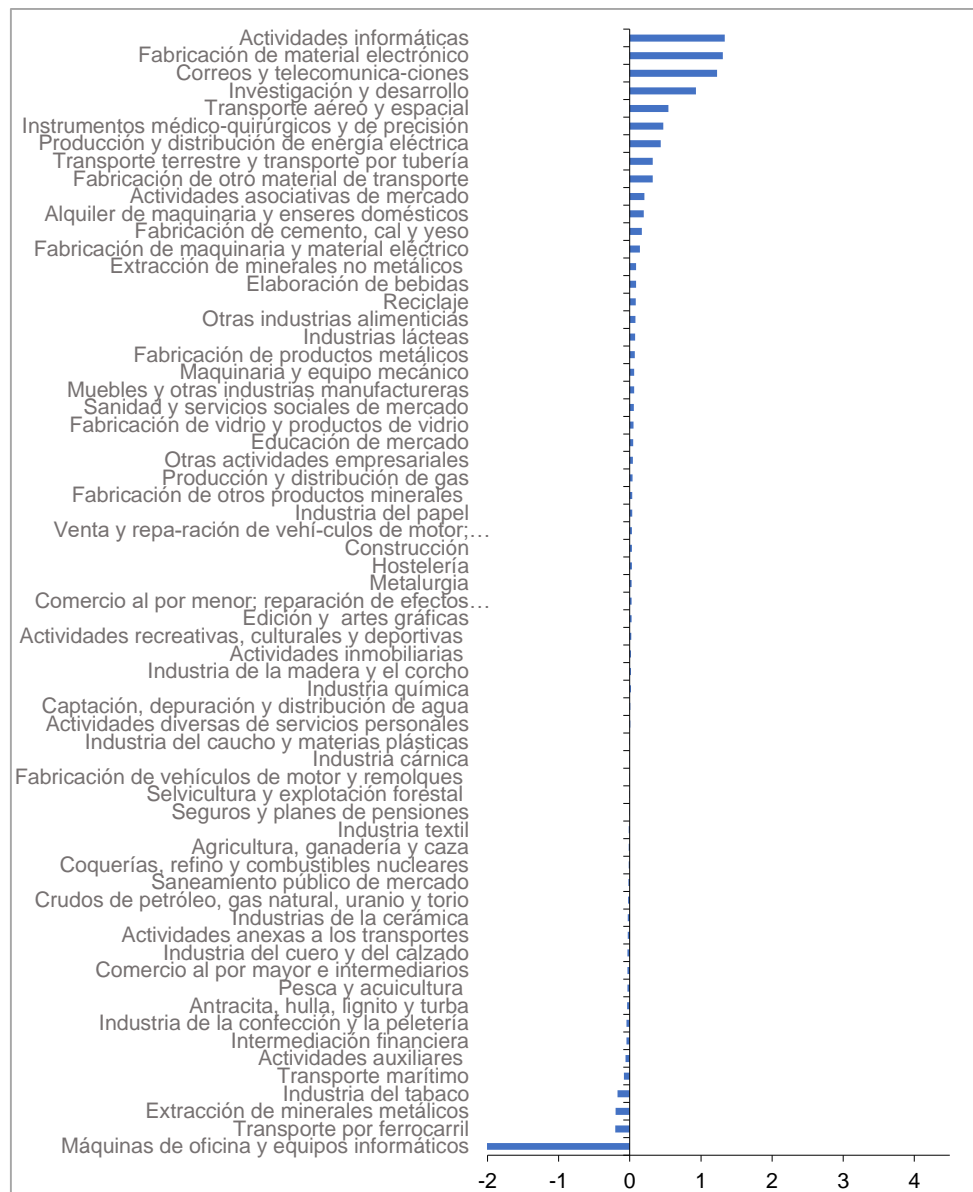
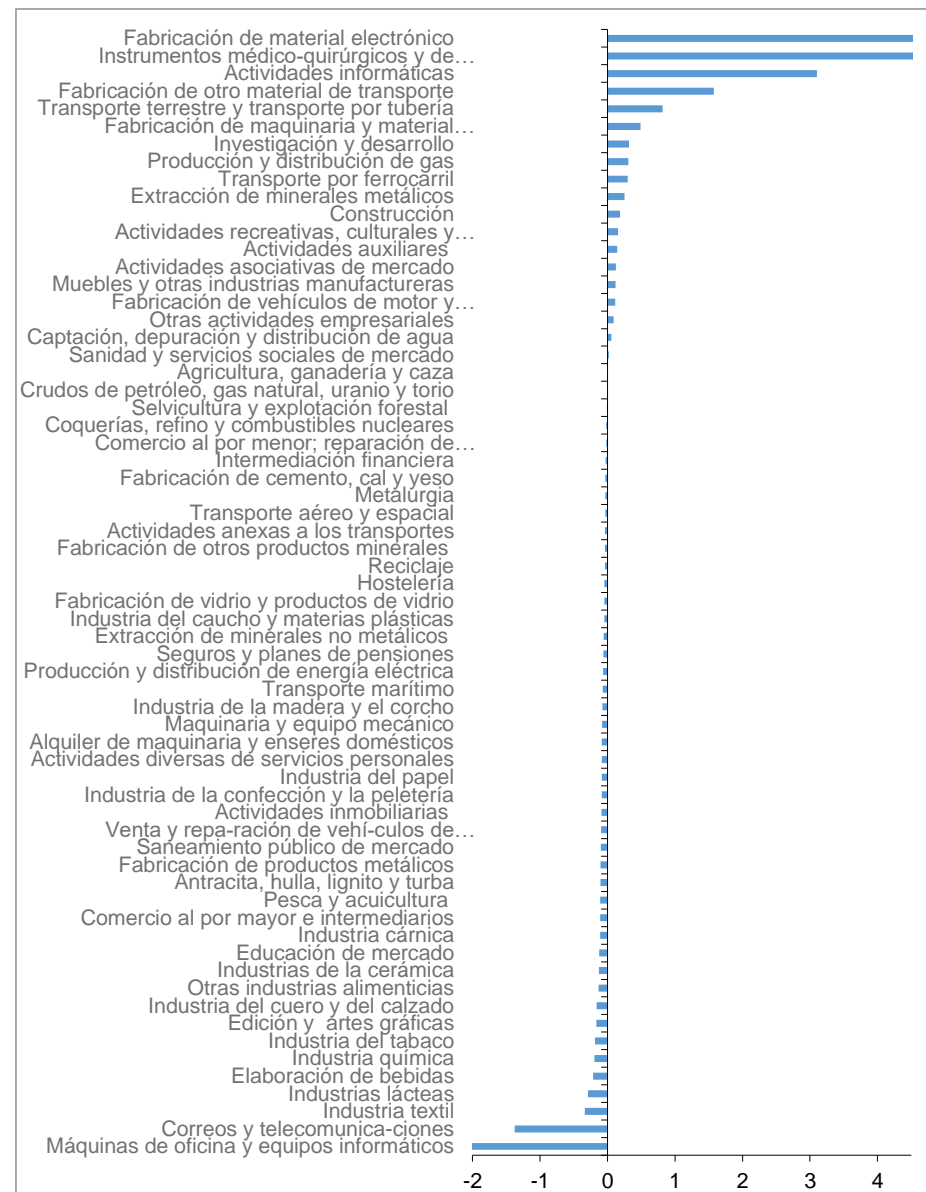


Gráfico II.21. Contribución de los consumos intermedios TIC (2006-2007)



La contribución de los consumos intermedios TIC por ramas se calcula como la diferencia logarítmica del índice Törnqvist de los bienes y servicios TIC ponderada por la media de dos años del peso del valor de los CI TIC en el valor de la producción multiplicada por 100. El valor indica en cuanto puntos porcentuales contribuye al año de media los CI TIC de cada rama al crecimiento de su producto. Para la construcción del índice Törnqvist de CI TIC se utilizan defactores propios no hedónicos. Fuente: elaboración propia

9.2.2.3. Contribuciones CI TIC con deflatores “IVIE”

Cuando se calculan las contribuciones de los CI TIC a partir de los índices Törnqvist de consumos intermedios TIC que se derivan de la aplicación de los deflatores de los productos y servicios TIC del IVIE que pueden considerarse hedónicos²¹, se observa que las contribuciones, en todas las ramas son superiores a las obtenidas cuando se aplican los deflatores propios TIC. Este resultado refleja el hecho de que los deflatores IVIE de las TIC siguen una trayectoria descendente desde el principio del periodo considerado (frente a una estabilización o incluso incremento de los deflatores propios), por lo que el volumen de CI TIC en euros constantes IVIE es siempre y de manera creciente superior al índice resultante de aplicar los propios. También es cierto y por coherencia, que los valores de los cambios en la índices producción se calculan a partir de índices de producción que se han vuelto a calcular utilizando los deflatores del IVIE para deflatar los bienes y servicios TIC producidos por cada rama de acuerdo a la tabla de origen.

La diferencia entre unas contribuciones y otras, (contribución CI TIC IVIE menos contribución CI TIC propios) es siempre positiva, pero en general pequeña (inferior a .05 p.p.). Sin embargo, para unas pocas ramas, esta diferencia es relevante en los tres periodos considerados. En el Gráfico II.25, Gráfico II.24 y Gráfico II.23, se reproducen para cada uno de los periodos las contribuciones de los consumos intermedios TIC que se obtienen cuando se usan deflatores hedónicos IVIE y deflatores tradicionales así como la diferencia entre las mismas para aquellas ramas en las que esta diferencia relevante.

Las ramas en las que esta diferencia es mayor son *Maquinaria de oficina y equipo informático* (6 p.p en 2006-07), *Correo y telecomunicaciones* (cerca de 2 p.p en mismo periodo), *Actividades informáticas* (cerca de 1p.p en mismo periodo) y *Fabricación de instrumentos médico-quirúrgicos*. Además, y de manera general, las diferencias entre los valores se van ampliando a lo largo de los tres periodos. El resto de las ramas en las que las diferencias son mayores a 0.2 pp son en su práctica totalidad las ramas productoras de servicios a las que hay que añadir las ramas de servicio usuarias de CI TIC (*actividades empresariales, asociativas de mercado, I+D, intermediación financiera, actividades auxiliares, alquiler maquinaria y enseres, transporte aéreo* en 2006-07). De las ramas de la industria y de la energía, sólo en las ramas *de fabricación de cemento, cal y yeso, producción y distribución de energía eléctrica, antracita y hulla* las diferencias en las contribuciones derivadas del uso de distintos deflatores son superiores a 0.2p.p.

Se puede concluir, que cuanto mayor es la diferencia entre los deflatores aplicados, así como, el peso de los consumos intermedios TIC en el total de CI por ramas, mayor será la diferencia de los valores de las contribuciones.

²¹ Frente a los deflatores bautizados “propios” utilizados previamente y que han sido estimados a partir de índices de precios no hedónicos, los deflatores TIC que se denominan “IVIE” se derivan de las series del capital para los activos software, hardware y servicios de comunicaciones que este instituto publica en euros nominales y en euros reales. La metodología para la elaboración de estos índices conduce a deflatores hedónicos para los activos software y hardware y a deflatores no hedónicos para los servicios de comunicaciones. A pesar de ello, a lo largo de esta tesis se denominaran indistintamente estos deflatores por hedónicos o deflatores IVIE. Para más detalle en la construcción de estos deflatores ver el epígrafe 8.5.

Gráfico II.25. Contribución CI TIC y deflatores TIC 1996-2000



Gráfico II.24. Contribución CI TIC y deflatores TIC 2001-2005



Gráfico II.23. Contribución CI TIC y deflatores TIC 2006-2007



Las contribuciones de los consumos intermedios TIC con deflatores TIC IVIE, se calculan aplicando los deflatores hedónicos a las TIC, como activo de capital, como producto y como consumo intermedio. Las contribuciones de los consumos intermedios TIC con deflatores propios se calculan aplicando deflatores no hedónicos a TIC como producto y como consumo intermedio.

Fuente: elaboración propia

A modo de conclusión, con respecto a la contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento del producto por ramas, no se puede hablar de un proceso generalizado de sustitución de bienes y servicios intermedios tradicionales por otros con mayor contenido tecnológico. En general y como cabía esperar, en las ramas en las que los CI TIC tienen mayor peso, la contribución al crecimiento del CI TIC es importante, pero paradójicamente, esto no siempre se produce, como es el caso de la rama Máquinas de oficina y equipos informáticos o de la intermediación financiera. Además, en alguna rama (Industria Textil Industria del calzado, Industria del tabaco) con una proporción menor de CI TIC (con respecto al total de los CI) el CI TIC contribuye en mayor medida al crecimiento que el CI no TIC, lo que se debe explicar por efectos que desborda el marco de la contabilidad del crecimiento. Por último, se debe de mencionar que el uso de deflatores que captan en mayor medida el descenso de los precios TIC, incrementa en general el efecto de las contribuciones de los CI TIC al producto, pero no introduce cambios en las conclusiones principales. Cuando se comparan las contribuciones de los bienes y servicios intermedios tecnológicos frente a la de los activos de capital tecnológico, las magnitudes de las últimas suelen ser superiores a las originadas por los CI TIC. Es interesante conocer si ambos efectos concurren en alguna rama y medir la contribución conjunta de ambos efectos sobre el crecimiento del producto por ramas.

9.2.3. Contribución total de las TIC (capital y consumos intermedios TIC)

Se calcula la contribución total de las TIC en su doble vertiente, es decir, como activo de capital y como bien y servicio intermedio, lo que constituye una aportación a la evidencia empírica sobre los efectos de las TIC por ramas de actividad en la economía española. A partir de la suma de la contribución de capital TIC y de la contribución de los CI TIC, por ramas y años, se calculan datos medios de todo el periodo (1996-2007) y de los tres sub periodos considerados.

i. Contribución media de las TIC (1996-2007)

En el gráfico Gráfico II.27 se observa que la contribución media anual TIC al crecimiento de la producción por ramas es, en general, no sólo positiva, sino que además, para una decena de ramas, se sitúa entre 1 p.p. y algo más de 4 p.p. A lo largo de los tres subperiodos, se observa que éstas pierden fuerza durante los años 2001-2005 para, a continuación durante los años 2006-07, volver a avanzar aunque sin alcanzar los niveles del primer subperiodo (1996-2000).

Cuando se calculan las contribuciones del total de las TIC con deflatores IVIE (en los CI y en el capital) se obtienen unos valores mayores, aunque las posiciones relativas por ramas son muy similares. La única excepción, aunque muy significativa, es la contribución de las TIC en la rama de *correos y telecomunicaciones* en el periodo 2006-07 cuyo valor se acerca a 1 p.p. con deflatores IVIE frente a un valor negativo de cerca de medio punto con deflatores propios.

ii. Contribuciones TIC total por sub periodos

Durante el periodo 1996-2000 la contribución de los bienes y servicios TIC total es positiva en prácticamente la totalidad de las ramas tal como se desprende del Gráfico II.26., únicamente, cuatro ramas presentan valores negativos aunque muy próximos a cero, a excepción de las ramas de las actividades asociativas en cuyo caso dicha contribución resta algo más de 2 p.p. al crecimiento del producto de la rama. Con signo positivo, destacan las elevadas contribuciones de las TIC (superiores a 4.5 p.p.) en las ramas de *Correos y Telecomunicaciones*, *Actividades informáticas*, y *Máquinas de oficinas y equipos informáticos*. Con un contribución entre 2 y 4 p.p. les siguen las ramas

Fabricación de material electrónico, Fabricación de instrumentos médico-quirúrgicos, Alquiler de maquinaria y enseres domésticos y Actividades auxiliares. Durante este primer subperiodo un conjunto de servicios muestran una contribución inferior a 2 p.p. aunque superior a 1 p.p. Esto sucede en las ramas de *Sanidad y servicios de mercado, Intermediación financiera, Saneamiento público de mercado, Comercio al por mayor, Otras actividades empresariales* y la de *Actividades recreativas y culturales.*

El periodo 2001-2005 representado en el Gráfico II.29 se caracteriza por un descenso generalizado de las contribuciones por ramas de las TIC al crecimiento del producto y en general, por una cierta estabilidad con respecto a las posiciones en la clasificación de las distintas ramas con respecto a los resultados obtenidos en el primer periodo. Hay que destacar que las mayores contribuciones (3-4p.p.) se producen en las ramas de los *Seguros de planes y pensiones, la rama de I+D* lo que supone un aumento importante con respecto al periodo anterior (desde valores negativos para la rama de los seguros y las pensiones) seguidas por las de *Correos y telecomunicaciones y Actividades informáticas.* También hay que mencionar el valor negativo de casi 3 p.p. de la contribución de la producción de la rama *Máquinas y equipos informáticos.*

Durante el periodo 2006-07 (Gráfico II.28), los valores de las contribuciones TIC se recuperan a lo largo de estos dos años, situándose, sin embargo, por debajo de los valores de las contribuciones del primer periodo. En los anexos AII.6 y AII.7 se incluyen los gráficos de dispersión de la contribución total de las TIC en las ramas entre pares de subperiodos. La rama *Fabricación de material electrónico* acelera su contribución hasta 15 p.p. y la de *Instrumentos médico-quirúrgicos* hasta casi 5 p.p. Por debajo, le siguen 14 ramas con contribuciones superiores a 2 p.p., todas ellas productoras de servicios (salvo *fabricación de otro material de transporte* con una contribución TIC de 1.6p.p. Entre estos servicios se encuentran las *actividades informáticas, la I+D, la intermediación financiera, el saneamiento público de mercado, la sanidad, las actividades asociativas, el alquiler de maquinarias, las actividades recreativas.* En las ramas de *máquinas de oficina y de equipos informáticos* las TIC reducen el producto en casi 15 p.p con deflatores propios (-7.2 p.p cuando se calcula con deflatores TIC IVIE). Como ya se ha comentado arriba, la rama de *correos y telecomunicaciones* muestra una contribución del total de las TIC negativa de algo más de medio punto porcentual cuando se usan deflatores propios (-0.6p.p.) frente a una contribución positiva de casi 1p.p. (+0.89 p.p.) cuando se usan los deflatores IVIE.

Es necesario recordar aquí que para calcular la contribución del capital TIC se utiliza como ponderador el mismo que para el capital total, algo que probablemente tienda a aumentar las contribuciones del capital TIC en detrimento de las contribuciones del capital no TIC. Aun así, el análisis anterior evidencia la relevancia de los efectos conjuntos de las TIC sobre el crecimiento, y su extensión en la mayoría de ramas. En general, la contribución sobre el producto de las TIC, se amplía cuando se incorporan los dos efectos de las TIC, lo que podría reflejar la complementariedad entre activos de capital y consumos intermedios TIC y de la existencia de una condiciones adecuadas para que la inversión TIC se traduzca en crecimiento del producto. Los datos permiten conocer la importancia cuantitativa de los dos efectos de las TIC, tanto del capital como de los consumos intermedios sobre el crecimiento, lo que planea la necesidad de explorar conjuntamente ambos efectos de las TIC para calibrar con mayor precisión el efecto del uso de TIC en el crecimiento del producto.

Gráfico II.27. Contribución total de las TIC (1996-2007)

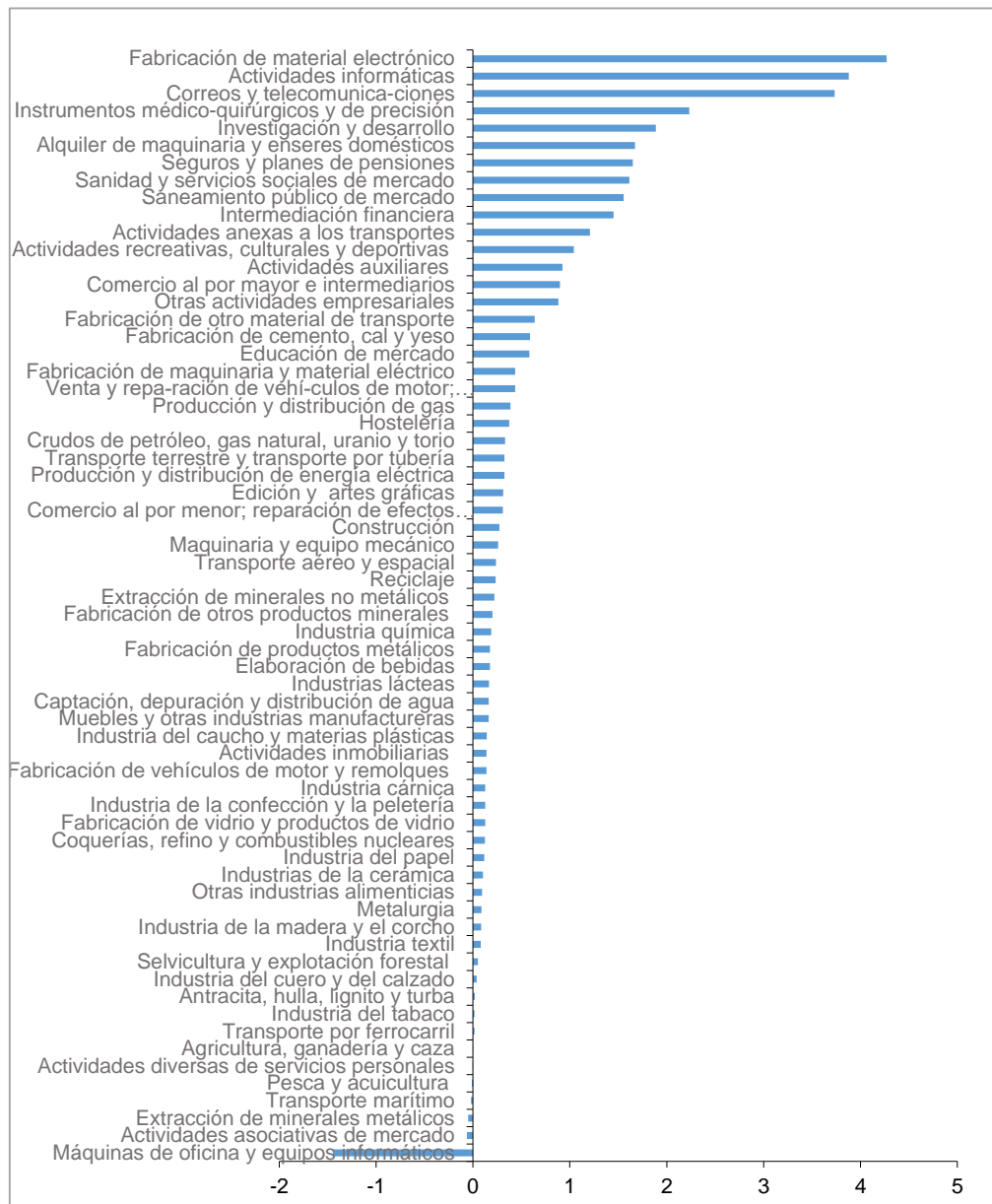
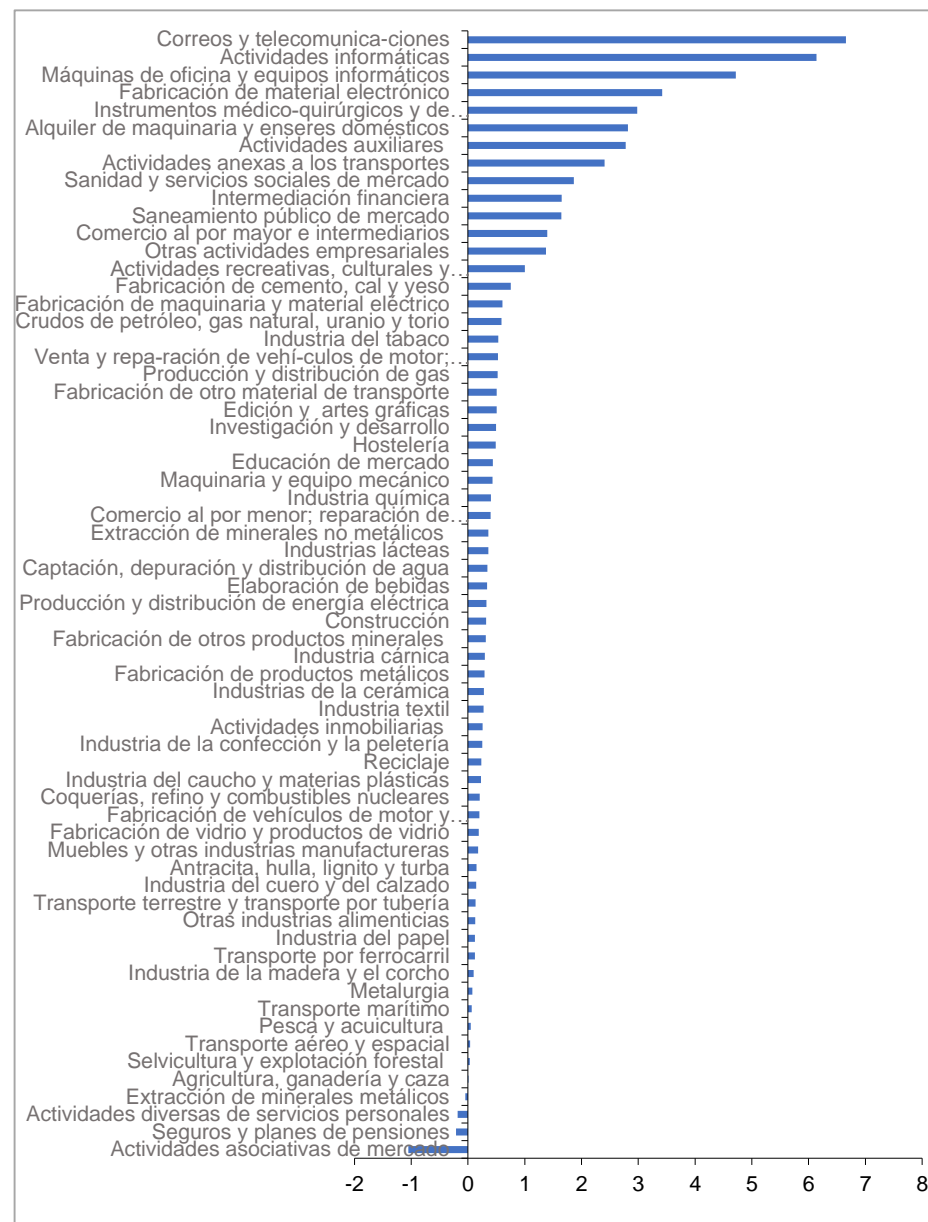


Gráfico II.26. Contribución total de las TIC (1996-2000)



La contribución total de las TIC por ramas se calcula como la suma de la contribución del capital TIC y de la contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento de la producción por ramas. El valor indica en cuantos puntos porcentuales la inversión activos de capital TIC y el consumo intermedio de bienes y servicios TIC de cada rama contribuyen al crecimiento de su producción. Elaboración propia

Gráfico II.29. Contribución total de las TIC (2001-2005)

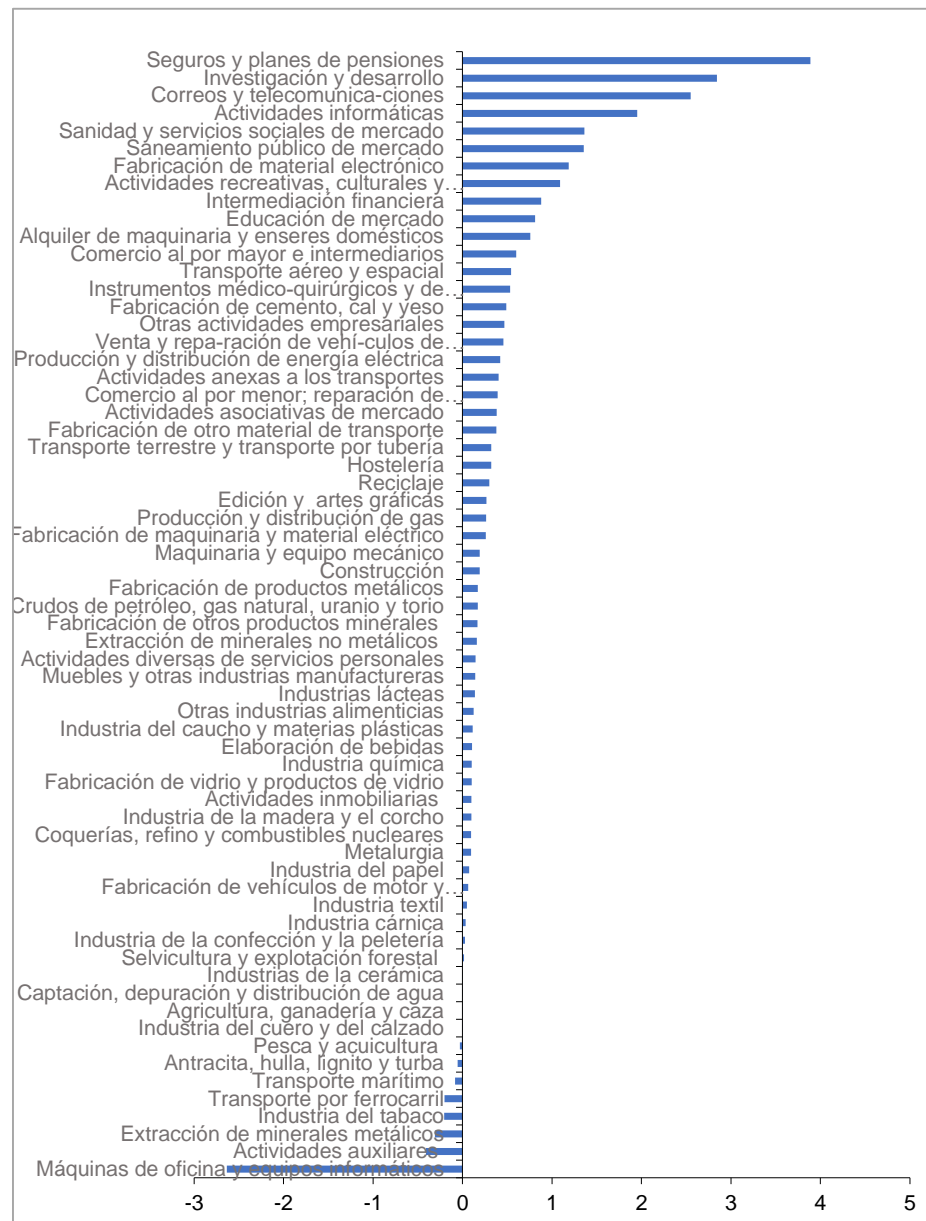


Gráfico II.28. Contribución total de las TIC (2006-2007)



La contribución total de las TIC por ramas se calcula como la suma de la contribución del capital TIC y de la contribución de los consumos intermedios TIC al crecimiento de la producción por ramas. El valor indica en cuantos puntos porcentuales la inversión activos de capital TIC y el consumo intermedio de bienes y servicios TIC de cada rama contribuyen al crecimiento de su producción. Fuente: elaboración propia.

9.2.4. *Descomposición de la contribución del factor trabajo: factor horas y factor calidad*

En línea con la teoría de las TUG, uno de los elementos que determinan que las TIC redunden en crecimiento es la presencia de una mano de obra cualificada. Hasta ahora en el primer capítulo de esta tesis, se ha analizado cómo los cambios en el factor trabajo afectan al producto, pero ello no proporciona información sobre la contribución de la calidad del factor trabajo al producto. Con este objetivo, se descompone a continuación la contribución del input trabajo por ramas y año entre la contribución de la variación de la cantidad de horas (efecto cantidad) y la contribución de la variación en la cualificación del factor trabajo y que se identifica como efecto variación de la calidad del factor trabajo (efecto calidad). Se presentan, primero los gráficos del primer capítulo del ranking de las ramas por contribución del factor trabajo pero incorporando la descomposición entre los dos factores (Gráfico II.30-II.33). Así, se puede conocer si las ramas en las que las contribuciones del factor trabajo son importantes ocupan primeras posiciones debido únicamente al factor cantidad o por el contrario se debe al impulso de las mejoras de las cualificaciones de la mano de obra. En segundo lugar y con ánimo de identificar patrones comunes por sectores con respecto al comportamiento del efecto calidad y cantidad, se representan gráficamente dichos valores por ramas ordenadas por orden de la CNAE-93.

9.2.4.1. *Factor calidad versus factor horas*

Cuando se observa la descomposición de la contribución media del factor trabajo para el conjunto del periodo (Gráfico II.31), se identifica el componente horas como el elemento determinante de la contribución media del todo el periodo. Incluso algunas ramas (*sanidad, saneamiento, actividades recreativas y actividades informáticas*) que encabezan la clasificación se mantienen en esa posición, a pesar de que el efecto calidad contribuya de manera negativa al crecimiento del producto. Sin embargo hay que destacar que las ramas *educación, transporte terrestre y marítimo, y captación y distribución del agua* arrojan la contribución positiva del efecto calidad que se suma una contribución también positiva de la variación de horas del factor trabajo. Por otro lado, en algunas de las últimas ramas de la clasificación (*antracita, extracción minerales metálicos, transporte por ferrocarril*) se observan valores de contribuciones por factor calidad positivas de hasta en 1.5 p.p, que son anuladas por contribuciones del factor cantidad negativos. Dicho de otro modo, a pesar de que la contribución del factor trabajo total sea positiva, la contribución del factor calidad no es, en muchos casos, responsable de ello y en general no se puede decir que ambos efectos se refuercen.

i. Periodo 1996-2000

Cuando en la clasificación por contribución del trabajo se introduce la descomposición entre horas y el factor “calidad” los resultados son positivos, en el sentido de que, en la práctica totalidad de las ramas, tanto el factor horas como el factor calidad contribuyen en la misma dirección (Gráfico II.30). Constituyen una excepción a esta norma las ramas de la *Industria del tabaco, Actividades informáticas, Correos y comunicaciones, y Saneamiento* que arrojan contribuciones negativas del factor calidad. En positivo, hay que destacar la contribución positiva del factor calidad de las ramas de la minería con contribuciones positivas y considerables (caso de la rama de la *Antracita, hulla y lignito*) frente a contribuciones negativas del componente horas.

ii. Periodo 2001-2005

La descomposición de la contribución del índice de servicios del trabajo para el periodo 2001-2005 (Gráfico II.33) arroja una contribución de calidad sistemáticamente negativa

(a excepción básicamente de la rama captación, distribución del agua, educación y pesca), es decir no sólo, cuándo la contribución del factor horas es negativa sino incluso cuando es positiva. Dicho de otro modo el descenso generalizado de la contribución del factor trabajo total se debe básicamente al mal comportamiento de la contribución del factor calidad. De nuevo, se observa que las mayores contribuciones negativas del componente calidad se producen en las ramas de los servicios (*sanidad, actividades asociativas, I+D, comercio al por menor*).

iii. Periodo 2006-2007

Tal como se observa en el gráfico (Gráfico II.32) la vuelta a valores positivos de las contribuciones del factor trabajo total se debe en mayor medida a la contribución del factor horas que a la contribución del factor calidad. Es interesante destacar que varias ramas de los servicios (*educación, actividades informáticas, sanidad, otras actividades empresariales, intermediación financiera, comercio al por menor*) arrojan una contribución total positiva a pesar de que la contribución de la calidad sea incluso negativa. De hecho, todas las ramas de servicios salvo *correos y comunicación, las de transportes* (salvo el aéreo) y *servicios anexos al transporte* presentan una contribución del factor calidad negativa. Sin embargo, en las ramas de la *edición y artes gráficas, la industria del papel y de la rama de correos y comunicaciones*, la contribución del factor calidad supera con creces la contribución de signo positiva del factor horas.

Gráfico II.31. Contribución del factor horas y calidad (1996-2007)

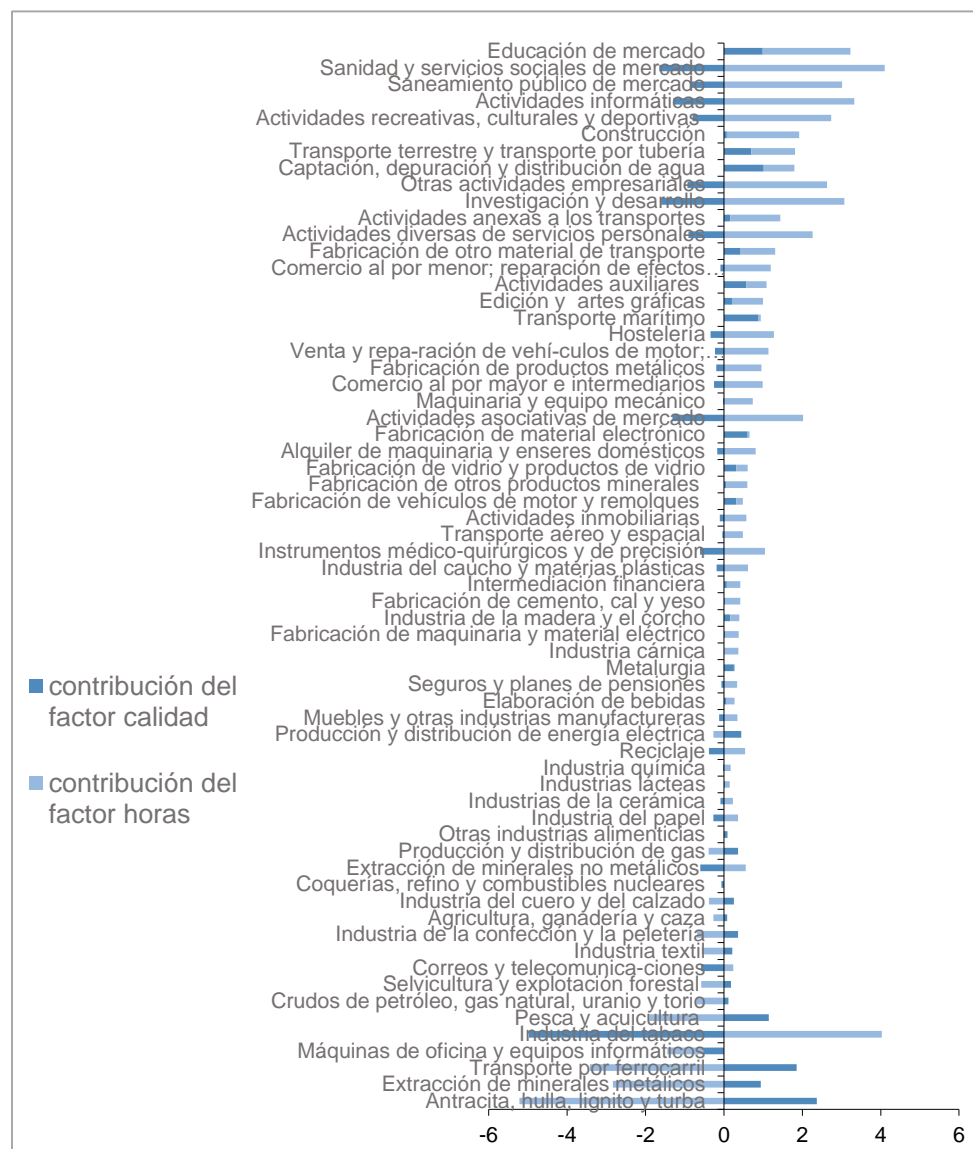
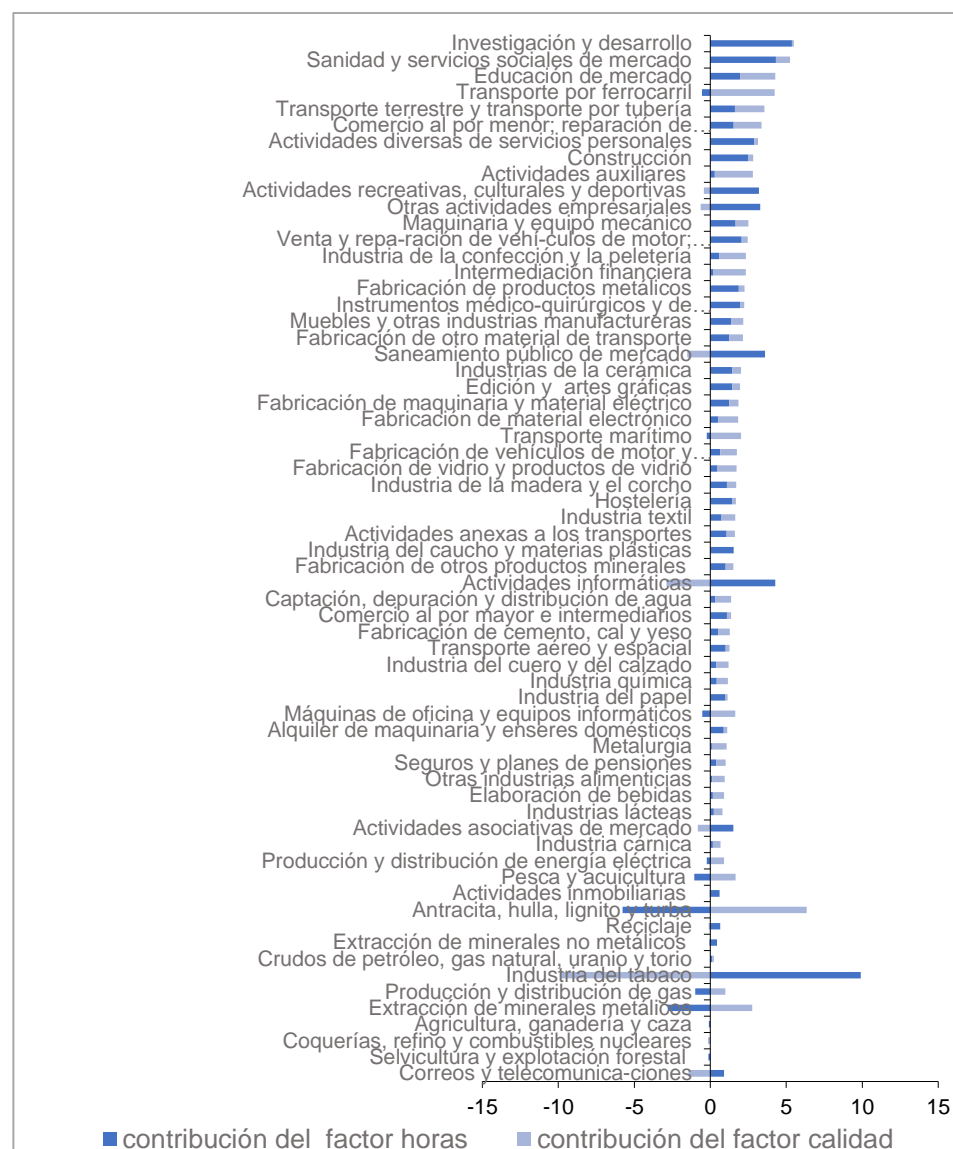


Gráfico II.30. Contribución del factor horas y del factor calidad (1996-2000)



La contribución del factor calidad se calcula como diferencia entre la contribución del índice de los servicios laborales y la contribución de la variación de la cantidad del factor trabajo medido en horas de trabajo para cada rama de actividad. El dato es la media anual del conjunto del periodo. Las ramas están ordenadas en orden decreciente de acuerdo al criterio de la contribución del factor trabajo. Fuente: elaboración propia.

Gráfico II.33. Descomposición de la contribución del factor trabajo (2001-2005)

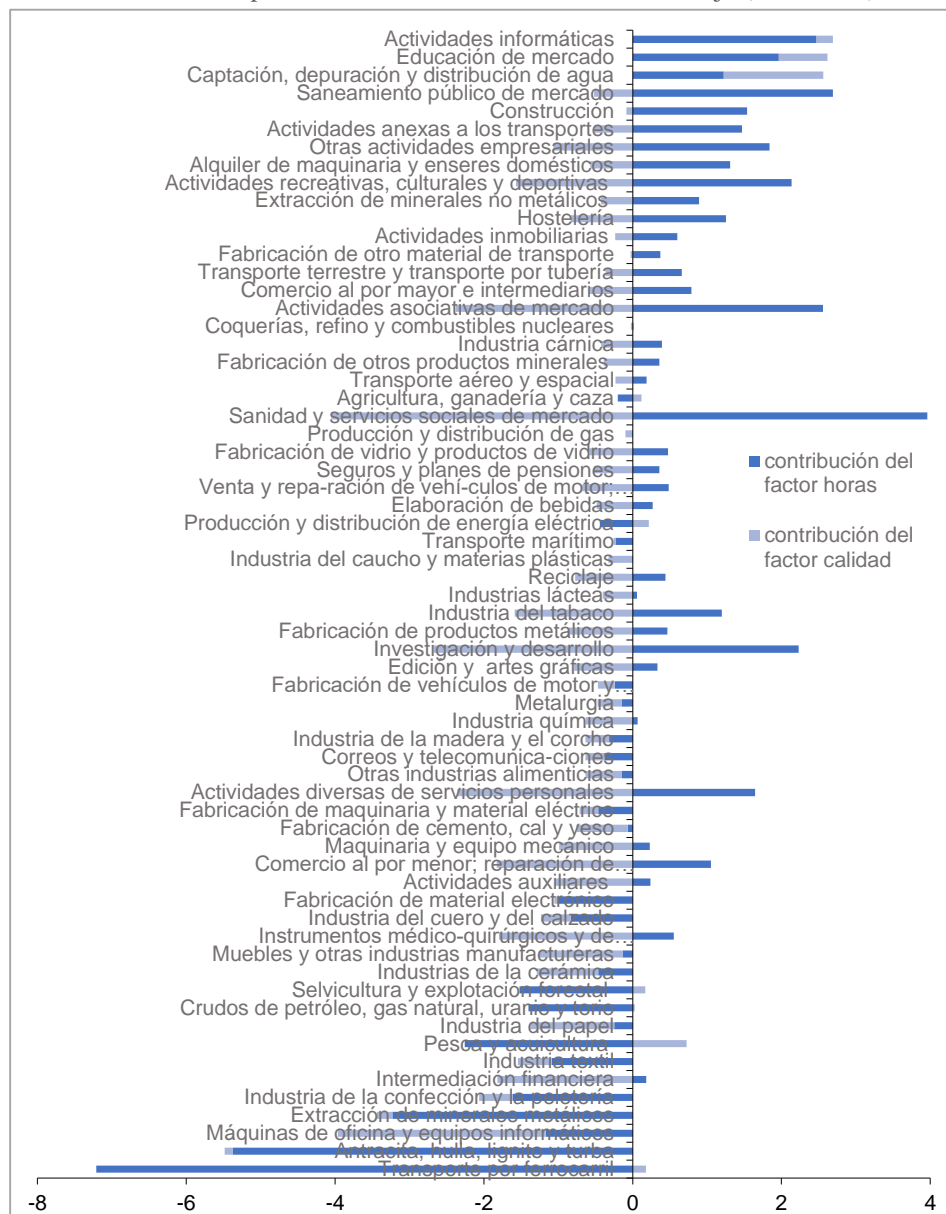
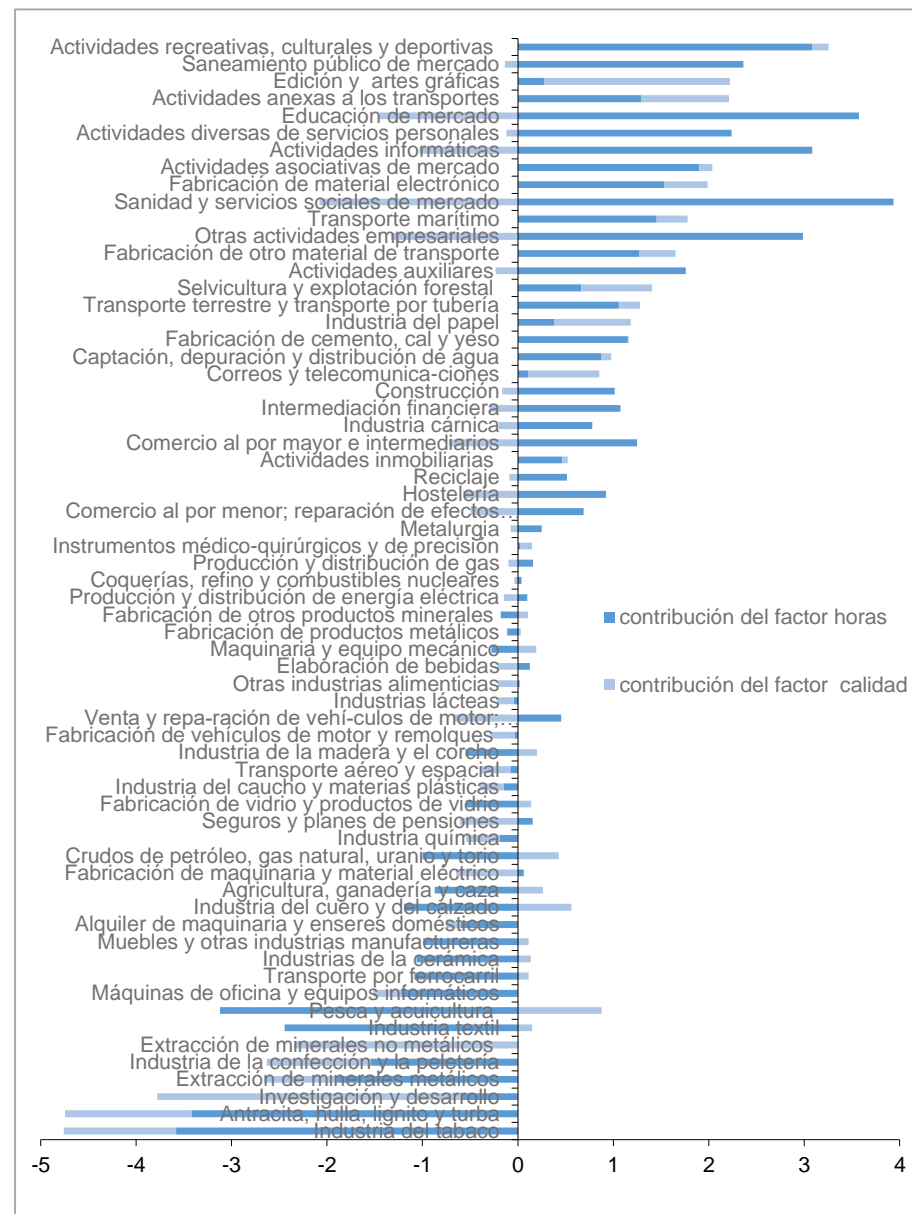


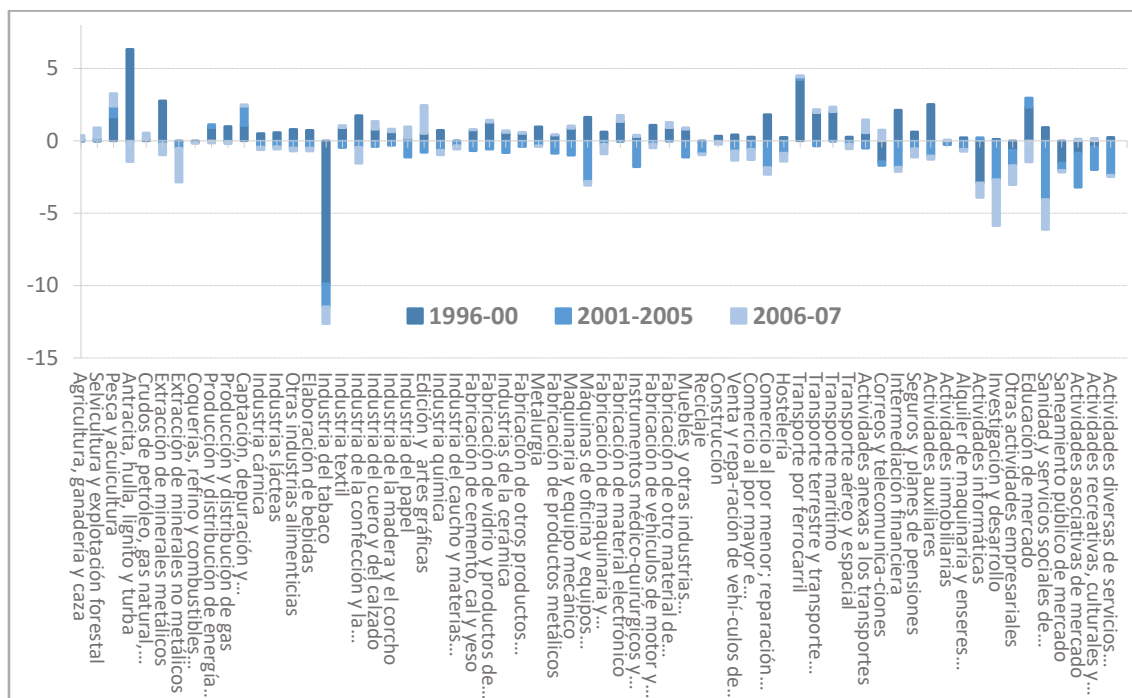
Gráfico II.32. Descomposición de la contribución del factor trabajo (2006-2007)



La contribución del factor calidad se calcula como diferencia entre la contribución del índice de los servicios laborales y la contribución de la variación de la cantidad del factor trabajo medido en horas de trabajo para cada rama de actividad. El dato es la media anual del conjunto del periodo. Las ramas están ordenadas en orden decreciente por la contribución del factor trabajo total. Fuente: elaboración propia

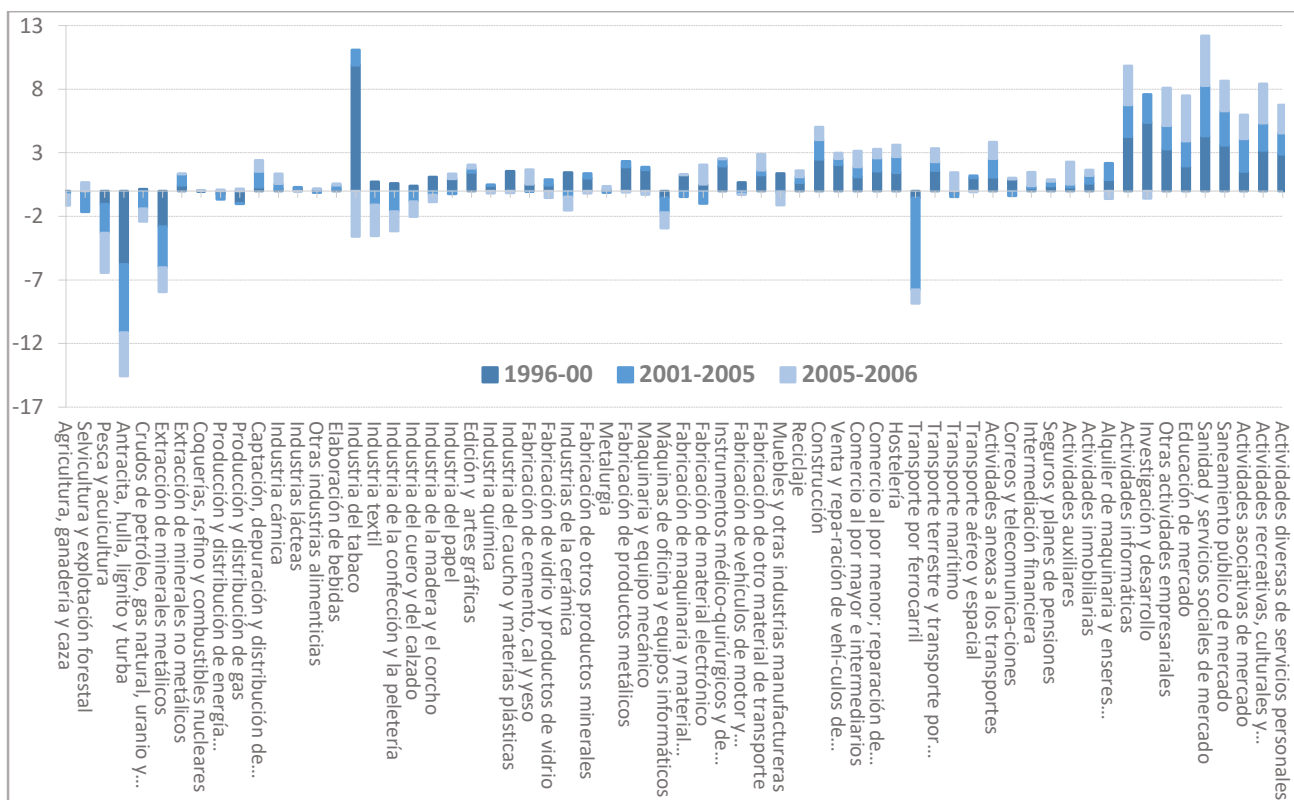
en general se deterioran en el periodo 2001-2005. La contribución en los años 2006-2007 es menor y más variable entre las ramas.

Gráfico II.35. Contribución de las mejoras de calidad en el factor trabajo



La contribución media de la variación de la calidad del factor trabajo calculada como diferencia entre la contribución del índice de los servicios laborales y de la contribución de la variación de la cantidad del factor trabajo, medido por horas de trabajo. Fuente: elaboración propia.

Gráfico II.36. Contribución del incremento de horas en el factor trabajo



La contribución media de la variación de la cantidad del factor trabajo se calcula a partir del producto de las variaciones de un índice Törnqvist de las horas trabajadas por cada tipo de trabajador, y del peso de la renta del factor trabajo en la renta total del producto. Fuente: elaboración propia

A modo de conclusión los valores de los efectos de las contribuciones de los cambios en la calidad del factor trabajo, salvo en las ramas de la energía, transporte y educación, es bajo e incluso negativo para la ramas de los servicios, incluidas las ramas productoras de servicios TIC. En la industria, los efectos son variados pero en general son más positivos que en los servicios, aunque hay que destacar que en las ramas productoras de bienes TIC, el efecto de los cambios en la calidad del factor trabajo también son negativos. A lo largo del periodo, las contribuciones de la calidad tienden a deteriorarse en beneficio de la contribución del efecto cantidad.

Con respecto a su relación con la PTF, varios estudios ponen en evidencia que de manera general contribuciones elevadas y persistentes del factor trabajo están asociadas a menores tasas de PTF. La explicación teórica es que durante las fases expansivas, el empleo entre trabajadores con baja cualificación crece más que entre los trabajadores con mayores cualificaciones, lo que unido a un crecimiento de los salarios mayor que el crecimiento de la producción, conducen a un deterioro de la tasa de PTF. De hecho, múltiples trabajos que abordan esta noción ponen de manifiesto que lo que realmente es relevante en términos de PTF es la relación entre la contribución del componente del factor cantidad de trabajo medido por horas y la contribución del índice que mide el componente calidad del mismo. Un crecimiento de la contribución de este segundo componente se asocia a mayores tasas de PTF.

9.3. PTF y TIC

9.3.1. La PTF en las ramas productoras de TIC

El principal y único efecto medible teóricamente dentro del contexto de la contabilidad del crecimiento de las TIC sobre la PTF, es el que se produce en las ramas productoras de TIC como consecuencia de la innovación y mejoras tecnológicas incorporadas en bienes y servicios que producen y que se traducen en mejoras de PTF. En el marco de la ecuación de la contabilidad del crecimiento, esto corresponde al componente del progreso técnico neutro introducido por Solow en la función de producción. Así, en ausencia de efectos externos y de errores de medida en las variables, la ecuación de la contabilidad del crecimiento debería recoger únicamente el efecto de las TIC inducido por el progreso tecnológico sobre la PTF de las ramas productoras de TIC. Cualquier otra correlación entre intensidad en el uso de las TIC y crecimiento de la PTF se debe explicar utilizando otro marco de análisis y sospechar que se deba a cualquier violación de los supuestos de partida, en concreto como a la presencia de efectos externos intra-rama o externos a las ramas o incluso a errores de medida.

Por ello y en primer lugar, es interesante conocer la evolución de la PTF de las ramas de actividad entre cuya producción se encuentre el grueso de la producción de los bienes o servicios TIC de la economía española, utilizando, dada la sensibilidad de los valores de la PTF a los deflatores de las TIC, los dos tipos de deflatores de las TIC, “IVIE” y “propios”. La Tabla II.5 recoge la tasa de crecimiento media anual de la PTF para las cuatro ramas productoras TIC para los tres sub periodos considerados y para todo el periodo 1996-2007.

Tabla II.5. Crecimiento de la PTF en las ramas productoras TIC, distintos deflatores

$\Delta\%$ PTF	Máquinas de oficina y equipos informáticos		Correos y telecomunicaciones		Actividades informáticas		Fabricación de material electrónico	
	TIC-IVIE	TIC-proprios	TIC-IVIE	TIC-proprios	TIC-IVIE	TIC-proprios	TIC-IVIE	TIC-proprios
1996-2000	13.0	-3.2	4.4	1.9	4.3	4.3	-0.31	-0.28
2001-2005	8.5	-1.1	1.4	-4.2	-0.8	-0.3	-1.4	-1.01
2006-2007	9.8	4.5	-1.6	-6.5	3.2	2.2	-6.6	-6.56
1996-2007	10.59	-1.06	2.14	-2.05	1.96	1.99	-1.82	-1.63

Los valores de PTF con deflatores TIC-IVIE se calculan aplicando los deflatores del IVIE a los productos y servicios producidos TIC y a los consumos intermedios TIC. La principal diferencia entre los deflatores TIC IVIE y los deflatores TIC-proprios es que los primeros son índices de precios hedónicos (salvo para las comunicaciones). *Fuente: Elaboración propia.*

Tal como se observa en la Tabla II.5. Crecimiento de la PTF en las ramas productoras TIC, distintos deflatores, arroja notables diferencias en los valores de la tasa de PTF. Las mayores discrepancias entre unas tasas y otras se localizan en la rama de *Máquinas de oficina y equipos informáticos* (de más de 16 puntos porcentuales en el primer periodo) cuya tasa de PTF con deflatores IVIE crece de manera fuerte, en línea con lo observado en los países líderes en PTF de la OCDE, situándose su media anual en el 10,59% frente a -1,06% con deflatores no hedónicos (propios). La rama de *Correo y telecomunicaciones* también presenta valores más optimistas con respecto a los datos obtenidos con deflatores propios, pues su tasa de crecimiento media anual de la PTF es de 2,14% con deflatores IVIE frente a -2,05% con deflatores no hedónicos, aunque en ambos casos, mantiene un perfil de desaceleración continuo a lo largo del periodo. Estas diferencias no hacen más que reflejar la sensibilidad de los valores de la PTF a los deflatores de las TIC. Conviene recordar aquí, que las diferencias entre los deflatores IVIE / propios eran máximas en los precios del hardware y de los servicios de comunicaciones, bienes y servicios por otro lado que constituye el grueso de la producción de las dos ramas en cuestión.

De hecho, la evolución de la PTF de las otras dos ramas, *Servicios informáticos* y *Fabricación de material electrónico*, son parecidas, lo que no sorprende dada la similitud entre los deflatores de los servicios informática IVIE y propios y debido a que en la producción de la última rama la producción de bienes de fabricación de maquinaria y servicios de comunicaciones tiene un peso menor.

Si se analizan los resultados con precios hedónicos IVIE, hay que destacar el fuerte crecimiento de la PTF en la rama de *Máquinas de oficina y equipos informáticos* con una tasa de dos dígitos para el conjunto del periodo, cercano al 11% y un crecimiento máximo medio anual entre los años 1996-2000 del 13%, lo que se puede comparar con una tasa media de crecimiento en EEUU de la PTF en la rama de ordenadores durante el periodo 1996-99 del 16.6% (Stiroh 2002). Con valores más moderados se encuentran las ramas de Correo y telecomunicaciones y Actividades informáticas, cuyas tasas medias anuales de crecimiento de la PTF, se sitúan, para el conjunto del periodo, en el 2.14% y 1.96%, respectivamente. Con un valor negativo, la PTF de la rama *Fabricación de material electrónico* refleja un deterioro continuado de la PTF en el conjunto del periodo del -1.8% medio anual con deflatores IVIE.

La evolución temporal de la PTF de las ramas productoras TIC, muestra que las cuatro ramas alcanzan valores máximos en los años 1996-2000, en línea con lo que sucedía en EEUU, aunque en el caso español y a excepción de la rama *Maquinaria y equipos informáticos*, el crecimiento de la PTF es mucho más débil que en el caso americano, e incluso inexistente en la rama *Fabricación de material electrónico*.

Por lo tanto y excluyendo la rama de material electrónico, las ramas productoras TIC en la segunda mitad de la década de los 90, muestran ganancias de productividad relevantes cuando se comparan con las otras ramas de actividad de la economía española, pero que se quedan lejos de los valores de la economía americana. En EEUU la PTF en la rama productora de bienes TIC en el periodo 1995-2000 es de 23.7% anual (del 16.6% en la rama de ordenadores para los años 1996-1999 Sichel y Oliner, 2000) lo que se compara con una tasa de crecimiento de la PTF del 13% en la rama *Maquinaria y equipo informático* y del 4,3% en la PTF de las dos ramas de servicios TIC los años 1996-2000 en España. La mayor diferencia entre la economía española y americana se localiza en la rama de *Fabricación material electrónico*, en donde la PTF en España se contrae de media al año cerca de 2% en el conjunto del periodo 1996-2007, frente a crecimientos de dos dígitos en la economía americana. Además, en España el crecimiento de la PTF en el sector productor TIC (a excepción de la rama material electrónico) se debilita de manera acusada entre los años 2001-2005, en línea con lo que sucede en EEUU y Europa, por la interrupción de la inversión en tecnología ante el estallido de la burbuja tecnológica (Jorgenson, Ho y Samuels, 2010).

Cuando se combina la tasa de PTF de las ramas TIC con su peso en el conjunto de la economía, calculado con ponderaciones Domar (producción de la rama sobre el valor añadido agregado, ambas magnitudes en euros corrientes) con el objetivo de medir la contribución de cada rama productora TIC a la PTF agregada, los valores que se obtienen, y que recoge la Tabla II.6 son muy débiles de nuevo a partir del año 2000.

Tabla II.6. Contribución de las ramas TIC a la PTF

	Deflatores	1996-2000	2001-2005	2006-2007	1996-2007
Maquinaria y equipo informático	IVIE	0.10	0.03	0.02	0.06
	propios	-0.02	-0.01	0.01	-0.01
Fabricación material electrónico	IVIE	0.00	-0.02	-0.05	-0.02
	propios	0.00	-0.01	-0.05	-0.02
Correos y telecomunicaciones	IVIE	0.20	0.08	-0.09	0.10
	propios	0.07	-0.24	-0.36	-0.13
Actividades informáticas	IVIE	0.06	-0.02	0.08	0.03
	propios	0.06	-0.01	0.06	0.03
Total ramas TIC	IVIE	0.35	0.08	-0.03	0.17
	propios	0.10	-0.27	-0.35	-0.12
Total ramas no TIC	IVIE	-2.81	-0.19	0.11	-1.23
	propios	-2.68	0.01	0.15	-1.09
PTF AGREGADA	IVIE	-2.46	-0.11	0.08	-1.06
	propios	-2.58	-0.26	-0.20	-1.21

La contribución de una rama TIC a la tasa de crecimiento de la PTF agregada se calcula como el producto de su tasa de crecimiento de la PTF por el peso de la rama en el conjunto de la economía, definido por ponderaciones Domar (producción de la rama sobre el valor añadido agregado, ambas magnitudes en euros corrientes). Fuente: elaboración propia.

A excepción del primer periodo (1996-2000) en el que las ramas productoras TIC contribuyen de manera a la PTF agregada con 0.35 p.p., el resto de los años la contribución es mínima.

Las máximas contribuciones a la PTF agregada provienen de la mejora de productividad de la rama Correo y telecomunicaciones y Maquinaria y equipo informático. La primera contribuye con 0.2 p.p. anual entre los años 1996-2000 y la segunda contribuye en el mismo periodo con 0.1 p.p. al año, lo que se compara con una contribución de la rama “Ordenadores” en EEUU 0.26 p.p. a la PTF de la economía americana excluido el sector primario durante los años 1996-1999 (Sicher y Oliner, 2000). La contribución de las otras ramas productoras TIC a la PTF agregada, es mínimo: para el caso de Actividades informáticas es de 0.03 p.p. en el conjunto del periodo e incluso negativa para la rama fabricación de material electrónico.

Así, y con deflatores IVIE, la PTF del conjunto de las ramas productoras TIC contribuyen a la PTF agregada con 0.35 p.p. en el primer periodo, pero solo 0.17p.p. de media anual en los 12 años considerados. La debilidad de este valor se explica por los descensos de la PTF, especialmente entre el periodo 2001-2005, en las ramas productoras TIC combinado con el hecho de que la ponderaciones Domar de las ramas TIC alcanzan su máximo en el segundo periodo (0.080, 0.094 y 0.091 para los años 1996-2000, 2001-2005 y 2006-2007 respectivamente) lo que conduce a un deterioro de las contribuciones a la PTF agregada acusado y, situándolas muy por debajo de los valores de la economía de EEUU. Efectivamente, la evidencia empírica sobre la economía americana, muestra que sólo en los años 1996-1999, el sector de bienes (ordenadores y semiconductores) TIC (sin incluir servicios TIC) contribuyó a la PTF agregada con 0.49 p.p. anuales, lo que se aproxima a la mitad del crecimiento de PTF de la economía no agraria americana (1.16%) para ese periodo (Oliner y Sichel, 2000). El trabajo más reciente de Jorgenson Ho y Samuels (2010) muestran que las ramas productora TIC (bienes y servicios) en EEUU contribuyeron a la PTF de la economía agregada americana con 0.53p.p. entre los años 1995-2000 y con 0.29 p.p. entre 2001-2005.

A modo de conclusión, las medidas de PTF de las ramas productoras en España son en general más débiles que las tasas que se obtienen en EEUU y Europa, fundamentalmente a partir del año 2000, lo que explica una parte de la debilidad de la PTF agregada de la economía española. Aunque en EEUU se genere una desaceleración en la PTF de las ramas productoras de TIC también a partir del año 2000, son las ramas usuarias de TIC por la introducción de innovaciones organizativas, de producción o de producto las que toman el relevo en términos de crecimiento de la productividad.

9.3.2. Sensibilidad de los valores de la PTF a los deflatores de las TIC

Con el objetivo de conocer la sensibilidad de los valores de la PTF por ramas, se calculan los índices de PTF utilizando dos deflatores distintos de las TIC, representándose gráficamente (Gráfico II.39, Gráfico II.38, Gráfico II.37) los índices (por niveles) de PTF calculados a partir de los deflatores TIC IVIE en orden decreciente, junto con el valor correspondiente de la PTF que se deriva de la aplicación de los deflatores propios.

i. Periodo 1996-2000

En este periodo, se observa (Gráfico II.39) que los índices de PTF calculados con los deflatores IVIE son en general superiores a los que se obtenían cuando se utilizaban deflatores propios. Si bien para la mayoría de las ramas esta diferencia es desdeñable, para algunas pocas sucede lo contrario. En concreto, los índices PTF- IVIE superan los que se obtienen cuando se aplican los deflatores propios, en porcentajes notables como en el caso de las *ramas de Máquinas de oficina* (66%), *Actividades asociativas* (19%), *saneamiento público de mercado*(11%), *otras actividades empresariales* (8%) y *correos y comunicaciones* (4%).

ii. Periodo 2001-2005

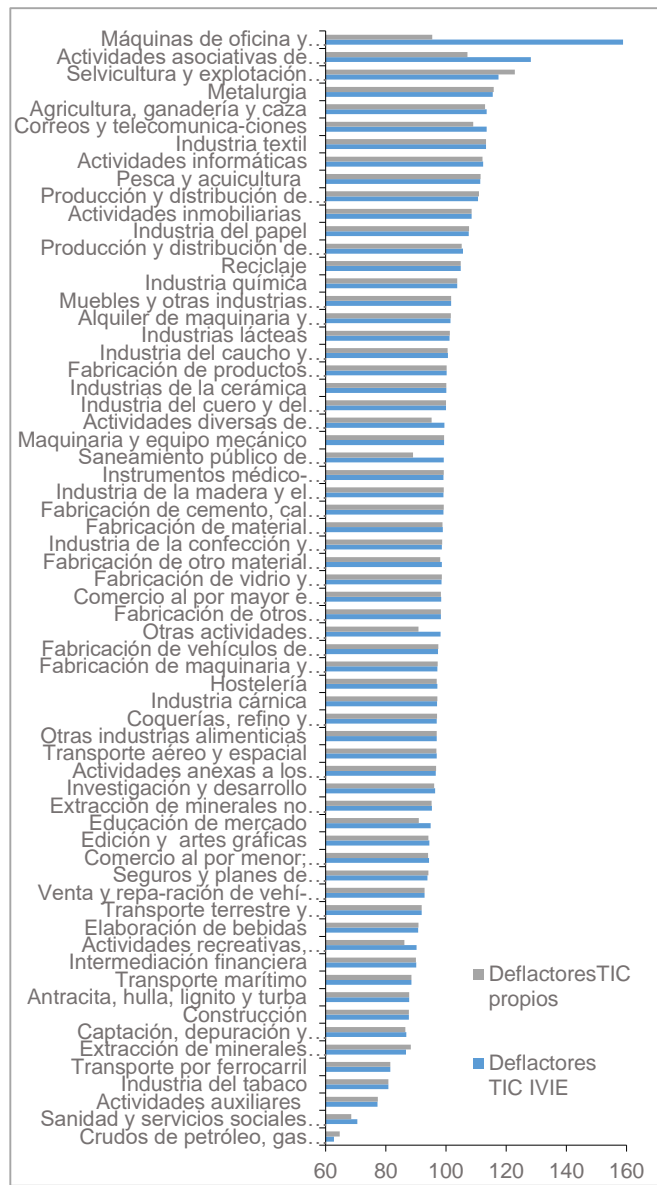
Los datos de este periodo (Gráfico II.38) muestran que la diferencia de la PTF de la rama de *Máquinas de oficinas y equipos informáticos* cuando se calcula con uno u otro deflactor aumenta (+186% cuando la PTF se calcula con TIC IVIE). Así mismo, la PTF de la rama *correo y telecomunicaciones* aumenta su diferencia y la PTF TIC IVIE supera en un 30% la PTF calculada con deflactores propios. Si bien, aparecen ramas (*saneamiento de mercado, otras actividades empresariales, sanidad, actividades recreativas*) en las que la PTF con deflactores IVIE es menor que cuando se calculan con los deflactores propios, éstas son menores (en torno al 12%)

iii. Periodo 2006-2007

En el último periodo (Gráfico II.37) de nuevo se incrementa la diferencia en la rama de las *Máquinas de oficinas y equipos informáticos*, y en *Correos y telecomunicaciones* (286% y 64% respectivamente). Ambas ramas con deflactores del IVIE muestran incrementos de PTF continuados en los tres sub periodos, lo que contrasta con la caída de la PTF que se observa cuando se aplican los deflactores propios. Hay que mencionar que en las ramas de servicios colectivos y de otras actividades empresariales la PTF con deflactores propios, se amplía la diferencia con la PTF con deflactores IVIE, siendo estas últimas inferiores en un -15% de media a los valores de la PTF con deflactores propios.

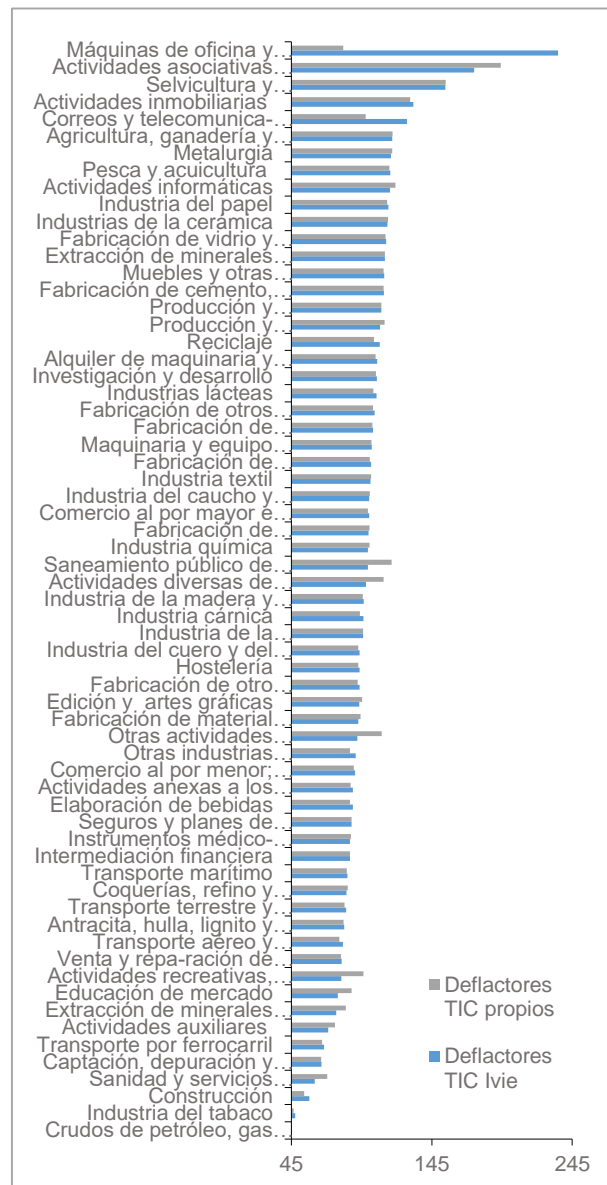
A modo de recapitulación, se puede destacar que si bien los índices de la PTF de la mayoría de las ramas de actividad de la economía española no se ven afectados por la aplicación de distintos deflactores de las TIC (aplicados a los consumos intermedios y a la producción) en otras ramas las diferencias son muy notables. Éstas se producen, en primer lugar y de manera clara en las ramas *maquinaria de oficina y equipos informáticos* y *correo y telecomunicaciones*, algo que ya se ha abordado en epígrafe anterior. En segundo lugar, también aparecen divergencias en las ramas de los servicios colectivos y *otras actividades a empresas* en las que a partir del segundo periodo, las tasas de PTF con deflactores TIC IVIE son menores que las PTF con deflactores propios. Estas diferencias son menores en valores absolutos (-15% de media) y reflejan el hecho de que los menores precios de las TIC (deflactores IVIE) incrementan en mayor medida la contribución de las TIC que la producción de cada rama, por lo que el residuo o PTF es menor.

Gráfico II.39. PTF y deflatores TIC 1996-2000



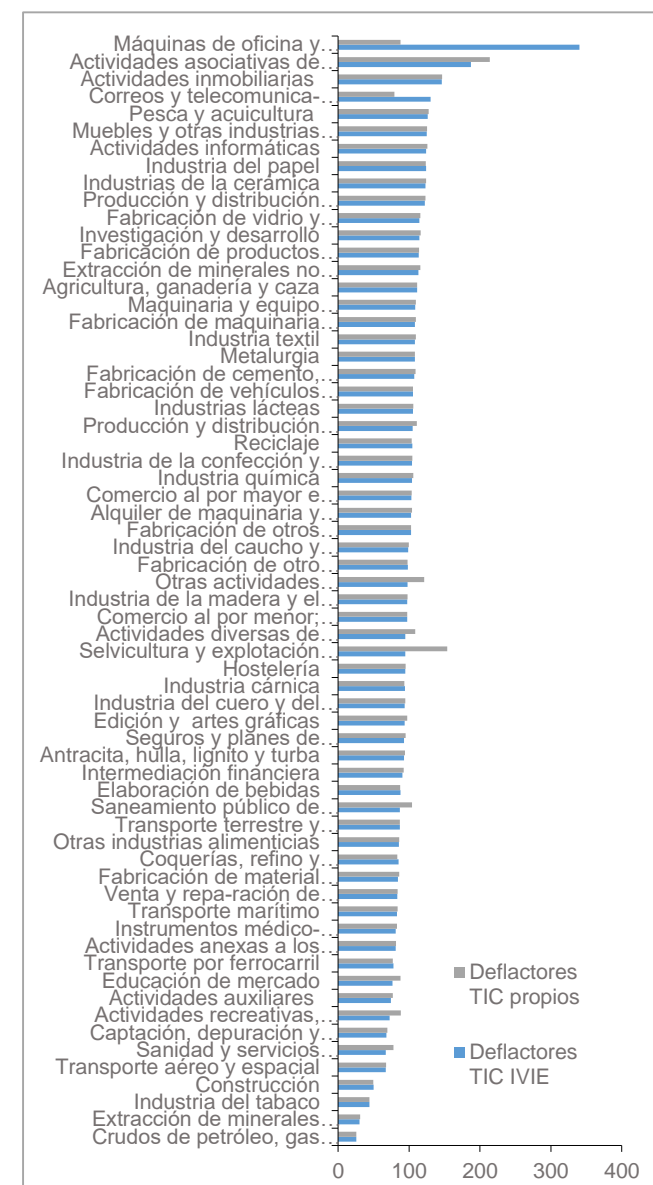
(1995=100)

Gráfico II.38. PTF y deflatores TIC 2001-2005



(1995=100)

Gráfico II.37. PTF y deflatores TIC 2006-2007



(1995=100)

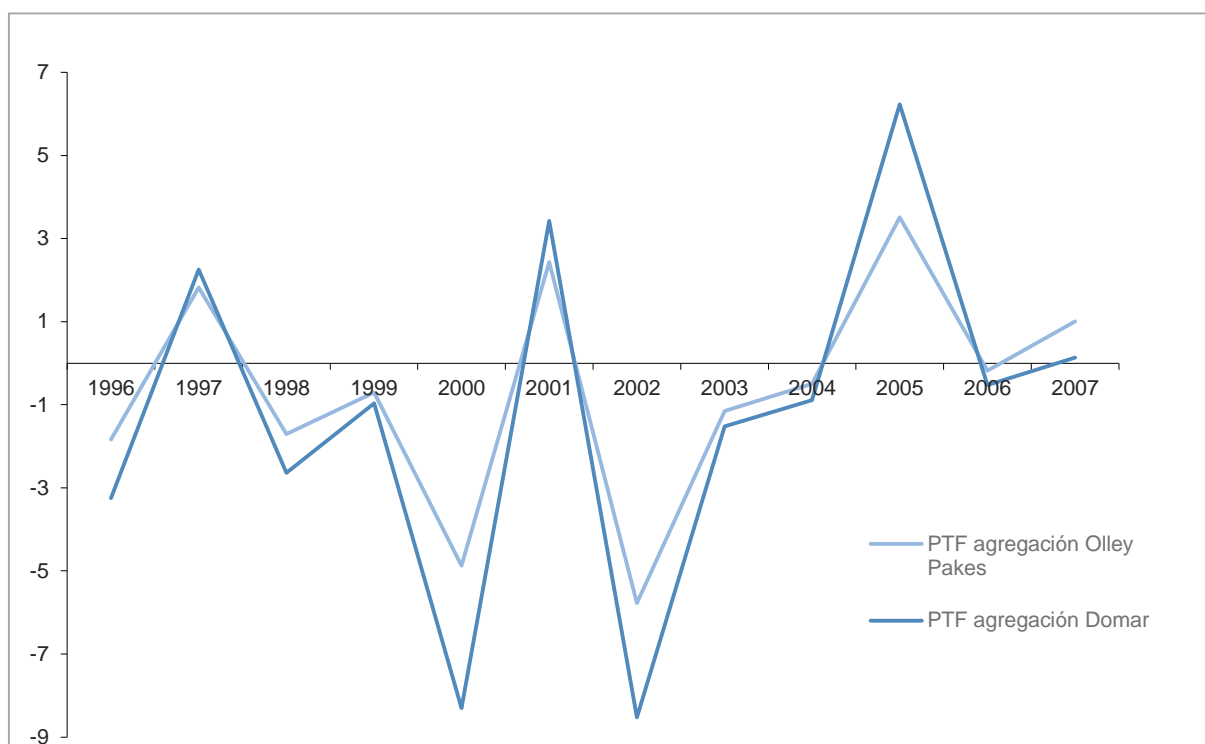
Niveles de PTF por ramas aplicando deflatores hedónicos TIC IVIE y deflatores TIC propios no hedónicos a los consumos intermedios TIC y a la producción TIC. Fuente: elaboración propia

9.4. PTF agregada y descomposición de Olley-Pakes

9.4.1. Tasa de crecimiento de la PTF agregada: Domar y Olley-Pakes

A partir de los datos de PTF por ramas es posible calcular la PTF agregada para el conjunto de la economía. Esta PTF agregada se obtiene como suma ponderada de las PTF de las distintas ramas que conforman la economía. Se utilizan dos métodos para derivar la PTF agregada. El primero, permite calcular la tasa de variación de la PTF como sumatorio de las tasas de PTF por ramas ponderadas por las denominadas ponderaciones Domar (iguales al cociente entre la producción de la rama y el valor añadido total de la economía, ambas en euros corrientes). El segundo método, que denominamos PTF de Olley-Pakes, define la PTF agregada como sumatorio de los índices de PTF de cada rama ponderados por el ratio de la producción de cada rama con respecto a la producción total, en euros corrientes. A partir de los índices de PTF Olley-Pakes, se calculan por diferencias logarítmicas su tasa de variación. Se representan ambas tasas de crecimiento en el Gráfico II.40.

Gráfico II.40. Tasa de variación de la PTF agregada: Domar y Olley-Pakes



La tasa de variación de la PTF agregación Olley Pakes es la diferencia logarítmica del índice de la PTF agregada que se obtiene a partir de la suma de los índices de PTF ponderada por el peso de la producción de cada rama con respecto a la producción total en euros corrientes para cada año. La agregación Domar es el sumatorio de las tasas de la PTF ponderadas por las ponderaciones Domar, iguales al valor de la producción de cada rama con respecto al total del valor añadido de la economía para cada año. Fuente: elaboración propia

Las tasas de variación logarítmica de los índices de PTF, resultantes de aplicar las ponderaciones por ramas propuestas por Domar (PTF-D) y las que se derivan del método de agregación de Olley-Pakes (PTF-OP), representadas en el Gráfico II.40 se comportan de una manera muy similar en el periodo considerado, aunque las tasas de PTF-D son en valor absoluto (salvo el 2007) siempre superiores a las de Olley-Pakes. En la medida que la suma de las ponderaciones Domar son por definición superiores a la unidad, mientras que las de Olley-Pakes deben ser iguales a la unidad (para su descomposición en los términos planteados por Olley-Pakes) lo esperable es que de manera general las tasas de

variaciones de Domar arrojan valores superiores en valor absoluto a las que se derivan del índice de PTF de Olley-Pakes.

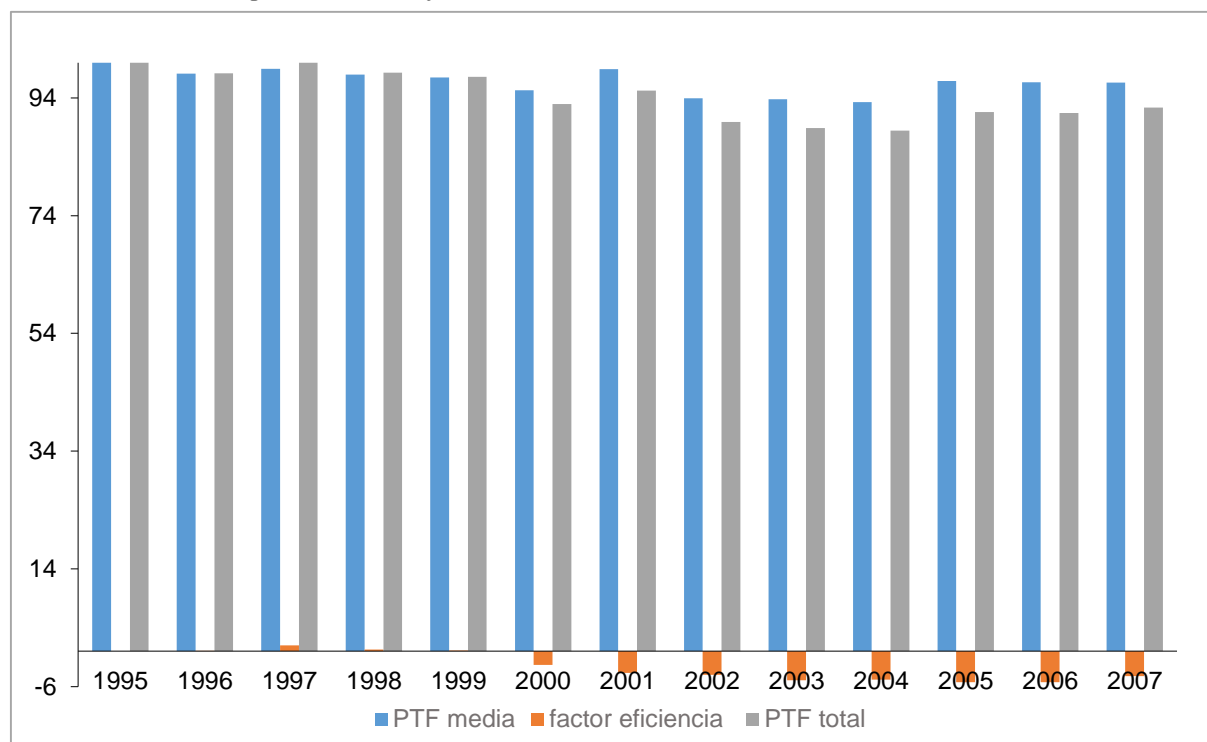
La evolución de las tasas de PTF agregada muestra importantes variaciones entre los años 1996 -2007, lo que constituye una característica general de las tasas de crecimiento de PTF agregada de las principales economías. Aunque en los años 2001 y 2005 se producen importantes oscilaciones de la tasa de crecimiento de la PTF hacia valores positivos, a lo largo del periodo predominan las tasas negativas de variación de PTF. Las mayores caídas de la PTF se localizan entre los años 1996-2000 (-2.6% y -1.5% para la PTF-D y la PTF-OP respectivamente) y el año 2002, puesto que en los años siguientes los descenso de PTF se atenúan. Entre los años 2003-2007 ambos índices moderan su descenso y alcanzan valores positivos en el 2005 y 2007. Más allá del perfil temporal de la tasa de la PTF agregada, interesa conocer cómo afecta la reasignación de factores productos entre las distintas ramas a la PTF agregada, algo que se puede analizar utilizando la descomposición de la PTF agregada de Olley-Pakes.

9.4.2. *Eficiencia “asignativa” en la descomposición del índice de PTF de Olley-Pakes*

La descomposición de la PTF agregada de Olley-Pakes permite llegar a un entendimiento más profundo de lo que sucede cuando la PTF agregada varía. El primer factor de la descomposición de OP mide la PTF media anual y el segundo factor capta las variaciones de PTF agregada debidas a los cambios en la asignación de recursos entre ramas más o menos productivas. Con el objetivo de conocer si la asignación entre ramas contribuye o no a aumentar la PTF agregada, basta con observar el signo de este segundo componente. Un signo positivo, indica se produce una eficiencia asignativa entre las ramas (por un desplazamiento de recursos desde ramas menos productivas hacia ramas más productivas) mientras, que un signo negativo refleja una pérdida de eficiencia causada por el desplazamiento de recursos desde ramas más productivas hacia ramas que lo son menos.

Se representa en el Gráfico II.41 el índice anual de la PTF agregada, y su descomposición entre la PTF media y el factor eficiencia para los años 1996-2007 para evaluar si la asignación entre ramas de los recursos productivos contribuye y en qué magnitud, a la productividad total de los factores agregada. Desde el principio del periodo hasta el año 1999 inclusive, la PTF agregada viene determinada en su práctica totalidad por la PTF media agregada ya que el factor de la eficiencia asignativa, aunque de signo positivo, tiene prácticamente un valor nulo, por lo que el peso en índice de PTF total es mínimo.

Gráfico II.41. Descomposición de Olley-Pakes del índice de PTF



El índice de agregado de Olley-Pakes $PTF_t = \overline{PTF}_t + \sum_i^{64} cov(s_{it}, PTF_{it})$ se descompone entre el índice de PTF media de la economía ($\overline{PTF}_t = \frac{1}{64} \sum_i^{64} PTF_{it}$) y un factor eficiencia igual a $\sum_i^{64} cov(s_{it}, PTF_{it})$ en donde s_{it} es la cuota de mercado en términos de producción de la rama i en t . El factor eficiencia se mide en puntos de índices, siendo $PTF_{i,1995} = 100$ y $s_{i,1995} = 0$. Fuente: elaboración propia

Sin embargo, a partir del año 2000 y de manera creciente, el factor asignación de los recursos entre ramas tiene un efecto negativo en la PTF total agregada, hasta estabilizarse en los últimos tres años, y restar prácticamente 5 puntos del índice anual. Para conocer el impacto del factor eficiencia en la tasa de PTF agregada, se presentan en la Tabla II.7 las tasas de crecimiento medias por sub periodos de la PTF agregada Olley-Pakes junto con las contribuciones de cada uno de los factores que componen el índice agregado.

Tabla II.7. Descomposición Olley-Pakes de la PTF agregada (deflatores “propios”)

	PTF agregada (tasa de crecimiento)	PTF media, contribución	Factor eficiencia, contribución
1996-2000	-1.43	-0.95	-0.47
2001-2005	-0.24	0.40	-0.64
2006-2007	0.42	-0.14	0.56
1996-2007	-0.63	-0.25	-0.37

Tasa de crecimiento media del cada periodo del índice de PTF agregada, de allí la pequeña discrepancia con los resultados de la Tabla II.8 en el que la tasa de crecimiento anual de la PTF agregada se aproxima por la diferencia del logaritmo de su índice. La contribución de la PTF media se calcula como la media del periodo de la variación de la PTF ponderada por el peso de su índice en el total agregado. La contribución del factor eficiencia se calcula como la media del periodo de la variación del factor eficiencia ponderada por el peso del índice del factor eficiencia en el total de la PTF agregada. Fuente: elaboración propia.

Del mismo, se desprende que tanto la PTF media como el factor eficiencia contribuyen de manera general a la debilidad de la tasa de crecimiento agregada entre los años 1995-2005. Hay que destacar que la PTF media registra un mínimo crecimiento en el periodo

2001-2005 (0.4 p.p.) y que el factor eficiencia contribuye al crecimiento de la PTF agregada en 0.56 p.p. en los años 2006-2007. Por lo tanto, para el conjunto del periodo, se puede afirmar que efectivamente ambos factores contribuyen negativamente al crecimiento de la PTF agregada, siendo la eficiencia responsable en un 60% de dicha debilidad y la PTF media responsable del 40% restante.

En la medida que la reasignación de la producción entre ramas resulta ser un elemento adicional que explica la debilidad de la PTF agregada durante los años 1996-2000, es de interés avanzar en el conocimiento de dos cuestiones. La primera, es conocer si dicha ineficiencia reviste carácter permanente y por lo tanto se puede considerar como estructural o por el contrario, es transitoria y de carácter coyuntural. La segunda, es conocer la localización de la ineficiencia, así como, su magnitud entre las ramas. El disponer de esta información es sin duda, relevante de cara a las recomendaciones de política económica.

Tal como se desprende de la tabla siguiente, en la que se recoge el número de años durante los cuales el factor eficiencia mantiene su signo sin cambios, con respecto a la primera cuestión (conocer si la ineficiencia es de carácter temporal o por el contrario permanente), 34 ramas de las 64 ramas mantienen su signo invariable a lo largo de los 12 años observados y 13 ramas más cambian, como mucho, 2 veces de signo. De esta manera, parece que se pueda considerar que el problema de eficiencia no parece responder a cuestiones transitorias sino más bien presenta un carácter permanente por lo menos en los años observados. El estudio de la eficiencia de la asignación de recursos intra-ramas e inter-ramas, así como entre empresas más o menos productivas en los años previos a la crisis de 2007, constituye un campo fértil para futuras investigaciones.

Nº de años en los que el factor eficiencia no cambia de signo*	Nº de ramas con signo negativo	Nº de ramas con signo positivo
12	16	18
11	4	1
10	5	3
9	2	2
8	3	2
7	4	3
6	1	1
5	3	4
4	2	3
3	2	2
2	3	5
1	1	4
0	18	16

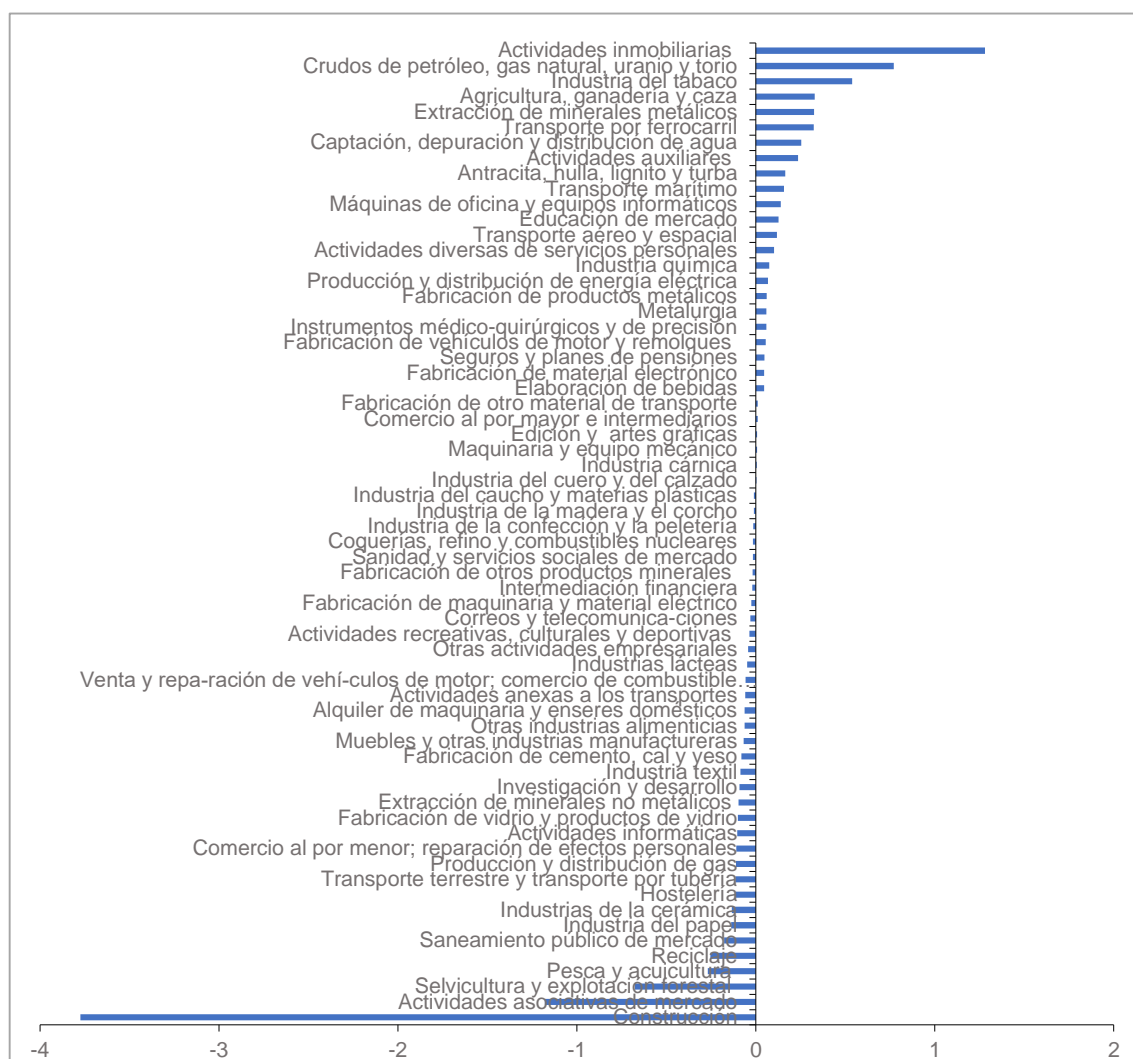
En la primera columna, número de años no consecutivos en los que el factor eficiencia no cambia de signo. El número de la segunda y tercera columna indica el número de ramas que mantienen el signo negativo o positivo respectivamente durante los años recogidos en la primera columna.

Fuente: elaboración propia

Con respecto a la segunda cuestión, es decir, la identificación de las ramas en las que el componente eficiencia tiene un impacto negativo en la PTF agregada vía la asignación de recursos (así como de las ramas, que por el contrario, contribuyen a aumentar a la PTF a través de la asignación de recursos), hay que mencionar, dada la estabilidad de los valores, que los rankings no varían mucho cuando se observan por sub periodos o por valores

medios del conjunto de los 13 años. Se presenta a continuación, en el gráfico Gráfico II.42., el ranking de las ramas clasificadas por el valor del factor eficiencia medio del conjunto del periodo (1995-2007).

Gráfico II.42. Factor eficiencia en la descomposición de la PTF de Olley-Pakes



Contribución media del componente de eficiencia asignativa a la PTF agregada que se calcula para cada rama como $cov(s_{it}; PTF_{it}) = (s_{it} - \bar{s}_t)(PTF_{it} - \overline{PTF}_t)$ en donde $\overline{PTF}_t = \frac{1}{64} \sum_i PTF_{it}$ es la media anual sin ponderar del índice de PTF y $\bar{s}_t = \frac{1}{64} \sum_i s_{it}$ es la media anual de la cuota de mercado en términos de producción, con $(PTF_{i1995} = \overline{PTF}_{1995} = 100)$. Fuente: elaboración propia

Del mismo se deduce, que el número de ramas con valores negativos es prácticamente el mismo que el de las ramas con valores positivos (34 ramas frente a 33 ramas con signo positivo). Para la mayoría de las ramas las magnitudes son mínimas por lo que el impacto es insignificante. Sin embargo, sí es interesante destacar los valores y las ramas que ocupan los extremos de la clasificación. La rama de la *Construcción* refleja la mayor ineficiencia asignativa seguida por la rama de las actividades *asociativas, agricultura y pesca*. Por el contrario, desde (o hacia) las ramas de las actividades *inmobiliarias, de crudos de petróleo, gas natural y de la industria del tabaco* se ha producido un desplazamiento de recursos productivos que han propiciado una mejora en la asignación de los mismos en el conjunto de la economía. Con respecto a las ramas productoras de bienes TIC, la eficiencia asignativa es positiva, es decir contribuye a mejorar la PTF

agregada. Por el contrario, en las ramas productoras de servicios TIC el factor eficiencia pesa negativamente en la PTF agregada.

A modo de conclusión, con respecto a la PTF agregada y en relación con la asignación de recursos entre ramas, se puede afirmar que a partir de 2000 el efecto neto de dicha asignación es negativo y además creciente, en valor absoluto. La magnitud del mismo no es irrelevante y es responsable en un 60% del descenso de la PTF en este periodo. Además, el problema de ineficiencia se perpetúa a lo largo de los doce años en la mayoría de las ramas y aunque en la mayoría de las ramas el impacto es mínimo, en otras como la construcción, la agricultura, la pesca y el reciclaje dicho factor pesa bastante en la PTF del conjunto de la economía.

9.4.3. Sensibilidad de la PTF agregada a los deflatores TIC

Cuando se calculan las tasas de crecimiento de la PTF agregada, en sus dos versiones de agregación (Domar y Olley-Pakes) a partir de los índices de PTF por rama que se obtienen cuando se aplican los deflatores de las TIC del IVIE, y se comparan con las de tasas de PTF agregadas calculadas a partir de los índices calculados con deflatores TIC propios, se observa que ambas agregaciones conducen un perfil de variación de la PTF muy parecidos, aunque sí existen diferencias significativas entre los valores obtenidos. Se presentan a continuación, en la Tabla II.8, las tasas de variación de la PTF agregada en sus dos agregaciones (Domar y Olley-Pakes) calculadas a partir de dos deflatores distintos (deflatores propios y deflatores IVIE).

Tabla II.8. Tasa de crecimiento de la PTF agregada: distintas agregaciones y deflatores TIC

	PTF Domar		PTF Olley-Pakes	
	deflatores TIC IVIE	deflatores propios	deflatores TIC IVIE	deflatores propios
1996-2000	-2.46	-2.58	-1.31	-1.46
2001-2005	-0.11	-0.26	-0.16	-0.30
2006-2007	0.08	-0.20	0.39	0.41
1996-2007	-1.06	-1.21	-0.55	-0.66

Contribución media del componente de eficiencia asignativa a la PTF agregada que se calcula para cada rama como $cov(s_{it}; PTF_{it}) = \sum_i^{64} (s_{it} - \bar{s}_t)(PTF_{it} - \overline{PTF}_t)$ en donde $\overline{PTF}_t = \frac{1}{64} \sum_i^{64} PTF_{it}$ es la media anual sin ponderar del índice de PTF y $\bar{s}_t = \frac{1}{64} \sum_i^{64} s_{it}$ es la media anual de la cuota de mercado en términos de producción, con $(PTF_{i1995} = \overline{PTF}_{1995} = 100)$ y $s_{i1995}=0$). Las tasas de crecimiento son diferencias logarítmicas, lo que explica las pequeñas discrepancias con la Tabla II.7. Fuente: elaboración propia.

Del mismo, se desprende que las tasas de crecimiento medio describen a lo largo del tiempo un perfil muy parecido cuando se aplica un deflactor u otro, aunque en cualquiera de las dos agregaciones las tasas de crecimiento que se obtienen con deflatores TIC IVIE arroja, en general, valores más optimistas (salvo años 2006-2007 para la agregación de PTF Olley Pakes), es decir descenso menos acusados e incluso un valor positivo entre los años 2006-2007 con la agregación Domar. Al aplicar los deflatores de las TIC hedónicos, o deflatores IVIE, las tasas de PTF moderan su caída en torno a 0.15 p.p. en el caso de la agregación Domar (siendo máxima la diferencia en el periodo 2006-2007 y de hasta casi 0.3 p.p.) y 0.10 p.p. cuando se agrega con las ponderaciones Olley-Pakes, lo que supone cambios porcentuales considerables. Así, tomando las tasas medias para el conjunto de los 12 años, la tasa de crecimiento media anual de la PTF agregación Domar

es de media un 12% mayor con deflatores TIC hedónicos y hasta un 17% mayor cuando se agrega mediante el método Olley-Pakes.

Además, la descomposición del índice de Olley-Pakes cuando se aplican los deflatores IVIE y las contribuciones de sus dos componentes (PTF media y asignación en la eficiencia) arrojan un diagnóstico distinto que cuando se aplican los deflatores TIC propios. Los resultados que se recogen en la Tabla II.9 muestran que el factor eficiencia es responsable de la evolución negativa de la PTF agregada puesto que la PTF media alcanza tasas de crecimiento positivas a partir del segundo periodo, siendo su contribución al crecimiento de la PTF media anual para el conjunto de los 12 años de 0.2 p.p. frente a un valor del factor de eficiencia media de -0.7 p.p.

Por lo tanto y a modo de conclusión, se ha puesto de manifiesto que los valores de la PTF para algunas ramas son muy sensibles a los cambios de los deflatores de las TIC, fundamentalmente productoras TIC y en menor medida usuarias de TIC. Sin embargo, las diferencias y el peso de las ramas en el conjunto de la economía, no son suficientes para afectar significativamente el crecimiento de la PTF agregada de la economía española durante el periodo 1996-2007. No obstante, sí se modifica la conclusión sobre la eficiencia asignativa que se extrae de la descomposición de la PTF agregada de Olley-Pakes, cuando se usa uno u otro deflactor. Mientras que con los deflatores propios, el factor eficiencia es responsable del 40% del valor del crecimiento de la PTF, cuando se aplican deflatores hedónicos, el factor eficiencia es responsable en más del 100% del valor negativo de la tasa de PTF agregada.

Tabla II.9. Descomposición de Olley-Pakes con deflatores “IVIE”

	$\Delta\%$ PTF	PTF media contribución	Factor eficiencia contribución
1996-2000	-1.27	-0.63	-0.65
2001-2005	-0.08	0.89	-0.97
2006-2007	0.39	0.51	-0.11
1996-2007	-0.5	0.2	-0.7

Tasas de crecimiento no logarítmicas, de allí las discrepancias con las tasas de la Tabla II.8
Las contribuciones se miden en puntos porcentuales. Fuente: elaboración propia

10. Comparación con la PTF agregada de otras fuentes

Llegados a este punto y a modo de recapitulación es necesario poner en perspectiva los resultados obtenidos y compararlos con los datos estimados por otros investigadores. En la medida que los datos de PTF agregada para España destacan por su escasez, se utilizan para la comparación las estimaciones de la PTF de la base de datos EU-KLEMS (versión espoutput_0911) y los datos del BBVA publicados en Cuadernos de Divulgación, 3-2006 entre cuyas fuentes para las estimaciones de PTF cita AMECO (Anual macro-economic database of European Commission's DG ECFIN).

La selección de ambas estimaciones se justifica por varios motivos. Efectivamente al igual que en esta tesis, ambas estimaciones utilizan las series de servicios de capital del BBVA/IVIE. Además, los dos trabajos cubren el periodo 1995-2007 y aplican la metodología para medir la PTF de la OCDE. Sin embargo, hay que precisar que estas estimaciones no son comparables directamente, ya que la cobertura de las ramas de actividad no es la misma que la de la presente tesis. En concreto, EU-Klems incluye

algunas ramas de no mercado (AAPP), las economías domésticas y entes extraterritoriales. En la Tabla II.10 a continuación, se presentan las tasas de crecimiento medio de la PTF agregada por sub periodos, distinguiendo entre los dos tipos de agregaciones y deflatores para las estimaciones propias. Para las otras fuentes, los datos proporcionados son valores agregados por ponderaciones Domar y calculados a partir de deflatores TIC elaborados con la metodología del IVIE.

Tabla II.10. Tasa de crecimiento de la PTF: fuente propia y otras fuentes

PTF	Fuente	Deflatores	Ponderaciones	1995-2000	2001-2005	2006-2007	1995-2005	1995-2007
PTF producción	estimaciones propias	deflatores TIC, IVIE	Olley-Pakes	-1.31	-0.16	0.39	-0.73	-0.55
			Domar	-2.46	-0.11	0.08	-1.28	-1.06
		deflatores TIC, propios	Olley-Pakes	-1.46	-0.30	0.41	-0.88	-0.66
			Domar	-2.58	-0.26	-0.2	-1.42	-1.21
	Eu-Klems	Deflatores TIC, IVIE	Domar	-0.37	-0.36	-0.07	-0.36	-0.31
	BBVA		Domar	0.66	0.26	nd	0.46	nd
PTF VA	Eu-Klems	deflatores TIC, IVIE	Domar	-0.78	-0.8	-0.16	-0.79	-0.69

Las estimaciones propias en ningún caso incluyen la tasa de variación del año 1995, las ponderaciones Domar son iguala la valor de la producción con respecto al valor añadido en euros corrientes. Las ponderaciones Olley-Pakes son igual al valor de la producción de cada rama sobre el total anual. Los deflatores IVIE, son precios hedónicos .Se desconoce qué tipos de deflatores se usan para calcular las series publicadas por el BBVA. Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior se desprende que todas las estimaciones propias y de las demás fuentes, a partir del año 2000, se encuentran dentro del intervalo [-1;1]. Además, el perfil de todas las estimaciones es el mismo (a excepción del PTF definida en términos de valor añadido) ya que todas las tasas de crecimiento moderan sus descensos a lo largo del periodo. Por otro lado, las estimaciones con deflatores TIC del IVIE ofrecen un panorama más positivo que cuando se aplican los deflatores propios. Las estimaciones del BBVA son las más optimistas ya que apuntan a un crecimiento de medio punto en el periodo 1995-2005 mientras que las estimaciones propias (por deflatores y agregaciones distintas) en el primer periodo son las más pesimistas de la tabla. A partir del segundo periodo se sitúan entre los valores de la base de datos de EuKlems y los del BBVA, cuyas estimaciones arrojan los valores mayores.

A modo de conclusión se puede destacar que los valores de la tasa de variación media de la PTF agregada de la economía española para el periodo 1996-2007 muestran una debilidad que oscila entre -0.5% y -1.2%, (dependiendo de los deflatores y ponderadores empleados) lo que se compara con una tasa de -0.5% para los países de la eurozona y 1,7% para el periodo 1995-2005 (EU-Klems²², 2007).

²² De acuerdo a las estimaciones EU-Klems (2007), la tasa de crecimiento de la PTF para la eurozona excluida Grecia, Irlanda, Portugal, Suecia y Luxemburgo para 1995-2005 es de 0,4%. La PTF de la base de datos EU Klems está definida en términos de valor añadido.

11. Conclusión

A la luz de los datos generados y el análisis de los mismos, es posible afinar en las causas que explican la debilidad de la PTF española. La incorporación de capital TIC en los procesos productivos ha contribuido, en un número considerable de ramas (fundamentalmente de los servicios), a aumentar la producción entre 0,8 y 1,8 p.p. durante el conjunto del periodo 1996-2007. Los efectos de la revolución tecnológica sobre el crecimiento de la producción se amplían cuando se incorporan al análisis las TIC como bien de consumo intermedio, lo que empuja la contribución total de las TIC en algunas ramas a valores cercanos a 4 p.p. (*Fabricación de material electrónico*). Sin embargo, y a diferencia de lo que sucede en EEUU, el proceso de incorporación de las TIC no se ha visto acompañado por una renovación del capital tradicional (ni tampoco de los consumos intermedios no tecnológicos), puesto que una parte muy importante del crecimiento del producto se debe a la inversión en capital tradicional. Así mismo, en el lado negativo de la balanza, hay que mencionar que no se han detectado contribuciones relevantes de la mejora de la calidad del factor trabajo, puesto que el factor cantidad (horas de trabajo) sigue explicando mayoritariamente y en prácticamente las mayoría de las ramas el aumento de la producción, entre las que se incluyen las ramas productoras y usuarias de TIC. Con respecto a las ramas productoras TIC, en tres de las mismas (“*hardware*”, “*software*” y “*comunicación*”) entre 1996 y 2000, la PTF registra crecimientos importantes cuando se compara con el de las otras ramas de la economía española, pero muy por debajo de los valores de la economía americana. Los valores del crecimiento negativo de la PTF en la rama productora TIC, *Fabricación de material electrónico*, contrastan con el fuerte crecimiento registrado en EEUU. Además, si bien en EEUU, son las ramas usuaria TIC las que toman el relevo en el crecimiento de la PTF a partir de 2001, en España no se detecta una mejora en la PTF de las ramas usuarias de TIC, lo que constituye, uno de los elementos explicativos de la debilidad de la PTF española. En efecto, la rama de los *Seguros y planes de pensiones* y la de *Intermediación financiera*, independientemente del deflactor utilizado arroja tasas negativas de crecimiento de su PTF. Las ramas relacionadas con el comercio, que por otro lado no son intensiva en uso de las TIC en España, y que en EEUU son claves para explicar la fortaleza de la PTF americana, en España muestran sistemáticamente tasas muy débiles. Al lento proceso de renovación del capital tradicional y el escaso impulso al crecimiento derivado de las mejoras del capital humano, se añade la ineficiencia asignativa de los recursos entre ramas. Se estima que la ineficiencia asignativa en la descomposición de Olley-Pakes es responsable entre un 60% y el 100% de la debilidad de la PTF agregada (dependiendo de los deflatores TIC empleados). Desde un punto de vista metodológico, este capítulo pone en evidencia la necesidad de medir la contribución de las TIC al crecimiento incorporando los consumos intermedios TIC y proporciona una medida de la sensibilidad la PTF, agregada y por ramas, del uso de deflatores hedónicos para las TIC.



Capítulo III

PTF: Una explicación

Capítulo III PTF: Una explicación

Resumen

En este tercer capítulo de la tesis se estiman los determinantes del crecimiento de la PTF a partir de la medida no paramétrica de PTF para las 64 ramas de actividad de la economía española, calculada en el primer capítulo de esta tesis. Se estiman económicamente tanto los efectos internos como los efectos *spillovers* entre ramas y los efectos de capacidad de absorción, derivados de las TIC (como bien de capital, como bien de consumo intermedio, y en la renovación del capital tradicional), de los gastos en I+D, del capital humano, con la novedad de su distinción por género y por último, del grado de exposición al comercio internacional. El modelo se estima por métodos tradicionales (MCO-HC) y System GMM para controlar el sesgo por endogeneidad y como aportación de esta tesis, se estima el modelo de corrección del error (MCE) adecuado al panel de datos reunido.

Los resultados ponen en evidencia la importancia de las TIC para explicar el crecimiento de la PTF, en concreto, cuando la rama renueva su capital tradicional por el capital TIC y cuando cuenta con una dotación de capital humano suficiente para beneficiarse, tanto a corto plazo como a largo plazo, de las externalidades derivadas de un aumento de la inversión TIC del resto de las ramas. Además, se aporta evidencia empírica de los posibles costes de ajuste de la revolución de las tecnologías vinculados al incremento de los consumos intermedios TIC de las ramas productivamente cercanas a la rama estudiada. Así mismo, se confirma la relación positiva entre los gastos en I+D (a corto y a largo plazo) y la productividad, y la importancia cuantitativa de los efectos *spillovers* de I+D y los derivados del capital humano. Además, se identifica, la presencia de un efecto de capacidad de absorción, en el que el capital humano de la rama resulta necesario para que pueda absorber las externalidades de la inversión TIC del resto de las ramas. Se encuentra evidencia sobre la presencia de efectos de signo contrario del capital humano de mujeres y el capital humano de hombres a corto plazo sobre los cambios en la PTF y por último, se confirma la relación positiva entre el grado de exposición de una rama (en términos de exportaciones netas) al comercio internacional y el crecimiento de su PTF.

1. Introducción

El modelo de la contabilidad de crecimiento permite identificar las fuentes de crecimiento del producto pero no permite conocer cuáles son los factores que generan el crecimiento de la PTF. El determinar las fuentes de crecimiento de la PTF, ha generado un enorme interés entre la comunidad de investigadores y también entre los gestores de las políticas económicas. Los estudios sobre los factores que permiten explicar las mejoras de productividad son muy diversos, puesto que la estimación de los determinantes de la PTF se puede abordar desde distintos enfoques dependiendo de la medida de la PTF estimada (en el marco de la contabilidad del crecimiento, o distancia de Malmquist, estimación econométrica), del ámbito geográfico de aplicación (distinguiendo entre países desarrollados y países en vías de desarrollo), del nivel de agregación de los datos (con un predominio claro de datos agregados frente a un análisis sectorial o de empresas) y por último, y no menos importante, del método de estimación del modelo. Sin embargo, la mayoría de ellos tienen una raíz común, pues abordan la búsqueda de los determinantes a partir de los modelos de crecimiento endógeno en los que autores como Griliches, Romer, Grosman, Helpman entre otros, introducen una variable que refleje el stock de conocimiento medido por los flujos (pasados y presentes) de I+D o por la presencia de capital tecnológico, responsable de generar efectos externos sobre el crecimiento. Romer (1986 y 1994) y Lucas (1988) plantearon que la fuente generadora de las externalidades en el crecimiento era el capital humano y Cohen y Levinthal (2007) introdujeron el concepto de una capacidad de absorción de las externalidades vinculada al capital humano entre otros factores. Con una visión más internacional, Coe y Helpman (1993) plantearon como vehículo de transmisión de las externalidades tecnológicas foráneas, los flujos de comercio entre países. La “Nueva Economía” y la irrupción de las TIC ha impulsado el estudio de la relación entre la PTF y las nuevas tecnologías, al ser estas, fuente potencial de generar efectos externos.

Con respecto a la evidencia empírica sobre los determinantes de la PTF los trabajos, entre otros de Keller (2002), Verspagen (1997) y Frantzen (2002) han contribuido a generar un acuerdo generalizado de que los efectos externos derivados de la innovación tecnológica (recogido por gasto en I+D, número de patentes, stock de capital tecnológico, y más recientemente stock de capital TIC) tienen una influencia positiva en la PTF de las ramas de las manufacturas de los grandes países de la OCDE. En cuanto a la relación TIC, crecimiento y PTF, numerosos estudios americanos ponen de manifiesto que su uso en una economía globalizada ha contribuido a impulsar el crecimiento y a mejorar la productividad fundamentalmente de las ramas productoras TIC. Sin embargo, si bien el efecto directo de la producción de un sector TIC sobre la PTF, ha sido respaldado por la evidencia empírica, no sucede lo mismo con sus efectos indirectos. O'Mahony y Vecchi (2003) entre otros concluyen que las TIC han tenido un impacto positivo en los sectores usuarios TIC en EEUU mientras Stiroh (2001), encuentra que el ratio capital TIC por trabajador está negativamente relacionado con la PTF de la industria manufacturera en EEUU para el periodo 1984-1999. En esta línea, Haskel y Wallis (2010) tampoco encuentran evidencia de la presencia de efectos desbordamiento del capital TIC, ni de otros activos intangibles y como tampoco de I+D, cuando analizan datos agregados de la economía del Reino Unido. Con respecto al capital humano como elemento explicativo del crecimiento de la PTF, existe evidencia empírica que apunta a una relación positiva entre el uso de trabajadores cualificado y el crecimiento de la PTF (Mason y Vecchi, 2012; Doms Dunne y Troske, 1997), así como al papel que desempeña, como elemento

necesario, para la absorción de las externalidades tecnológicas (Aiyar y Feyrer (2002); Escribano, Fosfuri y Tribó, 2009).

Tras plantear los determinantes teóricos de la PTF, se presenta en detalle la evidencia empírica sobre los determinantes de la PTF para la OCDE y España. A continuación se presenta el modelo econométrico que se resuelve, en un primer momento por métodos tradicionales, mínimos cuadrados y mediante system-GMM para controlar el sesgo por endogeneidad cuyos resultados se comentan en el epígrafe 5.1. Adicionalmente, como las series del panel de datos exhiben una raíz unitaria y además están cointegradas, se estima el modelo de corrección del error (Engle y Granger, 1987) aplicado a panel de datos, lo que permite distinguir entre los efectos a corto y a largo plazo de los determinantes de la PTF cuyos resultados se analizan en el epígrafe 5.3. En la conclusión, se resume los resultados obtenidos sobre los determinantes de la PTF.

2. Las fuentes de crecimiento de la PTF en la teoría económica

Se ha visto en la primera parte de esta tesis como la interpretación de la PTF dentro (o incluso fuera) de la ecuación de la contabilidad de crecimiento es inmediata y relativamente sencilla. En el momento que se define la PTF como el residuo entre el crecimiento del producto y de los factores productivos utilizados, ponderados por su participación en la renta total y cuando se cumplen todos los supuestos de la ecuación del modelo de la contabilidad crecimiento, los cambios en la PTF son idénticos a la tasas de crecimiento del progreso técnico. Desde un punto de vista teórico, la respuesta, por lo tanto, debería de ser sencilla: explicar las causas de las variaciones de la PTF es en parte lo mismo que explicar cómo y por qué se produce el progreso tecnológico. Para hallar una explicación de los condicionantes de la productividad de los factores hay que superar el marco de la contabilidad del crecimiento, puesto que éste no está planteado para la identificación de las variables que determinan las variaciones de la productividad multifactorial.

Por otro lado, los modelos de crecimiento en los que el progreso técnico es exógeno, no proporcionan por definición una explicación al progreso técnico por lo hay que recurrir a los modelos de crecimiento endógeno en los que el progreso técnico es queda determinado por los valores de las demás variables del modelo en el que está integrado. Hay que señalar que los modelos de crecimiento endógenos proporcionan un marco idóneo para investigar los determinantes de la PTF

2.1. Modelos de crecimiento endógeno

Por modelos de crecimiento endógeno se entiende el conjunto de teorías y trabajos empíricos que se desarrollan en la década de los 80 ante el incumplimiento sistemático de la predicción del modelo neoclásico de la convergencia de rentas per cápita entre distintos países que propuso de R. Solow. Las nuevas teorías eliminaron dos hipótesis centrales de los modelos neoclásicos: el supuesto de que el progreso tecnológico, es exógeno y el que se refiere al hecho de que todos los países tienen acceso a las mismas oportunidades tecnológicas. Por el contrario, consideran que todo crecimiento, es un resultado endógeno del sistema económico y no, de fuerzas externas al mismo. Por lo tanto consideran que el progreso técnico, o los cambios en el nivel tecnológico, se deben explicar por las decisiones que adoptan los agentes económicos. Por ello no se trata aquí de repasar toda la literatura teórica sobre los modelos de crecimiento endógenos, sino solo de presentar de manera sistemática, las contribuciones teóricas a la explicación de los determinantes de la PTF y que posteriormente fueron explotados empíricamente para estimar sus variaciones.

Los modelos de crecimiento endógenos introducen como supuesto la existencia de competencia imperfecta o “modelos de crecimiento I+D”. Efectivamente, estos modelos permiten compatibilizar la existencia de competencia perfecta con el de rendimientos crecientes a escala, derivados de la presencia de economías externas dinámicas de origen tecnológico. De entre todo ellos, es necesario mencionar los trabajos de Griliches (1979, 1991) ya que se le considera pionero en el desarrollo de los mismos.

El modelo de Griliches parte de una función de producción (F) que relaciona una medida de output (Y) micro o macro, con un conjunto de inputs X, K, en donde X es un índice de inputs convencionales y K es una medida del estado actual de conocimiento técnico, determinado en parte por los gastos pasados y presentes en I+D.

$$Y_t = F(X_t, K_t) \quad (\text{III.1})$$

De esta manera se introduce la idea de que el stock de conocimiento frutos de los gastos en I+D en el pasado, constituye una fuente de crecimiento de productividad lo que permite retrasar o anular la ley de los rendimientos decrecientes del capital. Griliches afirma que “independientemente del origen de su financiación, la I+D produce ideas e información sobre nuevos materiales y componentes nuevas maneras de combinarlas o usarlas y nuevas formas de diseñar bienes y servicios para la satisfacción de necesidades potenciales de consumidores y productores”. Así mismo, distingue entre aquellas innovaciones que están incorporadas a un bien o servicio de aquellas que no lo están. En el primer caso, en la medida que estas innovaciones estén incorporadas al bien o servicio, lo que equivale a una mejora de calidad, el rendimiento social de dicha innovación es en principio medible. Esto sucede, cuando el precio de dicho bien capte la totalidad de la mejora de la calidad por lo que la ganancia de productividad se contabilizará en la rama generadora de la innovación. Por el contrario, si los índices de precios no recogiesen esta variación, en este caso, las ganancias de productividad se registrarían en la rama usuaria de dicho bien. En el segundo caso, cuando la innovación no está incorporada a ningún bien, sino que corresponde a ideas o “compounds” de la productividad fruto de las investigaciones de otras ramas, su efecto es más difícil de medir. En este caso, los frutos de esta innovación tienen las características de bienes no rivales y por lo tanto la apropiabilidad más allá de una pequeña fracción de su valor social, es inviable. Para estimar la magnitud de este efecto es preciso asumir hipótesis acerca de los agentes generadores de dicha innovación y de los mecanismos por los que se transmiten al resto de los usuarios.

La función de producción es ampliada para captar el efecto desbordamiento que en su planteamiento más general, Griliches expresa como,

$$Y_i = BX_i^{1-\gamma} K_i^\gamma K_a^\mu \quad (\text{III.2})$$

En donde Y_i la producción de la industria o empresa depende del nivel de inputs convencionales X_i (capital y trabajo), su stock de conocimiento K_i y del nivel de conocimientos de la conjunto de la economía o de la industria K_a . Las extensiones del modelo de Griliches se centraron en la introducción de rezagos de la variable I+D, así como del concepto de “proximidad” entre las industrias como medida del vehículo de transmisión de los efectos desbordamiento.

La aportación de Griliches a la teoría de la PTF es la introducción del stock de conocimiento, medido por los flujos (pasados y presentes) de I+D, así, como la identificación de efectos externos y de sus canales de transmisión a la rama usuaria y a las ramas cercanas y/o externas. Griliches puso de manifiesto la sensibilidad de la PTF a la valoración, en este caso del bien que incorpora la innovación.

Al modelo de Griliches, le sucedieron otros modelos de innovación tecnológica que se distinguen por la variable que incorpora la innovación. En el modelo de innovación endógena de Baro y Sala-i-Martin (1995) y de Aghion y Howitt (1998), se asume la presencia de rendimientos constantes a escala en los factores, junto con el supuesto de competencia imperfecta en los mercados de bienes y servicios. De ello resulta que las empresas están incentivadas a destinar las rentas excedentarias a la innovación de nuevos bienes de capital muy especializados que aumentan la eficiencia del factor trabajo y por lo tanto el producto. De manera general, Sala-i-Martin identifica dos mecanismos a través de los cuales, las actividades de I+D contribuyen al crecimiento económico. La primera, es a través del efecto directo de la actividad en I+D, vía creación de nuevos tipos o variedades de bienes de capital, lo que equivale a una progresiva división y especialización en el sector de los bienes de capital. La segunda vía a través de la cual las actividades en I+D contribuyen al crecimiento económico, es por medio de los efectos de difusión de la I+D lo que contribuye a aumentar el stock agregado de capital tecnológico.

Paralelamente, aunque el modelo de Lucas (1988) parte de un modelo con una estructura muy similar a los anteriores, explota la idea de que la fuente generadora de externalidades positivas es el capital humano (conjunto de habilidades, cualificación y formación de un trabajador) y no el capital físico. Siendo H igual al número de trabajadores con educación secundaria, la expresión de la relación funcional de producción de la rama j se expresa como,

$$Y_j = A(H)F(K_j, L_j) \quad (\text{III.3})$$

Una síntesis de ambos modelos se encuentra en el modelo AK de Rebelo (1991) que se caracteriza por la existencia de rendimientos constantes en el factor acumulable “capital en sentido amplio” que recoge tanto el capital físico como humano.

Con ánimo de profundizar en los mecanismos por los que el capital humano mejora la producción y eficiencia, el modelo de Romer (1986) incorpora a los modelos de crecimiento endógeno, la línea de investigación iniciada por Arrow, a principios de la década de los 60, sobre los modelos “de aprendizaje en el puesto de trabajo” (*learning by doing*). La hipótesis básica es que el aprendizaje es producto de la experiencia, por lo que los aumentos de productividad pueden originarse por la acumulación adquirida de la experiencia.

2.2. Efectos externos o spillovers

Como se desprende de las teorías del crecimiento endógeno, el input conocimiento en su sentido más amplio se integra en estos modelos por sus efectos indirectos sobre el crecimiento de las otras ramas, empresas o incluso economías. Efectivamente, el “conocimiento” se caracteriza por ser en su totalidad o en algunos de sus aspectos, bien no rival y no excluible, lo que le confiere la capacidad de ser generador de externalidades de producción, lo que se traduce en un incremento de la PTF.

El progreso técnico o progreso tecnológico es un bien no rival ya que el uso por parte de una empresa o individuo no impide su utilización, simultánea, por parte del resto de los agentes económicos. Como señala Nordhaus (1969), la información científica y técnica constituye una mercancía indivisible, entendiéndose por ello, el hecho de que una vez se ha obtenido, su transmisión al resto de los agentes se puede llevar a cabo a un coste marginal cero. Además, es tan sólo parcialmente excluible, siendo el grado de apropiabilidad o excluibilidad dependiente de los sistemas de protección intelectual, tales como, las patentes y el derecho de propiedad existentes. De hecho, la naturaleza del capital tecnológico de bien intangible, no rival y parcialmente excluible, no permite a las

empresas que invierten en conocimiento apropiarse plenamente de sus frutos, lo que confiere a las inversiones en conocimiento, la característica de generadoras de economías externas. Como señala Romer (1986), “la inversión en conocimiento sugiere la existencia de una externalidad natural. La creación de nuevo conocimiento por parte de una empresa se supone que tiene un efecto externo positivo sobre las posibilidades de producción del resto de las empresas debido a que el conocimiento no puede ser perfectamente patentado o mantenido en secreto”.

Ateniéndonos a la clasificación analítica de efectos desbordamiento que inicialmente Jaffe (1996) aplicó a las externalidades de I+D, se pueden distinguir tres tipos de efectos desbordamiento asociados, de manera general, con el input conocimiento: efectos desbordamiento de conocimiento, desbordamiento de mercado y desbordamiento de red o “network”. Como se verá estos se pueden producir de manera aislada aunque también de forma simultánea.

2.2.1. Desbordamiento de conocimiento

El efecto desbordamiento de conocimiento se produce cuando el “conocimiento” o hallazgo creado por un agente puede ser utilizado por otro, sin compensación económica o por una compensación económica muy inferior a su valor. Es decir, el efecto externo tiene lugar cuando se transmite un conocimiento de un sector a otro, no siendo este intercambio de conocimiento, objeto de transacción económica. Sencillamente surge porque las nuevas ideas o numerosas innovaciones, por su naturaleza de bien intangible, se pueden aplicar a otros campos y generar nuevas ideas. Si a esto se le añade la vulnerabilidad de los sistemas de protección intelectual, o la dificultad de mantener en secreto un hallazgo o invención, el conocimiento desborda del sector que realiza el esfuerzo inversor, o más gráficamente, se producen fugas de conocimientos hacia otros sectores.

De manera general, el desarrollo comercial y uso de un nuevo conocimiento tenderá a difundirlo, independientemente de la voluntad de su inventor. Esta comercialización tiende a revelar, por lo menos algunos aspectos de este nuevo conocimiento a otros agentes del mercado. Por lo tanto es el hecho de explotar económicamente el nuevo conocimiento que la investigación genera, lo que conduce a una transferencia o fuga de conocimiento hacia otras ramas o empresas.

2.2.2. Desbordamiento de mercado

Se produce un efecto desbordamiento de mercado cuando el intercambio, en el mercado de ese nuevo producto o proceso genera que una parte de los beneficios fluya hacia agentes distintos de la empresa innovadora. Debido a que el desbordamiento se produce a través del intercambio en el mercado y bajo la forma de apropiación de beneficios, y no por el desbordamiento del conocimiento o de fuga de conocimiento, estos efectos reciben el calificativo de mercado. Ya Griliches (1979) reconoció la existencia de dicho efecto, aunque él lo denominó efectos desbordamiento “pecuniario”. Para dicho autor, se producía un efecto desbordamiento pecuniario cuando los inputs, fruto de una innovación o mejora, se intercambian a un precio que no refleja en su totalidad dicha innovación incorporada o la mejoría. En dicho caso, los efectos de la innovación o el hallazgo pasan a ser disfrutados por el sector que adquiere dicho insumo en términos de menores costes y por lo tanto de mejoras en la productividad. De hecho, si los precios de los inputs reflejasen estas mejoras de calidad, entonces el incremento de productividad podría asignarse con mayor precisión al sector originario de la misma. De la misma manera, se pueden producir efectos desbordamiento de mercado en el que sean los consumidores los

que sean receptores del efecto desbordamiento. Cuando los consumidores adquieren un producto con mejoras de calidad o tecnológicas a un precio que no refleja en su totalidad estas mejoras, entonces los consumidores mejoran su utilidad. Este incremento de utilidad de los consumidores supone un incremento del beneficio social que, sin embargo, no revierte en la empresa innovadora, en términos de productividad. De hecho cada vez que una empresa crea un nuevo producto o reduce el coste de un producto existente, si el precio de intercambio no refleja la mejora de calidad en su totalidad (o los gastos de I+D, por ejemplo para lograr la reducción de los coste de producción), conducirá a una transferencia de beneficios desde la rama innovadora hacia los compradores del bien que incorpore la innovación, sean estos otras empresas o demandantes finales.

2.2.3. *Desbordamiento de red*

El efecto desbordamiento de red se produce cuando el valor económico o comercial de una nueva tecnología depende en gran medida del desarrollo de un conjunto de tecnologías relacionadas. Un ejemplo claro de efectos de red es el que se produce entre los fabricantes de aplicaciones de software para un sistema operativo nuevo. Si una empresa desarrolla una aplicación concreta, el consumo de dicha aplicación dependerá de que otras empresas desarrollen suficientes aplicaciones para el nuevo sistema operativo, para que la nueva plataforma sea lo bastante atractiva y completa para su uso. En el caso de efectos desbordamiento de red, cuando los beneficios de una empresa dependen en gran medida de que una fracción suficientemente grande del proyecto sea llevada a cabo con éxito por otras empresas, la empresa innovadora puede no decidirse a realizar su parte, ante el riesgo de que otras empresas no realicen su parte correspondiente. Por el contrario, el hecho de que una empresa lleve a cabo su fracción del proyecto, genera per se una externalidad positiva, ya que aumenta la probabilidad de que la masa crítica del proyecto se alcance. La presencia de externalidades de redes y comportamientos e incentivos de las empresas se suelen abordar desde la teoría de juegos.

2.3. *Medición de los efectos desbordamiento*

Desde hace más de 50 años, los economistas han intentado cuantificar los efectos desbordamiento originados por el conocimiento sobre múltiples magnitudes como la producción, la rentabilidad de las empresas, la inversión directa extranjera, las exportaciones, pero principalmente, sobre la PTF. Para estimar la existencia, signo y magnitud de los efectos desbordamiento de conocimiento los economistas se plantearon dos preguntas previas al análisis de los *spillovers*: La primera, ¿Qué variable, reflejo del input conocimiento, es generadora de efectos externos? Y la segunda ¿Cuál es el canal por el que se transmiten los efectos externos? Quedaban resueltas así, cuestiones como la creación y transmisión del conocimiento. Pero pronto los economistas como Abramovitz (1986) Cohen y Levinthal (1990) comprendieron a la luz de la evidencia empírica, que había que completar el análisis introduciendo la noción de la “capacidad social” y “capacidad de absorción” de la tecnología, conceptos que engloban factores estructurales, no solo económicos, sino también sociológicos, políticos, geográficos, y culturales.

2.3.1. *Variables generados de efectos externos “de conocimiento”*

Por definición, “el conocimiento” en sentido amplio no es directamente observable, por lo que se recurre para su medición a los inputs observables y medibles que participan en el proceso de creación del conocimiento y a los outputs que lo incorporan, existiendo por lo tanto distintas medidas susceptibles de ser generadoras de efectos desbordamiento. Se mencionan a continuación las variables relativas al conocimiento, que han despertado el

interés de los economistas por su capacidad (efectiva o potencial) de generar efectos desbordamiento.

2.3.1.1. Efectos externos de I+D

El término de efecto desbordamiento de I+D se utiliza para designar generalmente los beneficios económicos de un determinado agente económico, derivados de las actividades de I+D realizadas por otro agente económico distinto. Griliches ya en año 1979 estableció que los efectos externos de I+D suponen una ganancia de conocimiento directo por parte de un sector distinto al sector protagonista de la inversión en I+D.

En general, las medidas más utilizadas suelen ser valores que reflejen los esfuerzos en I+D de la unidad objeto de estudio, tales como los gastos en I+D, el stock de capital tecnológico (como suma de flujos de I+D pasado y presentes), la inversión en bienes de capital de I+D, los gastos en personal investigador, los gastos en I+D de otros países. Estas variables se introducen en los modelos, definidas para el resto de la ramas, es decir externas a la unidad cuya PTF está siendo estimada. La I+D es generadora de los tipos de externalidades anteriormente mencionados. Efectivamente se producen casos de desbordamiento de conocimiento de I+D, en general en la etapa de investigación básica, así como en casos de ingeniería inversa. Otro ejemplo quizás menos obvio, es el que se produce cuando una empresa abandona una línea de investigación, mandando por lo tanto una señal al resto del mercado, de que dicha línea no es rentable, lo que permite a la competencia ahorrarse los recursos necesarios para llegar a dicha conclusión. En general, el agente receptor de la externalidad utilizará el conocimiento para copiar o imitar un producto comercial o como input para su propio proceso de investigación.

Además, las externalidades de I+D presentan rasgos de desbordamiento de mercado cuando se intercambian como un efecto externo de una transacción como por ejemplo el intercambio de bienes y servicios (Terleckyj 1974), el intercambio potencial de patentes (Scherer, 1982) y la producción y uso de la innovación (Steracchini, 1989). En estos casos, se asume que los efectos desbordamiento de I+D son proporcionales a estos flujos o incluso que están incorporados a los mismos. Por último, la I+D es susceptible de generar desbordamiento de red, cuando la viabilidad de un proyecto depende de que varias partes aporten una fracción de la I+D al proyecto.

2.3.1.2. Efectos externos del capital humano

El capital humano, correlacionado con el nivel de formación especializada que tienen los agentes económicos o individuos de una sociedad, se incluye como elemento determinante del crecimiento del producto a partir de los trabajos de Lucas (1988) (aunque previamente Uzawa (1965) ya la había hecho). Lucas considera que la fuente generadora de externalidades positivas es el capital humano (conjunto de habilidades, cualificación y formación de un trabajador) y no el capital físico.

Más allá del consenso generalizado del efecto positivo de las mejoras en la cualificación de factor trabajo sobre la producción o productividad por trabajador, los economistas han investigado los efectos tanto directos como indirectos del capital humano: el primero, la educación aparece como un factor más de producción y el segundo, como un elemento que desarrolla la capacidad de absorción del progreso tecnológico por parte de una unidad productiva. Autores como Abramovitz (1986) y Cohen y Levinthal (1990) encuentran en el capital humano el elemento que explica por qué los países rezagados en la generación de innovación, son capaces, sin embargo, de alcanzar un nivel alto de progreso técnico.

2.3.1.3. Efectos desbordamiento de las TIC

La producción de bienes y servicios TIC se caracteriza por una elevada intensidad tecnológica, mientras que el uso de las mismas por sus efectos múltiples, entre los que se pueden citar, efectos de carácter estructural en la mayoría de procesos productivos, en la organización y estructura de la empresa, en la especialización, en la coordinación entre las etapas de la fabricación y comercialización, en la velocidad de respuesta ante cambios de la demanda con el consiguiente descenso en la gestión de existencias. Todo ello, junto con el drástico descenso de los precios de las TIC a la par de un crecimiento exponencial de sus prestaciones, sitúa a las TIC como bienes o servicios generadores naturales de efectos de desbordamiento o efectos *spillovers*. En la teoría económica, los efectos desbordamiento de las TIC se integran dentro de los modelos de crecimiento endógenos y como progreso técnico incorporado al factor capital, tanto definido para las ramas inversoras o usuarias, como para el resto de las ramas usuarias, lo que implícitamente supone que existe una brecha entre la valoración privada del bien, reflejada en su precio, y su valoración social.

Las TIC pueden, por lo tanto, ser generadoras de efectos externos de tipo “*learning by doing*” al modificar los procesos productivos, pero también, de “*spillovers*” pecuniarios ya, que la fuerte competencia junto con la innovación en los sectores productivos TIC, han permitido a los sectores usuarios de TIC, beneficiarse del descenso continuado en sus precios. Bresnahan (1986), identifica estos efectos en cadena como externalidades verticales. A estas externalidades, vienen a sumarse las externalidades de red que se producen cuando un número suficiente de actores incorpora TIC en sus procesos organizativos lo que se traduce en una mejora en la eficiencia de las transacciones entre empresas (Atrostic y Nguyen, 2005). Aghion (2002) describe el aprendizaje de la incorporación y del uso de las nuevas tecnología a partir de la experiencia de otras empresas. Los mecanismos teóricos por los que la TIC pueden ser generadores de externalidades son múltiples, sin embargo a la hora de estimar la presencia y su magnitud, los investigadores no han alcanzado una evidencia clara. De allí que autores como Cohen y Levinthal (1990) se plantearon la necesidad de analizar la capacidad de absorción de una economía, rama o empresa, para beneficiarse de las ganancias de productividad de la TIC.

Paralelamente a estos desarrollos, el concepto tecnología de uso general (TUG), General Purpose Technology introducido por Bresnahan y Trajtenberg en 1995, completa el análisis teórico de los efectos *spillovers* de las TIC. Las TIC, presentan las tres características que definen las TUG: la incorporación de innovación tecnológica, el uso generalizado de la mayoría de los sectores de la economía y, por último, el ser motor de desarrollo de nuevas innovaciones y fuente generadora de efectos externos. Por ello, las empresas usuarias de las TIC deben desarrollar innovaciones complementarias a las TIC para rentabilizar sus inversiones. Sin embargo, la creación de estas innovaciones requieren tiempo, por lo que se reconoce la posibilidad de un efecto retardo en la aparición de ese mayor rendimiento e incluso de anulación. Efectivamente, la introducción de las nuevas tecnologías en el seno de la empresa requiere de un entorno y de tiempo suficiente para el total aprovechamiento de las TIC. Autores como Brynjolfsson y Hitt (2003) exponen que la adopción de TIC necesita un periodo de cambios en la empresa en la estructura organizativa, en la dotación de aditivos complementarios a las TIC, prácticas empresariales y comerciales diferentes, para que los efectos externos se produzcan, lo que se estima sucede una vez transcurrido un plazo de 5 años, desde la incorporación de las TIC. Estos autores consideran que durante ese periodo de adaptación, se pueden generar

nuevos costes en términos de eficiencia, o lo que es lo mismo, efectos externos negativos, que pueden limitar o incluso cancelar temporalmente los de signo positivo.

En los países en vía de desarrollo, la presencia de barreras y coste de entrada en sectores de tecnología madura junto con las reformas económicas de los noventa ha conducido a lo que se ha denominado un perfil tecnológico adaptativo que no permite la generación endógena del progreso técnico (Ocampo 2008).

Frente a estas teorías, otros autores consideran que la raíz del debate sobre la relación TIC productividad es metodológica. Solow (1987) lo deja claro cuando afirma que “*the influence of computers is seen everywhere except in the productivity statistics*”, siendo la principal dificultad metodológica la estimación de los precios de las TIC, tal como ya se ha abordado en el capítulo II de esta tesis.

2.3.1.4. ¿Género y PTF?

Son numerosos los modelos que estudian los efectos, directos, indirectos e incluso bidireccionales de la discriminación de género, sobre el crecimiento en las economías en vía de desarrollo (Dollar and Gatti, 1999; Seguino y Stterfield, 2010). Sin embargo, para las economías avanzadas, este tipo de estudios son escasos, por lo que la relación entre género y crecimiento en economías desarrolladas constituyen un campo fértil para la investigación.

En cuanto a la relación género-PTF, desde un punto de vista teórico, la posibilidad de que el género pudiera contribuir a explicar las variaciones de PTF se explicaría, en el contexto de los modelos neoclásicos por alguno de los siguientes mecanismos: En primer lugar, si se acepta que la educación y habilidades o aptitudes de las mujeres y hombres son las mismas, la existencia de discriminación salarial o de género en una empresa, vendría a significar que la asignación de las mujeres dentro de la empresa es ineficiente. Por otro lado, en la medida que las características del mercado laboral de la mujer son diferentes a la de los hombres en cuanto a salarios, jornadas, tasa de absentismos, bajas laborales etc., alguno de estos factores podría estar detrás de cualquier relación entre la PTF y el género. Finalmente, podría darse el caso de que por factores sociológicos o biológicos (tasa de fertilidad, número de hijos) la productividad del factor trabajo fuese distinta por género y el mercado no lo captase en su justa medida.

2.3.2. Canal de transmisión de dicho efectos

Los primeros modelos de crecimiento endógenos con efectos externos, como el de Griliches (1997) o Romer (1986,1990), asumían que la producción dependía de la suma de stock de conocimiento del resto de las industrias. Los desarrollos posteriores introdujeron el supuesto más realista de que las industria i se apropia de una fracción del stock de “conocimiento” del resto de las industrias, lo que se expresa funcionalmente como,

$$K_i = \sum_j w_{ij} K_j \quad (\text{III.4})$$

En donde, w_{ij} recoge la fracción en la que la empresa i se apropia del conocimiento de las otras ramas (j) y cuya magnitud refleja el valor del concepto de “distancia” entre las ramas.

En este sentido, se definió inicialmente, la distancia desde un punto de vista geográfico (Evenson 1968), aunque pronto se impuso el concepto de distancia tecnológica, algo difícil de definir desde un punto de vista empírico. Browns y Conrad (1967) recurrieron a las tablas input output y a los coeficientes interindustriales como medida de interdependencia productiva. En otros casos, se consideró que el efecto desbordamiento

es proporcional al intercambio de bienes y servicios (Terleckyj 1974), al intercambio potencial de patentes (Scherer, 1982) y a la producción y uso de la innovación (Sterlacchini, 1989). Todo ello hizo, que el concepto de distancia geográfica, fuese sustituido por una medida de proximidad basada en la clasificación horizontal NSF de actividades económicas, en la realización del mismo de tipo de I+D (Goto y Suzuki 1989), en la contratación de investigadores con características muy similares o en la similitud de sus patentes (Jaffe, 1986). Con una visión más internacional, Coe y Helpman (1993) plantearon como vehículo de transmisión de las externalidades tecnológicas de I+D, los flujos de comercio entre países, algo que en algunas casos, aunque no siempre, avala la evidencia empírica (Barrio, Lopez y Serrano 2002).

2.4. Capacidad de absorción

Los modelos de innovación endógenos con (o sin) efectos desbordamientos tecnológicos no proporcionaron una explicación a la controversia de la convergencia de rentas. Efectivamente, la visión propugnada por los economistas neoclásicos y posteriores de que el nivel de conocimiento o de tecnología era un stock de información al que todos los agentes podían acceder e incorporar a sus procesos productivos sin coste alguno, entraba en contradicción con la observación empírica de que países, con un elevado stock de conocimiento, eran superados por economías con menores dotaciones de tecnología.

En este contexto, los historiadores económicos como Gerschenkron a principios de los 60, proporcionaron una visión distinta del conocimiento o estado de la tecnología. En clara oposición al enfoque neoclásico, para estos estudiosos, el conocimiento, está profundamente enraizado en la capacidad específica de cada empresa y su entorno, y por lo tanto no es fácilmente transferible a otras empresas, como preconizaban los economistas neoclásicos. El proceso de convergencia de renta y de productividad no se alcanza por la mera fuerza de los mercados, sino que depende de un enorme esfuerzo, por parte de los agentes económicos, así como, de factores institucionales y estructurales.

Nutriéndose de esta nueva visión, economistas como Cohen y Levinthal (1990) introdujeron conceptos como el de capacidad de absorción y congruencia tecnológica, mientras que Abramovitz (1986) desarrollo el concepto de capacidad social. Estos nuevos conceptos permitieron explicar por qué algunas empresas o naciones, a pesar de estar a la cola en innovación tecnológica, eran, sin embargo, capaces de incorporar y utilizar nuevas tecnologías y converger en términos de renta y productividad con los países líderes en tecnología. A pesar de que Abramovitz (1994) reconoce la dificultad de medir la capacidad social de una empresa, establece que está estrechamente relacionada con la competencia técnica o nivel de educación de sus trabajadores, la experiencia en organización y gestión en grandes empresas, el desarrollo de instituciones y de mercados financieros, la estabilidad de los gobiernos, la inexistencia de corrupción.

En la medida que las condicionantes expuestos por se relacionan con los determinantes a largo plazo de la PTF, se aborda con mayor detenimiento, el concepto de capacidad de absorción de la tecnología desarrollado por Cohen y Levinthal (1990) que proporcionan un enfoque teórico susceptible de ser aplicado a los datos de PTF de la economía española, estimados en el primer capítulo de esta tesis. Estos autores defienden que para que una empresa, industria o rama sea capaz de reconocer el valor de la información, asimilarla y aplicarla con un objetivo comercial o productivo es necesario que la empresa, (industria) reúna unas condiciones previas relativas, relacionadas tanto con las personas que emplea como con su organización. Al conjunto de estas condiciones previas es lo que se denomina capacidad de absorción.

Así, la capacidad de absorción de una organización dependerá no sólo de la suma de la capacidad de absorción de sus miembros individuales, sino además, de la que emane de su sistema organizativo. Por un lado, los estudios de las teorías de las ciencias cognitivas y conductuales, determinan que un individuo será más capaz de adquirir, aplicar y desarrollar nuevos conocimientos cuanto mayor sea su conocimiento acumulado en otras áreas (Bower and Hilgard 1981). La habilidad para almacenar nuevos conocimientos dependería de la capacidad de un individuo para “aprender a aprender”, lo que está estrechamente relacionado con una mayor experiencia en procesos de aprendizajes (Ellis 1965). Finalmente, la habilidad de resolver problemas junto con una mayor creatividad son condiciones necesarias para desarrollar nuevos conocimientos (Simon 1985). Además, las contribuciones de Lindsay y Norman (1977) muestran que no basta con exponer a un individuo a un conocimiento nuevo, sino que para el desarrollo de una capacidad de absorción efectiva son necesarias unas dosis de esfuerzo y de dedicación considerables.

Más allá de la capacidad de absorción individual de los trabajadores de cualquier unidad, la propia organización puede desarrollar su propia capacidad para adquirir, asimilar y explotar información. Son varios y diversos los aspectos relacionados con esta capacidad y entre los mismos se encuentran los sistemas de comunicación internos y externos, la localización dentro de la empresa de las personas capacitadas técnicamente para incorporar y comunicar nuevos conocimientos absorbidos del exterior, la existencia de cierto grado de duplicidad de departamentos relacionados con el ciclo del producto, la rotación y formación, pero fundamentalmente con los gastos en I+D. Es decir, los flujos de I+D son un reflejo del incentivo de las empresas a aprender. Efectivamente, Cohen argumenta que los gastos en I+D (presentes y pasados) de una empresa, afectan no sólo a la capacidad directa de innovar de la empresa sino también, a la indirecta, a través de la innovación externa, ya que los flujos de I+D aumentan directamente su capacidad de absorción. Este autor defiende que la capacidad es en cierto modo un producto secundario de la I +D del pasado.

El supuesto de la existencia de la capacidad de aprendizaje permite introducir en los modelos de estimación de la PTF variables que capten la relación de complementariedad entre los gastos en I+D de la empresa o industria o del capital humano y de los efectos de desbordamiento de las TIC.

3. Evidencia empírica acerca de los determinantes de la PTF

El determinar las fuentes de crecimiento de la PTF, ha generado un enorme interés entre la comunidad de investigadores y también entre los gestores de las políticas económicas. Los estudios son tan múltiples como diversos y abordan la búsqueda de los determinantes desde distintos enfoques. Las diferencias de estos trabajos radican principalmente en el cálculo de la PTF (en el marco de la contabilidad del crecimiento, o distancia de Malmquist, estimación econométrica), en los países analizados (distinguiendo entre países desarrollados y en países en vías de desarrollo), en el nivel de agregación de los datos (con un predominio claro de datos agregados frente a análisis sectoriales o de empresas) y por último, y no menos importante en el método de estimación del modelo.

El documento, *Determinants of total factor productivity: a literature review*, de Anders Isaksn (2007) proporciona una síntesis de los principales resultados que sobre los determinantes de la PTF han sido publicados desde 1990. Este proporciona una visión estructurada de las distintas fuentes de crecimiento contrastadas de la PTF. De acuerdo con el autor, los determinantes del crecimiento de la PTF que han sido validados empíricamente pueden englobarse en cuatro grupos distintos: i. creación, transmisión, y

absorción del conocimiento; ii. Oferta de factores y asignación eficiente; iii. Instituciones, integración y “*invariants*”; y por último, iv. Competencia, dimensión social y medio ambiente. El documento concluye que los dos primeros grupos hacen referencia a determinantes que afectan a los cambios de la PTF en el medio plazo, mientras que los del tercer y cuarto grupo, tendrían un impacto a más largo plazo, de allí que se les denomine “*deep determinants*”.

Se mencionan a continuación, las conclusiones de trabajos empíricos sobre la cuestión, dando prioridad, en la selección, a los trabajos que por metodología, desagregación y tipo de economía, son comparables al planteado en la presente tesis. Se agrupan los resultados por variables explicativas de la PTF, destacando la literatura sobre la economía española y sobre la de los principales países de la OCDE, mencionando tanto las estimaciones de los efectos directos como indirectos. De todos los determinantes mencionados anteriormente, y debido a la extensión del periodo analizado en la aplicación numérica (epígrafe 4 de este capítulo), nos centraremos en los determinantes a medio plazo que se pueden relacionar con la creación, transmisión, y absorción del conocimiento y con la oferta de factores y asignación eficiente. Se dejan de lado, por lo tanto, otros determinantes más a largo plazo relativos a la estructura social, al clima de inversión y al medio ambiente.

3.1. Evidencia empírica sobre la relación entre la I+D y PTF

Los primeros trabajos empíricos que abordaron la relación PTF y gastos en I+D se iniciaron en la década de los años 70, sobre los sectores de las manufacturas de los principales países desarrollados y utilizaron como variable dependiente la PTF y como variables explicativas el stock tecnológico del sector o flujos de I+D sobre el valor añadido (o de la economía agregada) y del resto de los sectores (o foránea). Los trabajos, entre otros de Keller (2002), Verspagen (1997), Frantzen (2002) han contribuido a generar, un acuerdo generalizado de que los efectos externos derivados de la innovación tecnológica (recogido por gasto en I+D, número de patentes, stock de capital tecnológico, y más recientemente stock de capital TIC) tienen una influencia positiva en la PTF de las ramas de las manufacturas de los grandes países de la OCDE.

3.1.1. En países de la OCDE

De los múltiples trabajos que relacionan PTF y flujos de I+D, destacan los trabajos de E. N. Wolff sobre la economía americana, cuya última actualización “*Spillovers, Linkages and Technical Change*”, actualizado en el documento “*Spillovers, Linkages, and Productivity Growth in the US Economy, 1958 to 2007*” data de 2012. Wolff utiliza las tablas Input Output de los años 1958, 1967, 1977, 1987, 1997 y 2007 para calcular las variaciones de la PTF de 68 sectores de la economía americana. Estima la magnitud de los efectos desbordamiento de I+D y de los efectos desbordamiento de productividad (medidos por el cambio de productividad total de los factores del resto de los sectores) sobre las variaciones de la productividad sectorial y proporciona una estimación de la tasa de rendimiento directa de la I+D introducida como gasto en I+D con respecto al valor añadido de cada rama. Los resultados de este estudio muestran que el valor del rendimiento directo de la I+D (entre 10%-13% entre 1958-1997) del 22% para el conjunto de los años, es menor que el del efecto desbordamiento de la I+D cuya estimación se sitúa en el 37%. Además, y de manera más importante los desbordamientos de productividad del resto de los sectores (o progreso técnico) son muy elevados del 130% hasta 1987, aunque pierden fuerza cuando se incorporan a la muestra los años 1987 y 2007.

Finalmente, Wolff muestra que la importancia de las externalidades de I+D tiende a aumentar con el paso del tiempo, en detrimento de las externalidades de PTF.

Por otro lado, merece especial atención el análisis de Sakurai, Papaconstantinou y Ionnidis, “*Impact of R&D and Technology Difusion on Productivity Growth: Empirical Evidence for 10 OECD countries*” de 1997. Estos estiman la relación entre la PTF y la I+D, a partir de una función de producción Cobb-Douglas, en la que la inversión en I+D se incorpora como un factor más de producción junto al capital y al trabajo, todo ello para el sector manufacturero y el de los servicios de 10 países de la OCDE durante los años 1970 y 1980. La principal conclusión de este estudio, es que la importancia relativa de los efectos desbordamiento varía entre los distintos países, entre los sectores y con respecto al tiempo. Además, en él se concluye que los efectos desbordamiento de I+D intrasectoriales son superiores al rendimiento directo de la propia I+D. Por último, para el conjunto de los 10 países estos autores no encuentran signos de efectos desbordamiento de la I+D en las manufacturas, pero sí en el sector servicios (especialmente en el sector de información y telecomunicaciones), siendo dicho efecto muy fuerte de hasta 250% en la década de los 80.

Más reciente es el trabajo de Añon (2004), “*The Impact of Research and Development Spillovers on UK Manufacturing TFP*”. La autora estudia empíricamente la importancia de los efectos desbordamiento tanto, del esfuerzo nacional en I+D como, del internacional en términos de productividad para el sector de las manufacturas del Reino Unido. Añon concluye que la inversión en I+D redunde en un efecto positivo sobre la PTF del sector protagonista del esfuerzo inversor, así como, sobre la PTF del resto de los sectores más próximos. Por el contrario no son significativos los efectos externos derivados de la I+D realizada por empresas extranjeras.

A modo de recapitulación, sobre los valores estimados de los efectos directos y efectos desbordamiento de I+D sobre la productividad total de los factores, merece la pena destacar las conclusiones recogidas por Mairesse y Mohnen (1990). Estos autores publican estimaciones del rendimiento²³ de la inversión en I+D de los principales países de la OCDE que sitúan en un rango de valores muy amplio de entre el 15% y el 25% y concluyen que el rendimiento de la I+D tiende a arrojar valores menores cuando se introducen datos desagregados por industria. Con respecto a la elasticidad de la I+D, estos mismos autores estiman valores notablemente inferiores, entre 0,05-0,18 y de nuevo confirman la pérdida de significación y disminución del parámetro estimado cuando se analizan datos desagregados y series temporales (frente a datos de corte transversal). Con respecto a los efectos spillovers de I+D sobre el crecimiento de la PTF sectorial para la economía americana, Wolff (2011) estima valores muy por encima de la elasticidad de la I+D de la rama y detecta un aumento de los mismos durante el periodo 1989-2007 frente al periodo 1958-1987.

3.1.2. Sobre la economía española

Las estimaciones de efectos desbordamiento tecnológicos de I+D sobre la economía española siguen muy de cerca la metodología de las investigaciones que se han realizado sobre los principales países de la OCDE (EEUU, Canadá, Reino Unido, Corea, Noruega, Finlandia entre otros). En España la mayoría de los trabajos parten de una función de

²³ El rendimiento se calcula como $\hat{\beta} \cdot y_{i+d}$, siendo $\hat{\beta}$ el parámetro estimado de una regresión de los gastos en I+D sobre la tasa de variación de la PTF entre otras variables. y es una medida de la producción, $i+d$ los gastos en I+D, variables definidas para la unidad analizada.

producción tipo Cobb-Douglas en la que se estiman los cambios en PTF en función de una variable tecnológica (stock tecnológico de I+D, ratio gastos I+D sobre valor añadido), propia del sector o país estudiado y otra relativa al resto de los sectores o restos países, para captar las externalidades. Con respecto a la desagregación, en general las estimaciones de *spillovers* se realizan para la economía agregada o en algunas ramas concretas de las manufacturas.

El trabajo de Pilar Beneito “*R&D Productivity and Spillovers at the Firm Level: Evidence from Spanish Panel Data*” publicado en *Investigaciones Económicas* en 2001 analiza la relación entre la PTF y las inversiones en capital tecnológico y la presencia de efectos *spillovers* de I+D en el sector de las manufacturas durante el periodo 1990-1996. En concreto, la autora utiliza la Encuesta de Estrategias Empresariales publicada por la Fundación Empresa Pública para elaborar una muestra de 501 empresas. El trabajo estima una función de producción tipo Cobb-Douglas con factores de producción tradicionales y dos variables: una, que recoge el stock de capital tecnológico del sector y la otra, que recoge el esfuerzo en I+D del resto de los sectores para captar los efectos desbordamiento. Hay que precisar que esta variable es una variable dicotómica (empresa alta tecnología, y empresa de no alta tecnología) elaborada a partir de la encuesta antes citada. La estimación del modelo arroja una elasticidad del stock capital tecnológico con respecto a la producción del 0,07. Con respecto a los efectos *spillovers* la autora concluye que únicamente son relevantes los efectos desbordamiento en los sectores industriales con alto nivel tecnológico.

Carmen Lopez Pueyo y Jaime Sanaú Villarroya (octubre 1999) en “*Tecnología y crecimiento: análisis de la industria española, 1986-1992*” estudian los efectos –tanto directos como de desbordamiento– que el capital tecnológico ha ejercido en la producción española durante el periodo 1986-1992 a través de dos variables: el impacto de los gastos en I+D y el de los pagos por patentes sobre el crecimiento del valor añadido de la práctica totalidad de la industria española, desagregada en 13 agrupaciones sectoriales. Los autores parten de una función de producción de tipo Cobb-Douglas en la que junto con los insumos tradicionales, aparece un variable que recoge el capital tecnológico propio de un sector y el extrasectorial para captar los efectos desbordamiento. La variable dependiente analizada es un índice de volumen del valor añadido sectorial.

A partir de las estimaciones, los autores concluyen que existe evidencia empírica a favor de los efectos tecnológicos en la producción de las manufacturas en España durante el periodo de tiempo estudiado. En concreto, el estudio arroja unas elasticidades del capital tecnológico con respecto a la producción que varían entre el 0,093 y el 0,125, dependiendo de la tasa de depreciación del capital utilizado. También, se detecta la presencia de efectos *spillovers* del capital tecnológico sobre la producción del sector no protagonista del esfuerzo inversor, con una elasticidad estimada entre el 0,006 y el 0,007.

Más recientemente y de estos mismos autores, cabe mencionar el documento de trabajo “*Externalidades tecnológicas internacionales y productividad de la manufacturas: un análisis sectorial*” (2005). En este análisis se estiman los efectos desbordamiento tecnológicos internacionales en el sector de las manufacturas de varios países, entre los que se encuentra España (junto con Finlandia, Francia, Italia, Estados Unidos, Canadá), explorando el comercio internacional como vía de transmisión de dichos efectos. En él se destaca la relevancia de la tecnología foránea como elemento impulsor del crecimiento de la PTF doméstica.

Más recientemente, Carmen Lopez Pueyo, Jaime Sanaú y Sara Barcenillas Visús en “*Difusión Tecnológica Internacional y Productividad*” publicada en 2008, estiman los

efectos desbordamiento del stock tecnológico que construyen a partir de flujos pasados y presentes de los gastos en I+D por ramas de la base de datos ANBERD, de la OCDE. Estos autores estiman las externalidades tecnológicas para el periodo 1997-2000 en los cambios de la PTF de las ramas de las manufacturas EEUU, Canadá, Francia Italia, España y Finlandia, desde la doble perspectiva sectorial y geográfica y a partir de la variable stock de capital tecnológico (como flujos pasados y presentes de los gastos de I+D) ya sea sectorial, extra sectorial, nacional o foráneo. La conclusión general es que los *spillovers* foráneos son mayores que los efectos directos de la innovación nacional, mientras que la innovación sectorial genera un efecto mayor en la PTF que la innovación nacional.

3.2. Evidencia empírica sobre la relación TIC y PTF

3.2.1. En países de la OCDE

En cuanto a la relación TIC-crecimiento, numerosos estudios americanos ponen de manifiesto que su uso en una economía globalizada ha contribuido a impulsar el crecimiento y a mejorar la productividad, fundamentalmente, en las ramas productoras TIC Sin embargo, si bien el efecto directo de las TIC sobre la PTF, como ya se ha puesto en evidencia en el segundo capítulo de esta tesis, ha sido respaldado por la evidencia empírica, no sucede lo mismo con sus efectos indirectos.

En el trabajo de O'Mahony M, Vechhi M de 2003 "*Is there an ICT impact on TFP? A heterogeneous Dynamic Panel Approach*" se afirma que las TIC han tenido y tienen en EEUU un impacto positivo sobre la PTF. En efecto, durante las últimas décadas, una parte relevante del crecimiento económico en EEUU, es fruto de la acumulación del capital TIC, que no sólo dinamiza el crecimiento del producto, sino que además, afecta, indirectamente o a través de las externalidades tecnológicas, al resto de la economía, mejorando la eficiencia en el uso de los insumos, o lo que es lo mismo impulsando la PTF de manera sostenida. De hecho, los datos muestran que no sólo los países productores de TIC disfrutaban de mayores tasas de TPF, sino que, además, aquellos países usuarios, también, se benefician de un mayor dinamismo en la PTF. Estos autores analizan el conjunto de la actividad no agrícola de EEUU y del Reino Unido para el periodo 1976-2000 y proporcionan evidencia empírica de la presencia de efectos *spillovers* agregados derivados de las TIC, al estimar una elasticidad del capital TIC muy por encima del peso de las TIC en el valor total de la producción. La divergencia contrastada económicamente, entre la valoración privada (igual a su precio de mercado) del bien y la valoración social del mismo, revela la presencia de efectos desbordamiento agregados positivos derivados del capital TIC sobre la PTF agregada de estas economías.

Frente a estudios que validan la existencia y el signo positivo de los efectos indirectos de las TIC en el crecimiento de la PTF, existe literatura que concluye que estos efectos no son significativos. En esta dirección, los trabajos de Brynjolfsson y Hitt (2000) pusieron en evidencia, que el uso de datos desagregados permite captar la presencia de externalidades de TIC mejor que aquellos trabajos realizados sobre datos agregados de países o incluso ramas. Además, estos autores condicionaron la presencia de externalidades de TIC a la inversión en "capital organizativo". Así, Brynjolfsson y Hitt (2003) investigan el proceso por el que la informatización contribuyó al crecimiento de la PTF analizando 527 grandes empresas entre 1987-1994. Los ordenadores son descritos como Tecnología de Uso Generalizado (TUG) cuya contribución primaria, es hacer posible que se alcancen nuevos métodos de producción siempre que se acompañen de inversiones complementarias, que abarcan aspectos tan diversos como el desarrollo de un

sistema de redes, rediseños organizativos, la reingeniería, la mejora de los procesos productivos y los cambios organizativos y de estructura en la relación con los proveedores y clientes. Estas inversiones en “capital organizativo” se consideran como complementarios a los procesos de informatización y superan unas 10 veces la inversión directa en ordenadores en EEUU. Los autores muestran que los ordenadores generan un crecimiento de la productividad débil en el corto plazo, pero, pero que sin embargo en un plazo de entre 3 y 7 años, su contribución al crecimiento del producto se multiplica entre tres y cinco, lo que equivale a una contribución sustancial a la productividad multifactorial en el largo plazo.

En esta línea, se encuentra el estudio de Stiroh (2001) en el que concluye, que el ratio capital TIC por trabajador está negativamente relacionado con la PTF de la industria manufacturera en EEUU para el periodo 1984-1999. Haskel y Wallis (2010) no encuentran evidencia de la presencia de efectos desbordamiento del capital TIC, ni de otros activos intangibles y como tampoco de I+D, cuando analizan datos agregados de la economía del Reino Unido. Por el contrario, Vechhi y Venturini (2012) estudian la presencia de *spillovers* del capital TIC en EEUU en la década de los 90 y la complementariedad entre dichos efectos y el esfuerzo innovador de la empresa (medido por flujos de I+D) y encuentran efectos *spillovers* intra-ramas positivos pero inter-ramas de signo negativo. Además, muestran evidencia de la relación de complementariedad entre los efectos desbordamiento TIC y la I+D. Así mismo, sus resultados confirman que la inclusión de retardos en la variable capital TIC tiende a aumentar la magnitud de los *spillovers*, tanto entre empresas de la misma rama como entre ramas.

3.2.2. En España

Si bien hay unanimidad respecto a la estrecha relación que existe en EEUU entre los sectores intensivos en el uso de TIC y el crecimiento de la PTF, en España esta relación está todavía pendiente de confirmar.

En primer lugar hay que mencionar el trabajo de Gumbau y Maudos (2010) en el que se estudia los efectos desbordamientos de TIC y de I+D sobre la producción. En “*The Contribution of Technological Inputs and Spillovers to Competitiveness and Economic Growth: the case of the Spanish regions*”, sus autores abordan de manera simultánea los efectos directos e indirectos del stock de conocimiento a partir de los flujos de I+D y de las TIC, medidas como activos de capital TIC sobre la producción por comunidades autónomas españolas para los años 1987-2004. La estimación halla efectos positivos desbordamiento, tanto de I+D como de las TIC, cuando se incluye la distancia geográfica como ponderador de los efectos *spillovers*. Sin embargo, cuando los *spillovers* se consideran proporcionales a los flujos de intercambio de mercancías entre CCAA, solamente los efectos desbordamiento de I+D son significativos y de signo positivo.

En esta línea de investigación se sitúa “*Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*” (2005) de M. Mas y J. Quesada que es, hasta fecha de hoy, el estudio más profundo sobre el efecto de las TIC en España, desde un enfoque sectorial (29 ramas de actividad) y para el periodo 1995-2002. En él, se pone de manifiesto, el esfuerzo importante en la acumulación de capital TIC de algunas ramas de la economía española, que se han convertido en intensivas de capital TIC (*Energía eléctrica, gas y agua, Industria papel y edición, Equipo electrónico, eléctrico y óptico, Transportes y comunicación, Intermediación Financiera*). Tal como cabía esperar, la contribución del capital TIC al crecimiento fue muy importante, de hecho, se afirma que “durante esta fase el papel de las TIC fue muy significativo, ya que un tercio de la contribución del capital total al crecimiento económico español se debió al capital TIC, proporción que supera

con creces su participación en el stock total de capital”. Sin embargo, en la economía española y de forma paradójica, este proceso se ha visto acompañado por un “sistemático comportamiento negativo de la PTF” o dicho de otra manera, a la vez que se ha producido un proceso de acumulación de capital TIC no se han producido las mejoras en la eficiencia con la que se utilizan los factores productivos. Los mismos autores sostienen que “a pesar del esfuerzo en acumulación de TIC de la economía española en los últimos años, (España) no parece haber superado el umbral a partir del cual los beneficios superan los costes de ajustes”. Efectivamente, estos autores sostienen que los sectores intensivos en capital TIC se han visto inmersos en un proceso de transformación, en el que la falta de cultura tecnológica en la sociedad, la lenta incorporación al mercado de trabajo de jóvenes mejor formados, los, todavía, elevados costes de las telecomunicaciones, han impedido que los beneficios de las TIC hayan aflorado en su totalidad²⁴.

Más recientemente, Badescu y Garcés (2009) abordan la relación entre inversión TIC y productividad laboral a partir de una muestra de 341 medianas y grandes empresas. Sin embargo, e incluso después de introducir efectos temporales y fijos, no hallaron una relación causal entre la inversión en TIC y la productividad laboral. De acuerdo con Torrent (Torrent et al. 2008) la falta de complementariedad entre la innovación digital, los cambios organizativos y baja formación ocupacional son factores que limitan los avances de productividad en el seno de la empresa.

Todo apunta a que el círculo virtuoso generado por la inversión TIC no se ha producido en España. De hecho, M. Mas y J. Quesada (2005) ya avisan de que dependiendo de las estructuras productivas, el desarrollo del capital humano, la presencia o no de un sector productivo TIC, los efectos de la acumulación de capital TIC se manifiestan de manera muy distinta en las economías reales.

3.3. Evidencia empírica sobre la relación entre el capital humano y la PTF

Más allá del consenso generalizado del efecto positivo de las mejoras en la cualificación del factor trabajo sobre la producción o productividad por trabajador, la evidencia empírica que relaciona capital humano y PTF es en primer lugar escasa y, además, no es concluyente. De manera general, las investigaciones empíricas tienden a estimar el efecto directo del capital humano como un factor más de producción y el efecto indirecto, como determinante de la capacidad de absorción del progreso tecnológico. Nelson y Phelps en 1966 mostraron que la velocidad a la que se cierra la brecha entre el nivel de PTF actual de un país y la tecnología de frontera (representada por la mayor tasa de PTF entre todos los países contemplados) depende del nivel de capital humano.

De hecho, los trabajos de Doms, Dunne y Troske (1997) pusieron de manifiesto a partir de datos americanos, la relación positiva entre el uso de alta tecnología y el nivel de especialización y formación de los trabajadores. Así, las distintas dotaciones de capital humano explican, junto a otros factores (grado apertura de la economía, marco institucional) una parte de las divergencias en la trayectoria de convergencia de la PTF entre países. De nuevo Mason y Vecchi 2012, analizan la relación entre el capital humano (medido no sólo por la formación reglada sino también en el puesto de trabajo) y la PTF, hallando una relación positiva entre el crecimiento de la PTF y el uso de trabajadores cualificados. Escribano, Fosfuri y Tribó en su trabajo “*Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity*” (2009), sobre una muestra de 2265

²⁴ En el segundo capítulo de esta tesis, se calcula el crecimiento de la PTF en las ramas productoras TIC y de las ramas usuarias TIC en el punto 9.3.

empresas españolas para los años 2000 y 2002, encuentran evidencia empírica sobre la relación positiva entre una mayor capacidad de absorción definida en términos de cursos internos de formación y de trabajadores en investigación y la capacidad de innovar de las empresas.

Es necesario mencionar, que la evidencia empírica de la presencia de efectos indirectos del capital humano (que se traducen en crecimiento de la PTF) es mayor, cuando se introduce el capital humano como el elemento determinante de la capacidad de absorción de los efectos desbordamiento tecnológicos originados por los gastos en I+D, o inversiones TIC.

El estudio de complementariedad entre el capital humano y la innovación (como flujo de I+D, stock de I+D, número de patentes o capital TIC) es abordado en numerosos trabajos empíricos. En este contexto y a partir de datos de panel dinámicos, Aiyar y Feyrer (2002), con datos de 86 países para el periodo 1960-1990, encuentran que el capital humano es un determinante clave que explica la senda de crecimiento de la PTF, al permitir la absorción de los efectos desbordamiento de origen tecnológico. En la misma línea de investigación, Baldwin y Sabourin (1995) ponen en evidencia que las empresas más proclives a ofrecer cursos de formación interna a los trabajadores, tienden a su vez a ser más innovadoras, más comprometidas con la I+D, a contar con una mayor presencia de propiedad foránea, lo que se relaciona con un mayor crecimiento.

Sin duda, el principal escollo a la hora de estimar los efectos indirectos (aunque también directos) sobre la PTF del capital humano es la falta de homogeneidad de su medida. La existencia de distintos sistemas y niveles educativos, las habilidades específicas de cada individuo, la experiencia adquirida internamente en la empresa, son elementos que determinan el valor del capital humano lo que da lugar a múltiples maneras de ser medido.

3.4. Género y PTF

Los estudios que relacionan, directamente, género y PTF en países desarrollados brillan por su ausencia. Por el contrario, y dejando de lado la literatura sobre los efectos negativos en el crecimiento derivados de la discriminación de las mujeres en el acceso a la educación en los países en vía de desarrollo, en los países occidentales sí se ha investigado empíricamente la relación negativa entre aspectos relacionados con el género (brecha salarial, cargas familiares, número de hijos) y el crecimiento y la productividad laboral.

Existen numerosos estudios (Hanna et al 2005, para el sector de la construcción) que relacionan negativamente la productividad (laboral) de los trabajadores con la duración de la jornada, lo que indirectamente puede relacionarse con el género. Según estos autores, las causas que explicarían esta relación negativa, abarcan aspectos diversos como el deterioro de la salud (Sparks et al., 2001; Dembe et al., 2005) la acumulación del cansancio, la pérdida de motivación, el coste de la ausencia de vida personal, la falta de concentración etc. En esta línea y en la industria de desarrollo del software, existe evidencia empírica que relaciona el exceso de horas extraordinarias durante largos periodos de tiempo con caídas del output (Stanford.edu; *Crunch Mode: programming to the extreme* <https://cs.stanford.edu/people/eroberts/.../crunchmode/index.html>). Este estudio, defiende la idea de que en la rama de programación, el grado de concentración necesario para una ejecución eficiente del trabajo es muy elevado (lo que se relaciona negativamente con el número de horas extraordinarias) ya que los errores por trabajador, al trasladarse en cascadas en el trabajo de los demás, generan altos costes en términos de tiempo y esfuerzo del conjunto de los trabajadores y por lo tanto descensos de productividad.

En otros estudios empíricos se analizan los costes en términos de crecimiento de la discriminación de sueldos. Galor y Weil (1996), introducen en un modelo simple, el crecimiento de la fertilidad y la tasa de participación de la mujer en el mercado de trabajo, para estimar los costes de la discriminación de géneros.

En cuanto a los efectos sobre la PTF, el estudio de Dumber y Easton (2011) sobre la economía de mercado americana para los años 1949-2006, relaciona negativamente la PTF con la incorporación de ambos progenitores de una familia al mercado de trabajo. Finalmente, Flabbi, Macis y Schivardi, (2014) a partir de datos sobre la economía italiana (1000 empresas manufactureras italianas con más de 50 trabajadores) para el periodo 1980-1997, en su trabajo *“Do female executives make a difference? The impact of female leadership on gender gaps ad Firm performance”*, proporcionan uno de los pocos estudios, que abordan el estudio empírico de la relación género-PTF en una economía desarrollada. Este trabajo, investiga el efecto de la presencia de mujeres en puestos de dirección sobre los resultados de la empresa, medido en términos de variación de PTF, ventas por trabajador, valor añadido por trabajador así como, su efecto sobre la distribución salarial. Los resultados están de manera general en línea con los publicados por Wolfers (2006) y Albanesi and Olivetti (2009) que comprobaron que la presencia de mujeres en altos puestos directivos (medido por variable dicotómica) no parece tener un efecto significativo en los resultados de las empresas, y por lo tanto en la PTF. Sin embargo en una especificación alternativa, en la que se mide el liderazgo de mujeres, interactuando dicha variable categórica, altos directivos mujeres, con la proporción de mujeres no ejecutivas en la empresa, entonces la relación entre el liderazgo de mujeres y cualquiera de las variables usadas para medir los resultados de la empresa son positivos y significativos (así como de la distribución salarial a favor de las trabajadoras “mujeres en puestos de dirección” pero negativa en aquellos “mujeres en puestos no directivos”). De hecho, el estudio apunta que de media una empresa con un 50% de mujeres no ejecutivas, vería su PTF incrementarse en un 9.5% cuando el puesto de CEO fuese ocupado por una mujer.

4. Modelo econométrico

4.1. Modelo económico

El modelo que se estima para investigar los determinantes de la PTF en la presente tesis, tiene su origen en los modelos de crecimiento endógeno, que se desarrollaron para superar el marco neoclásico y proporcionar un mecanismo interno al modelo capaz de explicar un crecimiento a largo plazo de la PTF, más allá del progreso técnico neutral exógeno. El abandono del marco neoclásico permite renunciar (aunque no sea necesario) al supuesto de rendimientos decrecientes del capital y explicar el progreso tecnológico como resultado de acciones específicas (Stiroh, 2001).

Los modelos de crecimiento endógeno aplicados al ámbito de una unidad productiva se pueden expresar de manera genérica por la relación funcional,

$$Y_t = t A(.)F(K_t, L_t, X_t) \quad (\text{III.4})$$

En donde junto a los factores tradicionales de producción de la empresa (capital, trabajo y consumos intermedios, K, L y X respectivamente) y el progreso tecnológico exógeno t, se incorpora el factor A(.) que designa de forma genérica todo progreso tecnológico de carácter endógeno. A(.) recoge así, el efecto desbordamiento sobre el producto originado por elementos de distinta naturaleza (entre ellos el efecto temporal) cuya identificación,

descripción y análisis constituyen el objeto de estudio de los modelos de crecimiento endógeno

De entre los múltiples elementos abordados por la literatura y trabajos empíricos susceptibles de incrementar la producción más allá de la contribución de los insumos tradicionales, y que determinan el progreso tecnológico endógeno, en esta tesis se contemplan los gastos en I+D (Griliches 1979) (ID), las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en línea con los modelos de innovación endógena (Aghion y Howitt, 1998) y el capital humano (KH) (como en el modelo de Lucas, 1988). Adicionalmente y como novedad de esta tesis se introduce el género en relación al capital humano, como elemento susceptible de explicar el crecimiento del producto.

Además, con el ánimo de proporcionar una visión integral de los determinantes de la PTF, se incorpora al modelo una medida relativa al comercio internacional. Así, siguiendo a Coe y Helpman (1993) entre otros, se analiza la capacidad del comercio internacional como vehículo de transmisión de innovaciones tecnológicas internacionales, por lo que se estudia la posibilidad de un efecto desbordamiento de crecimiento vinculado a alguna medida que recoja el grado de apertura al comercio internacional de las ramas de actividad (XM).

Por lo tanto, introduciendo estas variables como explicativas del progreso tecnológico endógeno, la función del modelo de crecimiento endógeno para una unidad productiva se representa por la función,

$$Y_t = A(t, KH_t, ID_t, XM_t, TIC_t)F(K_t, L_t, X_t) \quad (III.5)$$

A la hora de especificar el efecto de las variables incluidas en el modelo sobre el producto se contemplan dos opciones independientes, que cuando se interactúan, conducen a una tercera opción.

El primer mecanismo de acción, es a través de un efecto directo (o interno sería más apropiado decir) de estas mismas variables, definidas para la rama, sobre el crecimiento del producto de la misma, debido al progreso técnico incorporado a los factores productivos tradicionales y cuyo efecto es mejorar la eficiencia en el uso de los mismos. Cuando la valoración de las distintas innovaciones tecnológicas o mejoras incorporadas a los factores productivos de una rama no coincide con el valor social de las mismas, se produce un crecimiento del producto que no es recogido por la contribución de los factores y que, por lo tanto, se contabiliza como un mayor nivel de PTF.

El segundo mecanismo de acción es el efecto indirecto de una variable externa a la rama sobre la producción de la rama. Las externalidades o *spillovers effects*, (Romer, 1986) que se contemplan en esta tesis tienen su origen en el capital humano (Lucas, 1988), y la I+D (Griliches, 1979) y en las TIC (Bresnahan, 1986).

Por último, cuando se introduce una interacción entre una variable generadora de un efecto externo y una variable definida para la rama, se introduce la posibilidad de que el efecto de una variable no sea constante sino que dependa del nivel de la variable con la que interactúa, lo que permite contrastar empíricamente la existencia de lo que Cohen y Levinthal (1990) denominaron capacidad de absorción. Estos autores defienden que para que una empresa, industria o rama sea capaz de reconocer el valor de la información, asimilarla y aplicarla con un objetivo comercial o productivo, es necesario que la empresa (o industria) reúna unas condiciones previas relacionadas tanto con las personas que emplea como con su organización. El supuesto de la existencia de la capacidad de absorción permite introducir en los modelos de estimación de la PTF, variables que capten

la relación de complementariedad del capital humano de la rama (o alternativamente entre los gastos en I+D) y de los efectos de desbordamiento de las TIC.

Cuando se incorporan los tres tipos de efectos y utilizando el subíndice “*ext*” para acompañar las variables definidas para el resto de las ramas, la expresión de la función de producción para una unidad productiva, quedaría,

$$Y_t = A(t, KH_{t_{ext}}, ID_{t_{ext}}, TIC_{t_{ext}}, XM_{t_{ext}}, TIC_{t_{ext}} * KH_t) F(TIC_t * K_t, ID_t, KH_t * L_t, X_t) \quad (III.6)$$

4.2. Modelo econométrico

Se utiliza la función de producción Cobb-Douglas para especificar funcionalmente la relación entre la producción y las variables utilizadas en III.6, definida para la rama de actividad designada por *i* en el periodo *t*.

$$Y_{it} = KH_{it}^{\beta_1} L_{it}^{\alpha_1} TIC_{it}^{\beta_2} K_{it}^{\alpha_2} X_{it}^{\alpha_3} XM_{it}^{\beta_3} ID_{it}^{\beta_4} KH_{extit}^{\beta_5} ID_{extit}^{\beta_6} TIC_{extit}^{\beta_7} (TIC_{extit} KH_{it})^{\beta_8} A_t e^{(a_i + u_{it})} \quad (III.7)$$

El término *A* es el progreso tecnológico no incorporado, a_i recoge los factores específicos no observados de cada rama que afectan a la producción (efecto fijo) y u_{it} es el error idiosincrásico que recoge todos los factores no observados en el tiempo para cada rama que afectan al producto y que no están incluidos en las variables contempladas. Se acepta que u_{it} no tenga correlación serial (es ruido blanco) pero sí se permite que su varianza cambie (heterocedasticidad) y que no esté correlacionado con las variables explicativas. Los parámetros $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ son las elasticidades de la producción respecto del factor trabajo, capital y consumos intermedios, (para los que se asume rendimientos constantes a escala) y $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ son los parámetros que miden el cambio porcentual de la producción de la rama ante cambios porcentuales de las variables que mejoran la eficiencia de los factores tradicionales y que han sido identificadas como el capital humano (KH), las tecnologías de la información y comunicación (TIC), el grado de apertura al comercio internacional (XM) y los gastos en investigación (ID). Por otro lado los coeficientes $\beta_5, \beta_6, \beta_7$ miden los efectos desbordamiento originados por el capital humano (KH_{ext}), los flujos de gastos en I+D (ID_{ext}), y las tecnologías de la información y comunicación (TIC_{ext}) definidas para el resto de las ramas, o externas a la rama considerada. Por último, β^8 mide la capacidad de absorción de los efectos externos de las TIC del resto de las ramas condicionada a un nivel de capital humano de la rama ($TIC_{extit} KH_{it}$). De esta manera, se contempla el supuesto de que los efectos externos del capital TIC no sean constantes, sino que varíen en función de las dotaciones de capital humano de la rama.

Tomando el logaritmo neperiano de la función de producción anterior y utilizando las minúsculas para designar las variables expresadas en logaritmo neperiano, la ecuación III.7 quedaría como,

$$y_{it} = a_t + a_i + \alpha_1 l_{it} + \alpha_2 k_{it} + \alpha_3 x_{it} + \beta_1 kh_{it} + \beta_2 tic_{it} + \beta_3 xm_{it} + \beta_4 id_{it} + \beta_5 kh_{extit} + \beta_6 id_{extit} + \beta_7 tic_{extit} + \beta_8 tic_{extit} kh_{it} + u_{it} \quad (III.8)$$

Tomando la primera diferencia de la ecuación anterior entre *t* y *t-1*, la ecuación III.8 quedaría en primeras diferencias,

$$\Delta y_{it} = \Delta a_t + \alpha_1 \Delta l_{it} + \alpha_2 \Delta k_{it} + \alpha_3 \Delta x_{it} + \beta_1 \Delta kh_{it} + \beta_2 \Delta ktic_{it} + \beta_3 \Delta xm_{it} + \beta_4 \Delta id_{it} + \beta_5 \Delta kh_{extit} + \beta_6 \Delta id_{extit} + \beta_7 \Delta tic_{extit} + \beta_8 \Delta tic_{extit} kh_{it} + \Delta u_{it} \quad (III.9)$$

El método de estimación en dos etapas, comúnmente utilizado para estimar los determinantes de la PTF, puede aplicarse y así evitar lo sesgos generados por la

endogeneidad de los inputs, sólo cuando la medida de PTF que se introduce a partir de la ecuación III.9 es una medida no paramétrica del residuo de Solow (1957). Así, en una primera etapa (III.9.a), se determina el valor de la variación de la PTF, de forma no paramétrica,

$$\Delta ptf_{it} = \Delta y_{it} - \bar{s}_{it}^L \Delta l - \bar{s}_{it}^K \Delta l_{it} - \bar{s}_{it}^X \Delta x_{it} \quad (\text{III.9.a})$$

Los coeficientes α_1 α_2 α_3 se sustituyen por las participaciones de los factores productivos empleados por cada rama en el valor de su producción a precios corrientes²⁵ tal como se han utilizado para generar la serie de variación de la PTF (en logaritmos) por rama de actividad, en el primer capítulo de esta tesis.

En una segunda etapa (III-9b), se estiman los efectos de las variables explicativas en los cambios en la PTF,

$$\Delta ptf_{it} = \Delta a_t + \beta_1 \Delta kh_{it} + \beta_2 \Delta ktic_{it} + \beta_3 \Delta xm_{it} + \beta_4 \Delta id_{it} + \beta_5 \Delta kh_{extit} + \beta_6 \Delta id_{extit} + \beta_7 \Delta tic_{extit} + \beta_8 \Delta tic_{extit} kh_{it} + \Delta u_{it} \quad (\text{III.9.b})$$

La ecuación III.9.b implica que las variaciones de PTF por ramas y años se explican, además de por la variación del progreso tecnológico exógeno, en función de los efectos directos de la variación del capital humano, de las tecnologías de la información y de la comunicación, en el grado de exposición al comercio internacional, y en los gastos en I+D y en función de los efectos externos o indirectos del incremento del capital humano, de la I+D, de las TIC del resto de las ramas, y de la capacidad del capital humano de la rama para absorber las externalidades fruto del incremento del capital TIC del resto de las ramas. Se acepta que el error de la ecuación III.9.b no está relacionado con las variables explicativas²⁶.

Aunque en la siguiente sección se describen en profundidad todas las variables que se han utilizado para explicar los cambios en la PTF, es necesario precisar que tanto los efectos “*spillovers*” como los efectos directos del capital humano, de las TIC y de la I+D se van a estimar económicamente a partir de un conjunto de variables, por lo que es necesario considerar las variables kh_{it} , tic_{it} , id_{it} , kh_{extit} , id_{extit} como vectores de variables explicativas y sus respectivos parámetros betas como vectores de parámetros.

4.3. Variables del modelo

4.3.1. Variable dependiente

La variable dependiente es el logaritmo neperiano de la PTF ya sea, como se verá más adelante en niveles (en el modelo de corrección del error) o en primeras diferencias aplicadas a 64 ramas de actividad y para los años 1996-2007 (1995-2007, para variables en niveles) cuyo cálculo ha motivado el desarrollo de la base de datos, objeto del primer capítulo de esta tesis. La variación del logaritmo de la PTF se obtiene como diferencia entre la variación del índice de producción Törnqvist y los índices Törnqvist de los servicios del factor trabajo, de los consumos intermedios y de los servicios del capital

²⁵ $\bar{s}_{it}^L = 1/2(s_{it}^L + s_{it-1}^L)$, $\bar{s}_{it}^K = 1/2(s_{it}^K + s_{it-1}^K)$ y $\bar{s}_{it}^X = 1/2(s_{it}^X + s_{it-1}^X)$ siendo $s_{it}^L = \left(\frac{WL_{it}}{PY_{it}}\right)$, $s_{it}^K = \left(\frac{\mu K_{it}}{PY_{it}}\right)$ y $s_{it}^X = \left(\frac{PK_{it}}{PY_{it}}\right)$ el valor del factor trabajo, del capital y de los consumos intermedios respectivamente en la producción de la rama a precios corrientes.

²⁶ En la aplicación empírica y estimación por MCO se consideran errores estándar de los parámetros robustos a heterocedasticidad y a autocorrelación, mediante la corrección de Newey-West. En la estimación por systemGMM, se consideran errores estándares robustos a heterocedasticidad.

ponderados por los valores medios de la participación de cada uno de los inputs en el valor nominal de la producción²⁷. Como $\Delta ptf_{it} = ptf_{it} - ptf_{it-1}$, el valor de ptf se calcula, siendo el año base 1995=100, como,

$$ptf_{it} = ptf_{it-1} + \Delta ptf_{it}$$

Lo que permite obtener el índice de PTF, como,

$$PTF_{it} = PTF_{it-1} e^{\Delta ptf_{it}}$$

4.3.2. Variables explicativas

Se introducen tres tipos de variables explicativas. En el primer grupo, las variables explicativas están definidas para la rama observada (i) y permiten medir el efecto directo de estas variables sobre la PTF de la rama. El segundo grupo de variables explicativas, miden los efectos indirectos o “*spillovers effects*” y se construyen a partir de una variable generadora de estas externalidades del resto de las ramas junto con una hipótesis sobre el canal de transmisión. Como se verá a continuación, las variables que miden la externalidad, se definen ya sea como suma sin ponderar de la variable fuente de la externalidad definida de cada una de las ramas (distinta a la rama observada), o como suma ponderada de las mismas, cuando se considera que las externalidades se transmiten a través del intercambio de bienes intermedios. Por último, el tercer grupo de variables y con el objetivo de contrastar la existencia de la capacidad de absorción de estos efectos externos, se introduce una variable que relaciona la fuente generadora de la externalidad junto con una variable que capte el nivel del capital humano de la rama. De esta manera, se introduce la posibilidad de que los efectos externos del capital TIC no sean constantes sino que varíen en función de las dotaciones de capital humano de la rama.

Se resume a continuación, los datos y fuentes estadísticas que se utilizan para generar las variables explicativas.

4.3.2.1. Variables asociadas con los gastos de I+D

4.3.2.1.1. Efectos directos

Se toman los datos de la base de datos ANBERD, OCDE (Analytical Business Enterprise Research and Development), en concreto los gastos anuales en I+D por ramas a precios constantes (ISIC rev.4) publicados con una desagregación de hasta 100 ramas de actividad, industriales o de los servicios lo que permite mediante simple agregación generar la serie para el nivel de agregación de esta tesis. Esta variable, se expresa en valores absolutos, y en términos de esfuerzo en I+D relativo al resto de la rama, que se mide como el ratio entre el gasto en I+D de la rama y el total para el conjunto de las ramas. Así, los gastos en I+D de la rama i en logaritmo, se designa por la variable $\ln id_{it} = \ln(I + D)_{it}$, mientras que el esfuerzo en I+D relativo al resto de las ramas se designa por la variable $id_{it}^{relativa} = \frac{I+D_{it}}{\sum_j^n I+D_{jt}}$.

Otras formulaciones relativas a los gastos en I+D han sido exploradas, en concreto y siguiendo a Wolf (1996) como esfuerzo de la rama, es decir como ratio entre la I+D de una rama y su producción en euros constantes, aunque en ningún momento su coeficiente resulta significativo. Así mismo, con respecto a la variable de los gastos en I+D, se

²⁷ $\Delta ptf_{it} = \Delta y_{it} - \bar{s}_{it}^L \Delta l_{it} - \bar{s}_{it}^K \Delta k_{it} - \bar{s}_{it}^X \Delta x_{it}$ en donde $\bar{s}_{it}^L = 1/2(s_{it}^L + s_{it-1}^L)$,

$\bar{s}_{it}^K = 1/2(s_{it}^K + s_{it-1}^K)$ y $\bar{s}_{it}^X = 1/2(s_{it}^X + s_{it-1}^X)$ con $s_{it}^L = \left(\frac{WL_{it}}{PY_{it}}\right)$ $s_{it}^K = \left(\frac{\mu K_{it}}{PY_{it}}\right)$ y $s_{it}^X = \left(\frac{PX_{it}}{PY_{it}}\right)$

construye la variable $ciid_{it}/va_{it}$ como los gastos en servicios intermedios en I+D en euros constantes normalizados por el valor añadido cada rama en euros constantes. Los datos de consumos intermedios se toman de la fila de “Servicios en investigación y desarrollo” de la tabla destino de la serie 1995-2000 en base 1995, y 2000-2007 en base 2000, previamente homogeneizadas, enlazadas y deflactadas²⁸.

4.3.2.1.2. Efectos indirectos

Con respecto a las externalidades originadas por la I+D del resto de las ramas (id_{extit}) se contemplan dos hipótesis relativas al canal de transmisión de dichos efectos. La primera, consiste en aceptar que la externalidad no está vehiculizada por ningún elemento. En este caso, el total de los gastos en I+D del resto de las ramas constituye una fuente generadora de externalidades, que se transmiten directamente a la rama, sin canal de transmisión. Se designa por ID_{it}^{ext} la variable que mide los efectos *spillovers* que se transmiten directamente a la rama, y se calcula $ID_{it}^{ext} = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{n-1} I + D_{jt}$ con $n=64$, y en minúsculas su equivalente en logaritmo neperiano $lnid_{it}^{ext}$.

En la segunda, se introduce la hipótesis de la existencia de un canal de transmisión de las externalidades, lo que es equivalente a calcular la variable externa a la rama generadora de la externalidad, como suma ponderada de dicha variable definida para el resto de las ramas. En concreto, se considera que las externalidades son proporcionales a la interdependencia productiva de cada rama, es decir que una rama i se beneficia del esfuerzo en I+D de otra rama j , en una proporción igual al peso que los consumos intermedios de la rama i en bienes y/o servicios producidos por la rama j en el total de consumos intermedios de i . Es decir, que la rama se beneficia únicamente de la externalidades generadas por sus proveedores y en una proporción mayor cuanto mayor dependencia productiva tenga la rama i con respecto a la rama j . Se designa por $eeid_{it}$ la variable que mide los efectos externos de I+D que se transmiten incorporados a en los consumos intermedios y se calcula como,

$eeid_{it}^{ext} = \sum_{j=1}^n a_{ijt}^0 \frac{id_{jt}}{y_{it}}$, en donde a_{ij}^0 , elemento de la matriz cuadrada de coeficientes interindustriales de las 64 ramas de actividad con la diagonal igual a cero para evitar la doble contabilización de la I+D de la rama i , se calcula como $a_{ij}^0 = \frac{c_{ij}}{y_i}$ para $i \neq j$ ($a_{ij}^0 = 0$ pta $i = j$) siendo c_{ij} los consumos intermedios de la rama i en bienes o servicios de la rama j , e y_i el volumen de producción de la rama i , ambas magnitudes expresadas en euros constantes. Para construir la matriz de coeficientes interindustriales se utilizan las tablas input de la serie Tablas Input Output, de Contabilidad Nacional de España en base 1995 para los años 1995 y 2000, y en base 2000 para el año 2005 (una vez realizado el enlace a la base 1995). Para ello, se utiliza la matriz de deflatores de los consumos intermedios (con agregación ponderada de los bienes y servicios intermedios de la cada rama de actividad), así como los valores de producción en euros constantes que se estiman a partir de las matrices de origen para cada uno de los años, cuya explicación se ha desarrollado en extensión en la primera parte de esta tesis.²⁹ Dado que CNE únicamente publica las TIO cada cinco años se utiliza los datos del año 1995 para cada año del periodo

²⁸ El proceso de homogeneización, enlace y generación de tablas destino y origen en euros constantes se desarrolla en el primer capítulo de esta tesis.

²⁹ Para un desarrollo exhaustivo de la estimación de la matriz de deflatores de la producción y de los consumos intermedios ver los puntos 7.3 y 8.2 respectivamente del primer capítulo de esta tesis.

1995-1999, los datos del año 2000 para los años desde 2000 hasta 2004, incluidos y los datos de la TIO 2005 para los años 2005, 2006 y 2007.

4.3.2.2. Variables asociadas con las TIC

4.3.2.2.1. Efectos internos de las TIC

Las variables que se introducen para medir econométricamente los efectos de las TIC sobre la PTF, distinguen entre activos de capital TIC y los bien y servicio TIC de consumos intermedios. Los datos de capital TIC se toman de la base de datos IVIE del *Stock y los servicios del capital valor en España, y su distribución territorial y sectorial* (1964-2010). Cuando el grado de desagregación es inferior al contemplado en esta tesis, para su reparto hasta el nivel de desagregación de 64 ramas de actividad, se utiliza el peso relativo del excedente bruto de explotación (una vez minorado por la renta de los trabajadores por cuenta propia) de cada rama con respecto al total anual, de la Tablas Origen y destino 1995-2000 en base 1995, y 2000-2007 en base 2000, previo enlace y homogeneización tal como se explica en la primera parte de esta tesis.

La variable de los consumos intermedios TIC, $citic_{it}$ se calcula como el total de los consumos intermedios en bienes y servicios TIC de cada rama en euros constantes y para cada uno de los años. Se construye como suma de los productos de las tabla destino *Maquinaria de oficina y equipo informático, Recepción y reproducción de sonido e imagen, Otro material electrónico, Servicios de telecomunicaciones y Servicios de informática*, previamente deflactados por los deflatores TIC estimados en la primera parte de esta tesis³⁰.

Con respecto al capital TIC de las ramas, se contrasta la hipótesis expresada por la Comisión europea en su informe trimestral de la zona euro de octubre de 2013 sobre la relación positiva entre la sustitución de la contribución del capital no TIC por la del capital TIC y la variación de la PTF. Para ello, se introduce como variable explicativa la diferencia entre la contribución al crecimiento del capital TIC y la contribución del capital no TIC, tal como se ha calculado en la primera parte de esta tesis, a partir de la serie del Stock del capital productivo en euros constantes. Designado esta variable por $dktic$ su valor se calcula como:

$$dktic_{it} = conKTIC_{it} - conKnoTIC_{it} = 100 * \bar{s}_{it}^K (\Delta \ln ISK_{it}^{tic} - \Delta \ln ISK_{it}^{notic})$$

Siendo ISK_{it}^{tic} el índice Törnqvist de los servicios de capital TIC y $\Delta \ln ISK_{it}^{notic}$ el índice de Törnqvist de los servicios del resto de los activos y \bar{s}_{it}^K el valor medio del capital con respecto al valor total de la producción en euros nominales.

4.3.2.2.2. Efectos externos de TIC

Con respecto a las variables generadoras de efectos *spillovers* de las TIC, se construye la variable $eecitic_{it}^{externo}$ de la misma manera que se construye la variable $eeid_{it}^{externo}$ ya explicada³¹. Por lo tanto, $eecitic_{it}^{externo} = \sum_{j=1}^n a_{ijt}^0 citic_{jt}$ en donde $citic$ son los consumos intermedios de bienes y servicios TIC definidos previamente como suma de los productos de las tabla destino *Maquinaria de oficina y equipo informático, Recepción y*

³⁰ Un desarrollo exhaustivo de la construcción de deflatores TIC se encuentra en el punto 8.5 del segundo capítulo de esta tesis.

³¹ Así mismo, se definió esta variable en términos de capital tic externo a la rama $eectic_{it} = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^{n-1} a_{ijt}^0 ktic_j$, aunque no resultó significativa.

reproducción de sonido e imagen, Otro material electrónico, Servicios de telecomunicaciones y Servicios de informática, previamente deflactados por los deflatores TIC estimados en la primera parte de esta tesis³².

El capital TIC se introduce para medir la capacidad que tienen las ramas para absorber las externalidades originadas por el stock de capital TIC externo a la rama, para lo que se construye la variable $\Delta ktic_{it}^{ext} * kh_{it} = \sum_{j=1}^{n-1} \Delta ktic_{jt} * kh_{it}$. Siendo $ktic$ la suma de los tres activos de capital, *hardware*, *comunicaciones* y *software* de la serie anual *Stock de Capital valor riqueza en euros constantes del IVIE* y kh_{it} es el capital humano de la rama, (medido como ratio de las horas de trabajo de trabajadores con estudios superiores sobre el total de horas de trabajo de la rama). Así, la variable $capabs_{it}$ asume que la rama solo podrá beneficiarse de las externalidades del incremento del stock del capital TIC (lo que equivale a la inversión TIC) si cuenta con suficiente capital humano para ello.

4.3.2.3. Variables asociadas al capital humano

La variable del capital humano se aborda desde el enfoque de la formación de los trabajadores, y se identifica con el número de empleados con estudios superiores (estudios superiores y doctorados). Esta variable se mide, alternativamente tanto en ratios con respecto a la totalidad de horas o de personas ocupadas por ramas y distinguiendo entre hombres y mujeres. Para asignar por niveles educativos, el total por ramas de hombres y el total de mujeres se usan los resultados detallados anuales de la EPA en concreto las series *Ocupados totales por sexo y rama y por nivel de formación alcanzado*. Se acepta el supuesto de que la proporción de trabajadores por niveles educativos es la misma entre los trabajadores por cuenta propia y los asalariados.

Con respecto a los efectos *spillovers* originados por el capital humano del resto de las ramas, se define la variable kh_{it}^{ext} para medir los efectos externos del capital que desbordan directamente hacia otras ramas, sin elemento que los vehicule, que se calcula como, $kh_{it}^{ext} = \sum_{j=1}^{n-1} \underset{i \neq j}{hes}_{jt}$

Adicionalmente y en línea con la construcción de la variable $eeid_{it}$, se define $eekh_{it}$ como la variable que mide los efectos externos del capital humano que se transmiten de forma proporcional a la dependencia productiva entre la rama receptora y la rama emisora de la externalidad que se calcula como, $(eekh_{it}^{externo} = \sum_{j=1}^n a_{ijt}^0 \frac{hes_{jt}}{ht_{jt}})$ ³³ aunque en ninguna estimación resulta significativa.

Por último, y como ya se ha explicada cuando se han introducido las externalidades de TIC, la variable del capital humano interviene en la construcción de la variable que mide la capacidad de absorción y que se ha definido como $\Delta ktic_{it}^{ext} * kh_{it} = (\Delta \sum_{j=1}^{n-1} \underset{i \neq j}{ktic}_{jt}^{ext}) * kh_{it}$ en donde kh_{it} es el capital humano de la rama que se calcula como $kh_{it} = \frac{hes_{it}}{ht_{it}}$.

³² Un desarrollo exhaustivo de la construcción de deflatores TIC se encuentra en el punto 8.5 del segundo capítulo de esta tesis.

³³ En donde hes es el número de horas de trabajo realizada por trabajadores con estudios superiores y ht es el número total de horas de trabajo realizadas por todos los trabajadores.

4.3.2.4. Variables asociadas al comercio internacional

Para las variables explicativas que miden el grado de apertura de las ramas al comercio internacional, se define la variable exportaciones netas relativas $xn_{it}^{relativa} = \frac{x_{it} - m_{it}}{\sum_j^n x_{jt} - \sum_j^n m_{jt}}$ siendo x_{it} y m_{it} las exportaciones y las importaciones, respectivamente, ambas en euros constantes. Las importaciones en euros nominales por ramas y para cada uno de los años se toman de las TOD en las bases 1995 y 2000 para los años 1995-2000 y 2001-2007 respectivamente, previamente enlazadas y homogeneizadas. Los deflatores de las importaciones se generan a partir de las series índices de valor unitario de comercio exterior, para las importaciones por agrupaciones de productos de la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI Rev.3), de la Subdirección General de Análisis Macroeconómico del Ministerio de Economía. Con respecto a las exportaciones por ramas, se utiliza la serie del Ministerio de Economía y Hacienda, Valor de las exportaciones CNPA-96, para los años 1995-2007. Para estimar los deflatores de las exportaciones se utiliza la serie índice de valor unitario (IVU) de las exportaciones, de la SGAM del Ministerio de Economía, por agrupaciones de producto CUCI Rev.3.

Otras vertientes del comercio internacional han sido exploradas como determinantes de la PTF, aunque sin resultados en términos de significación de sus parámetros, como son las importaciones de TIC, para lo que se usa los datos de importaciones TIC en euros constantes de la tabla destino importación, de las series TOD 1995-2000, en base 1995 y TOD 2000-2007 en base 2000, previamente enlazadas, homogeneizadas y deflactadas³⁴

5. Estimación y resultados

La ecuación III.9b es la especificación general del modelo que presenta las variables en diferencias logarítmicas en donde el subíndice $i=1,2,\dots,N$ con $N=64$ designa las ramas de actividad y el subíndice $t=1,2,\dots,T$ con $T=12$ es el número de años de la muestra. La muestra de datos es por lo tanto un panel de datos de dimensión 64×12 (768 observaciones). Aunque la dimensión temporal no sea la propia de los macropaneles ($t > 15$), es lo suficientemente larga como para plantearse si las variables de la base datos en niveles, tienen una tendencia y son series integradas de orden uno, $I(1)$.

En el caso de confirmarse este supuesto, la no estacionalidad se corrige mediante la estimación de una ecuación en primeras diferencias como la ecuación III.9.b. Pero adicionalmente, si las variables en niveles son $I(1)$ y están cointegradas, entonces se puede estimar un modelo de corrección del error MCE (Engle y Granger, 1987) aplicado a datos panel.

Por contrastar la presencia de variables $I(1)$, se realiza el test de raíz unitaria de Im-Pesaran-Shin (IPS, 2003), Fisher Type (Choi, 2001) desarrollados para paneles incompletos, con N relativamente mayor que t , y que acepta la hipótesis de que todos las variables puedan no compartir el mismo parámetro autoregresivo. Se aplica el test IPS introduciendo un efecto fijo, asumiendo errores serialmente incorrelacionados³⁵ Alternativamente, se realiza cuando el panel está completo, el test de raíz unitaria Harris-Tsavalis (1999) puesto que es el más adecuado para paneles cortos. En el anexo AIII.1 se presentan los resultados de los tests de raíz unitaria para la variable explicada ($\ln PTF$) y

³⁴ El proceso de homogeneización, enlace y generación de tablas destino y origen en euros constantes se desarrolla en el epígrafe 6 del primer capítulo de esta tesis.

³⁵ La ecuación de partida para el test IPS es $\Delta y_{it} = \phi_i y_{i,t-1} + z_{it}' \gamma_i + \epsilon_{it}$ en donde ϕ_i es el parámetro de autoregresivo definido para cada unidad de corte trasversal.

las variables explicativas. Los tests IPS, HT y FT permiten no rechazar la hipótesis nula de que todas las variables contienen raíz unitaria para las variables $lnptf$; ³⁶ $ciid/va$; lni ; kh ; $khmuj$; $eeitic^{ext}$; $eeid^{ext}$; id^{ext} ; kh^{ext} y $\Delta ktic^{ext} kh$ o ,mientras que se rechaza para la variables $dktic$; $khhom$; $id_{it}^{relativa}$ y $xn_{it}^{relativo}$, que por lo tanto son I(0).

Para ahondar en los determinantes de la PTF, se estiman dos modelos en esta tesis. El primero y más estándar, consiste en estimar la ecuación en primeras diferencias III.9.b, mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios con errores estándar robustos a la heterocedasticidad y autocorrelación (MCO-HAC). Además, la ecuación III.9.b. se estima también por el método generalizado de momentos con variables instrumentales system-GMM (Blundell y Bond, 1998), para evitar la inconsistencia de los parámetros ante la posible endogeneidad de las variables explicativas.

La segunda opción, más interesante es, la que se plantea cuando las variables I (1) (con variables en niveles) están cointegradas, en cuyo caso se estima la relaciones entre las variables contenidas en la ecuación III.9.b mediante el modelo de corrección del error MCE (Engle y Granger, 1987) aplicado a datos panel, lo que permite aislar los efectos a corto plazo de los efectos a largo plazo de las variables explicativas.

5.1. Estimaciones MCO-(HAC) y System-GMM.

Se reproduce la ecuación III.9.b introduciendo las variables que integran los vectores de variables $kh_{it}, tic_{it}, id_{it}, kh_{extit}$ id_{extit} acompañadas de sus correspondientes coeficientes.

$$\Delta ptf_{it} = \Delta a_t + \beta_1 \Delta kh_{it} + \beta_2 \Delta khmuj_{it} + \beta_3 \Delta khhom_{it} + \beta_4 \Delta dktic_{it} + \beta_5 \Delta xn_{it}^{rel} + \beta_6 \Delta ciid_{it}/va_{it} + \beta_7 \Delta lnid_{it} + \beta_8 \Delta id_{it}^{rel} + \beta_9 \Delta lneecitic_{it}^{externo} + \beta_{10} \Delta lnid_{it}^{externo} + \beta_{11} \Delta lneeid_{it}^{externo} + \beta_{12} \Delta kh_{it}^{externo} + \beta_{13} \Delta tic_{extt} kh_{it} + \Delta u_{it} \quad (III.10)$$

La ecuación III.10 a diferencia de la III.9.b incluye entre las variables explicativas la variable $dktic$, definida como la diferencia de la contribución entre el capital tic y el capital no tic de la rama, el capital humano, expresado como proporción de mujeres y hombres con estudios superiores de la rama y medido en puestos de trabajo equivalente a jornada completa, PTEC ($khmuj$ y $khhom$), los consumos intermedios en servicios en I+D relativos al valor añadido de la rama en euros constantes ($ciid_{it}/va_{it}$), la posición relativa de la rama en gastos en I+D con respecto al resto de la economía en euros constantes (id_{it}^{rel}) y en exportaciones netas (xn_{it}^{rel}), los gastos en I+ D del resto de las ramas para medir las externalidades que se transmiten, desde los proveedores hacia la rama ($lneeid_{it}^{externo}$) o directamente ($lnid_{it}^{externo}$), el capital humano externo a la rama ($kh_{it}^{externo}$), y los consumos intermedios TIC del resto de las ramas para medir las externalidades que se transmiten desde los proveedores hacia la rama ($lneecitic_{it}^{externo}$)

Por lo tanto, la ecuación del modelo III.10, permite estimar la dinámica de la PTF, (o tasa de crecimiento de la PTF) a partir de un conjunto de variables que integran las principales fuentes potenciales del crecimiento de la PTF, durante el periodo 1996-2007. Se dispone para ello, como ya se ha señalado, de una muestra de datos panel, con un tamaño de 64 ramas por 12 años, es decir de 768 observaciones.

En un primer momento, se estima el modelo mediante el método de MCO con errores robustos a la heterocedasticidad y autocorrelación (HAC) de los errores, puesto que este método constituye el punto de partida de la mayoría de trabajos empíricos sobre la

³⁶El test de IPS es significativo para la variable $lnptf$, pero no así el test HR y FT.

cuestión y por lo tanto permite situar las estimaciones de esta tesis en perspectiva y facilitar la interpretación de la mismas.

A pesar de que se reduce el riesgo de endogeneidad por omisión de variables al cubrir un abanico amplio de los posibles factores y al eliminar el efecto fijo (a_i) al estimar el modelo en primeras diferencias, no sería realista descartar la presencia de endogeneidad entre las variables en diferencias, sin antes verificar el cumplimiento de este supuesto de partida.

Por ello y en un segundo lugar, ante la posible presencia de endogeneidad se estima la ecuación III.10 por variables instrumentales y el Método general de momentos (IV SystemGMM) lo que permite concluir acerca de la consistencia de los resultados de la primera estimación: en particular, se estima la ecuación en primeras diferencias III.10, aplicando el método system GMM en términos estáticos (sin incluir la variable $lnptf$ predeterminada en el lado derecho de la ecuación), abordando así los problemas que plantea la presencia de raíces unitarias³⁷ cuando se aplica el método system GMM en términos dinámicos. La instrumentalización de las variables explicativas consideradas conduce a resultados más eficientes y consistentes a la vez que permite captar el efecto dinámico subyacente de las mismas. Se estima la tasa de PTF mediante la resolución simultánea de un sistema de ecuaciones (una en niveles y otra en diferencias) en el que las variables explicativas en niveles se instrumentalizan por sus retardos en diferencias (un retardo) y en diferencias por las variables en niveles retardadas (con dos retardos). Para la ecuación en diferencias se usan como instrumentos los niveles, limitando la profundidad del retardo a un periodo (t-1) y limitando a 2 el número de retardos mientras que en la ecuación en niveles se usa la primera diferencia. Además se introduce la opción “collapse” para reducir el riesgo de proliferación de instrumentos y se aplica la corrección Windmeijer (2005) para muestras pequeñas.

En la Tabla III.1, se reproducen en la primera columna (MCO-HAC) los resultados de la estimación de la tasa de variación de la PTF por MCO robustos a la heterocedasticidad y autocorrelación a partir del conjunto de variables integradas en la ecuación III.10. En la segunda columna, se reproducen los resultados de la estimación mediante el método general de momentos con variables instrumentales system GMM (Blundel y Bond 1998). De la misma se desprende que ambos métodos generan unos resultados similares, en cuanto al signo, orden de magnitud de los parámetros y la significación de los mismos. La mayor discrepancia entre los resultados de un método y otro, se localizan en los parámetros de los coeficientes de las variables $dktic$ e $id^{relativa}$, superiores cuando se estiman por system GMM, pero, aun en este caso, no son diferencias notables.

Para describir e interpretar los resultados, tal como se desprende de la tabla, se distingue entre los efectos directos (de una variable definida para una rama y la variación de la PTF de esa misma rama), los efectos indirectos o *spillover effects* (relación entre una variable definida para el resto de la rama y la variación de la PTF de la rama) y por último los efectos de la capacidad de absorción, que viene a ser una combinación de los anteriores: Todas ellas, junto con las variables dicotómicas temporales (1998-2007) explican en torno al 24% de la variación de la tasa de crecimiento de la PTF.

³⁷ Cuando se incluye la variable $lnptf_{it-1}$ en el lado derecho de la ecuación III.9.b. el parámetro es muy significativo pero su valor es muy cercano a la unidad, lo que indica la presencia de una raíz unitaria e invalida la aplicación del método de estimación systemGMM en términos dinámicos

Tabla III.1. Estimación de la tasa de PTF mediante MCO-HAC y System-GMM

	<i>MCO-HAC</i>	<i>System GMM</i>
	$\Delta \ln PTF$	$\Delta \ln PTF$
<i>Efectos directos</i>		
<i>dktic</i>	0,898* (0,038)	1.050** (0,008)
$\Delta ciid/va$	-0,552 (0,136)	-0,563** (0,008)
$\Delta \ln id$	0,006 (0,128)	0,005 (0,090)
$\Delta id^{relativa}$	3,795* (0,020)	4,430** (0,008)
$\Delta xn^{relativa}$	0,239 * (0,016)	0,230* (0,019)
Δkh (horas)	-0,175 (0,352)	-0,128 (0,411)
$\Delta khmujer$ (pte)	1,979 ** (0,004)	1,381 ** (0,005)
$\Delta khhombres$ (pte)	-1,434 * (0,025)	-0,962 (0,061)
<i>Efectos desbordamiento</i>		
$\Delta \ln eeci(tic)^{externo}$	-0,129** (0,003)	-0,108** (0,002)
$\Delta \ln id^{extremo}$	3,832** (0,008)	3,983** (0,009)
$\Delta \ln eeid^{externo}$	0,073* (0,035)	0,0784** (0,006)
$\Delta \ln kh^{externo}$	4,160** (0,002)	4,197** (0,004)
<i>Efectos variables: capacidad de absorción</i>		
$\Delta (\Delta ktic^{externo} kh)$	0,014 (0,614)	0,012 (0,470)
<i>N</i>	685	685
R^2 (mco)	0,240	-
<i>Hansen</i>		0,404
<i>ar1p</i>		0,000
<i>ar2p</i>		0,138
<i>chi2</i>		0,247

La primera columna muestra los resultados de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios con la corrección de Newey-West para errores robustos a la heterocedasticidad y autocorrelación y con dummies temporales. La segunda columna son los resultados de system GMM con dummies temporales. p valor entre paréntesis. * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001. Todas las variables están expresadas en diferencias de logaritmos neperianos, salvo *dktic* (en puntos porcentuales de contribución al crecimiento del producto), *khmujer*, *khombre*, *kh*, *id^{relativa}*, *xn^{relativa}*, *ciid/va* (en ratios <1) y en *capbsor*, el factor $\Delta ktic_{it}^{externa}$ en miles de millones de euros constantes. Las variables con superíndice externo, indica que son variables definidas para el resto de las ramas. Se utiliza la notación ee para designar que el efecto externo es proporcional a los coeficientes interindustriales de la rama. Fuente: elaboración propia.

A partir de la comparación entre los resultados de un método y otro, se puede concluir que las variables empleadas en la regresión no plantean problemas serios por endogeneidad sobre la consistencia de los parámetros.

5.1.1. Efectos directos

Los coeficientes asociados a los efectos directos de los gastos en I+D, del capital TIC, del capital humano y de la apertura comercial de una rama explican una parte de las variaciones de su PTF. La variación en el esfuerzo en I+D relativo al del resto de la economía ($id^{relativa}$), en la contribución relativa del capital tic ($dktic$), la variación del capital humano cuando se distingue entre hombres y mujeres ($khmujer$, $khombre$) así como la variación en intensidad de la rama en exportaciones netas ($xn^{relativa}$), son significativas.

5.1.1.1. Los efectos directos de I+ D

De las tres variables relacionadas con los gastos en I+D, únicamente la variable que mide la posición en I+D de la rama con respecto al resto ($id^{relativa}$) es significativa al 0,05. Por el contrario, las variables que miden el incremento de los gastos en I+D de la rama y los gastos en consumos intermedios de I+D, no resultan significativas, cuando se estiman mediante MCO-HAC.

Así, el coeficiente de la variable $id^{relativa}$ ($\Delta id_{it}/\Sigma id_j$) de la rama es positivo e igual a 3,8 con un nivel de significación del 0.05% lo que indica que cuando el gasto en I+D de la rama con respecto al total para la economía aumenta un punto porcentual, su PTF aumenta a un ritmo del 3.8%. Por el contrario, es interesante mencionar que el parámetro que mide el efecto del crecimiento de la I+D de la rama $\Delta lnid$, si bien no es significativa, presenta un coeficiente de signo positivo aunque por otro lado débil (0.006). Por el contrario, el coeficiente que mide el efecto de los consumos intermedios en servicios en I+D, lo que equivale a los costes de la rama en contratación de servicios externos en I+D, si bien no es significativo, es negativo, lo que parece sugerir que el consumo intermedio en I+D no redunde en aumentos de PTF.

La importancia de la I+D como determinante del crecimiento de la PTF queda confirmada cuando se estima el modelo por system-GMM. El coeficiente de $id^{relativa}$ es significativo al 0,001 e igual a 4.43 por lo que un incremento en un p.p. de la I+D de la rama con respecto al total, aumenta la tasa de crecimiento de la PTF un 4.4% (frente a 3.8% cuando se estima por MCO-HAC). Por otro lado, al estimar por system-GMM la variable que mide los gastos en I+D materializados en servicios intermedios ($ciid/va$) es ahora significativa al 0.001 y su coeficiente es igual a -0,6, un valor muy similar al que se obtiene cuando se estima por MCO-HAC (-0.5). Este resultado sugiere que los gastos en servicios de I+D externo a la rama no son rentabilizados por la empresa en términos de mejoras de eficiencia. El proceso por el que los gastos en I+D redunde en aumentos de la PTF es el resultado de un conjunto de acciones complejas que van mucho más allá de la mera contratación de servicios de consultoría en I+D. Es interesante mencionar, que alternativamente, se ha utilizado la variable definida como esfuerzo en inversión, (los gastos en I+D con respecto a la producción de la rama) pero su coeficiente no resulta significativo en ningún método de estimación. Este coeficiente (cuando se multiplica por los valores medio del producto con respecto a los gastos en I+D) que desde Griliches (1980), entre otros, se ha interpretado como la tasa de rendimiento privado medio de la I+D y que diversos trabajos empíricos sitúan en la horquilla del 0,08%-0.30%, parece perder su significación cuando el número de unidades productivas en la muestra aumentan. Efectivamente el supuesto de que la tasa de rendimiento sea la misma para cada una de las 64 ramas de actividad de la muestra no se cumple tal como se comprueba cuando se interacciona la variable esfuerzo de inversión (id/y) con una variable dicotómica por rama.

5.1.1.2. Los efectos directos de las TIC

El coeficiente de la variable $dktic$ ($cont(ktic - knotic)$) es positivo y significativo en ambas estimaciones siendo el valor del coeficiente igual 0.9 y 1.05 con un nivel de significación del 0.05 y 0.001 para MCO-HAC y system-GMM, respectivamente. Por lo tanto, cuando la contribución del capital TIC incrementa un punto porcentual con respecto a la contribución del capital no TIC, entonces la tasa de crecimiento de la PTF crece en torno a 1%. Este resultado tiene una notable importancia tanto cualitativa como cuantitativa dado que pone de manifiesto que, efectivamente, el uso de capital TIC tiene un efecto positivo en el crecimiento de la PTF pero, sólo cuando sustituye al capital no TIC. De hecho en otras especificaciones en las que se introduce la variable del capital TIC (en diferencias o con respecto al volumen de producción), incluso desagregando por activo de capital TIC (*software, hardware y telecomunicaciones*), por tipo de bien (activo de capital o como consumo intermedio), por su origen de procedencia (consumo intermedio TIC de origen importado y de producción nacional) el coeficiente no resulta significativo.

Desde un punto de vista cuantitativo, este resultado confirma la capacidad generadora de externalidades sobre el crecimiento de la PTF, que viene a ampliar su contribución al crecimiento del producto ya cuantificado en el segundo capítulo de esta tesis. Cuando la contribución al crecimiento del producto del capital TIC con respecto a la contribución del capital no TIC varía en un punto, se produce un incremento del producto adicional vía un mayor crecimiento de la PTF. Se confirma econométricamente por lo tanto la hipótesis enunciada por la Comisión, en su informe trimestral de octubre de 2013, de que lo que determina un mayor crecimiento de la PTF es la sustitución del capital tradicional por el capital tecnológico. Los resultados obtenidos parecen indicar que en el caso de la economía española existe margen para que esa sustitución del capital contribuya a aumentar la productividad total de los factores. Este resultado, supone una contribución, a la evidencia empírica de las externalidades derivadas de las TIC en España, puesto que se ha comprobado econométricamente el efecto positivo y se cuantifica su valor, del uso de las TIC (en este caso del capital) sobre el crecimiento de la PTF de estas ramas usuarias, algo que se había descrito para la economía americana.

5.1.1.3. Efectos directos del capital humano

El efecto del incremento del capital humano, cuando se mide en horas (como ratio de horas de trabajadores con estudios superiores sobre el total de horas de trabajo de la rama), sobre el crecimiento de la PTF es negativo, aunque no significativo. Su coeficiente es igual a -0.18 con un valor p igual 0,35 cuando se estima por MCO-HAC e igual a -0.13 con un p valor igual a 0.4 cuando se estima por system-GMM. Sin embargo, cuando se expresa la variable del capital humano distinguiendo entre hombres y mujeres y en términos de puestos de trabajo equivalente a jornada completa (PTEC) ambos efectos son significativos, (salvo el parámetro de la variable $khombres$ en system-GMM aunque su p valor es 0,061) y se mantiene la diferencia de signos por géneros³⁸.

El coeficiente para la variable medida en hombres, es negativo e igual a -1,43 en la estimación por MCO-HAC e igual a -0,96 cuando se estima por system-GMM. Por el contrario, el coeficiente de la variable equivalente para la mujer es positivo e igual a 1.97 (MCO-HAC) y 1.3 (system-GMM) y en ambos casos significativo al 0.001. Así, de

³⁸ Cuando el ratio de capital humano se expresa en la misma unidad que su equivalente desagregado por género (PTEC), entonces uno de los variables se omite para evitar la colinealidad perfecta.

acuerdo a estos resultados, solamente cuando se incrementa el ratio del capital humano formado por mujeres de un año para otro en un 1 punto porcentual en una rama, el crecimiento de la PTF aumenta por encima del 1.3%, mientras que si una rama aumenta su ratio del capital humano en 1 punto porcentual por la incorporación de hombres con formación superior la tasa de crecimiento de la PTF cae prácticamente un 1%. Estos resultados se confirman, tanto en signo y orden de magnitud de los coeficientes cuando el capital humano por géneros se mide en horas y en personas, aunque únicamente mantiene la significación en este último caso.

Una posible explicación al signo opuesto de los coeficientes de capital humano por géneros, podría encontrarse en el hecho de que las mujeres ocupen la mayoría de los trabajos con duración de jornada más corta, lo que estaría en la línea de los trabajos que ponen de manifiesto la relación negativa que existe entre productividad y duración de la jornada. Otra interpretación de la diferencia de signos asociados al capital humano por géneros puede deberse a la brecha salarial entre hombres y mujeres, poniendo de manifiesto que de media las mujeres son remuneradas por debajo de su productividad marginal y por lo tanto su contribución al crecimiento del producto es mayor que el medido por el peso de su renta en el valor de la producción, y por lo tanto es capaz de generar externalidades positivas que se registran como incrementos de PTF.

5.1.1.4. Efectos directos de la posición relativa de la rama en exportaciones netas

Aunque la evidencia empírica sobre la relación positiva entre el comercio internacional o las inversiones directas extranjeras y la PTF se concentra en el análisis de economías agregadas, en esta tesis se ha querido comprobar si existe una relación entre el comercio internacional y la PTF de las ramas de actividad. De las posibles relaciones entre la PTF y el intercambio de bienes y servicios a través el comercio internacional (importaciones TIC, grado de apertura de la rama al comercio internacional) únicamente la variable que mide la posición de la rama con respecto a las demás en términos de exportaciones netas resulta significativa. El coeficiente de la variable ($xn^{relativa}$) es significativo al 0.05 tanto en la estimación por MCO-HAC como por system-GMM y prácticamente iguales a 0.2. Así, cuando una rama aumenta su posición en términos de exportaciones con respecto al resto en punto porcentual, la tasa de PTF crece un 0.2%.

A modo de síntesis, sobre los determinantes de la PTF que generan un efecto interno en la propia rama, cabe destacar el papel desempeñado por los gastos en I+D y por la introducción del capital TIC para reemplazar el capital no TIC. Mientras las exportaciones netas de la rama relativa al conjunto de la economía inciden positivamente, aunque en menor medida, en el crecimiento de la PTF, el capital humano únicamente parece afectar positivamente la tasa de crecimiento de la PTF cuando se mide en términos de mujer. Sin embargo, las conclusiones sobre la relación entre el capital humano y la PTF son muy distintos cuando se analizan los efectos *spillovers*.

5.1.2. Externalidades o *spillovers effects*

Los dos métodos de estimación confirman el papel de las externalidades de la I+D y del capital humano como determinantes claves del crecimiento de la PTF. Los efectos *spillovers* de I+D que se transmiten directamente ($lnid^{externo}$), es decir independientemente de cualquier medida de proximidad de dependencia productiva, son significativos al 0,001 e iguales a casi 4 (3,8 por MCO-HAC) lo que indica que cuando el resto de las ramas aumenta en 1% los gastos de I+D, la tasa de crecimiento de la rama analizada aumenta casi un 4%. A estos efectos hay que sumarle los efectos externos de I+D proporcionales a la dependencia productiva de la rama $lneiid^{externo}$, que aunque de

menor magnitud (tan solo 0,008) resultan ser significativos cuando se estiman mediante system-GMM. Este resultado es comparable con las estimaciones publicadas por Wolff (2011) sobre la PTF economía americana desagregada en 68 sectores para los años 1958-2007, en las que el coeficiente de la variable que mide las externalidades de I+D medida como la variable $lneeid^{externo}$, se sitúa en 0,37.

Así mismo, las externalidades del capital humano ($lnkh^{externo}$, medido en horas de trabajo de trabajadores con estudios superiores) resultan significativas tanto cuando se estiman por MCO-HAC como por sytem-GMM al 0,001 siendo el coeficiente igual a 4,2, lo que implica que cuando el resto de las ramas aumentan un 1% el número de horas de trabajo de personas con estudios superiores, la tasa de crecimiento de la PTF de la rama mejora un 4,2%.

Por último con respecto a los efectos externos generados por el consumo intermedio TIC del resto de las ramas que se transmiten de forma proporcional a la dependencia productiva de la rama $lneecitic^{externo}$, se detecta un efecto significativo al 0.001 (en ambos métodos de estimación) y de signo negativo e igual a -0,11. La relación negativa entre un incremento de los consumos intermedio TIC del resto de la ramas y de la PTF de la rama estudiada pueden indicar costes de ajustes en las transacciones entre la rama y sus proveedores que aumentan sus consumos intermedios TIC. Por lo tanto y aunque los consumos intermedios tengan características de bienes y servicios TIC, no sólo no generan efectos más allá de los contabilizados sobre la producción de la rama, sino que además son protagonistas de un efecto *spillover* negativo sobre el resto de las ramas, un fenómeno que M. Mas (2005) identifica como costes de ajustes derivados de la revolución tecnológica. La presencia de externalidades de TIC (en bienes de consumos intermedios) de signo negativo apoya la teoría de que el uso de TIC necesita de un entorno y de tiempo suficiente para el total aprovechamiento de las mismas. Brynjolfsoon y Hitt (2003) exponen que la adopción de TIC necesita un periodo de cambios en la empresa en la estructura organizativa, en la dotación de aditivos complementarios a las TIC, prácticas empresariales y comerciales diferentes, para que los efectos externos se produzcan, lo que se estima sucede una vez transcurrido una plazo de 5 años, desde la incorporación de las TIC. Estos autores consideran que durante ese periodo de adaptación, se pueden generar nuevos costes en términos de eficiencia, o lo que es lo mismo, efectos externos negativos, que pueden cancelar, de manera transitoria, los de signo positivo. Como se comprobará más adelante, la estimación del modelo de corrección del error proporciona evidencia empírica sobre la necesidad de la presencia del capital humano de las ramas para el aprovechamiento de las externalidades del capital TIC.

Por lo tanto, con respecto a los efectos indirectos hay que concluir que se refuerza la importancia de las externalidades de I+D, principalmente de aquellas que desbordan directamente, independientemente de cualquier medida de distancia entre ramas, como determinante del crecimiento de la PTF. También se encuentra evidencia empírica de la importancia cuantitativa de las externalidades originadas por el capital humano. Por último, se comprueba empíricamente la presencia de costes de ajustes negativos de la revolución tecnológica sobre la tasas de crecimiento de la PTF, originados por un incremento de los consumos intermedios TIC de las ramas cercanas productivamente a la rama considerada.

5.1.3. Capacidad absorción

A pesar de que los presencia de efectos externos positivos del capital humano y de la I+D, ponen en evidencia que las ramas son capaces de extraer los beneficios tanto de la innovación externa fruto de la I+D como del capital humano del resto de las ramas por el

mero hecho de estar expuestas a ellos, es necesario contrastar la hipótesis de que la rama cuente con la habilidad de identificar el valor del conocimiento externo y de entenderlo, para por último incorporarlo con fines comerciales o productivos, es decir que desarrollen una “capacidad de absorción”(Cohen y Levinthal, 1990).

Se completa el análisis de los efectos directos e indirectos de las variables sobre la tasa de PTF, con la presencia de efectos de interacción entre los mismos, para contrastar la existencia dicha capacidad.

De entre las múltiples posibilidades³⁹ para definir la capacidad de absorción, la que arroja resultados interesantes es la que define la capacidad de absorción a partir del capital humano de la rama, medido como la proporción de trabajadores con estudios superiores de la rama (en horas de trabajo) y la que asume como fuente de externalidad el incremento de los activos de capital TIC del resto de las ramas, $(capabs\Delta ktic^{externo} * kh)$ lo que es equivalente a la inversión en capital TIC del resto de las ramas. Sin embargo, aunque el coeficiente que mide el efecto significativo de la capacidad de absorción, así definida presenta signo positivo, no es en ninguno de los métodos de estimación significativo, resultado que se modifica, tal como se desarrolla más adelante, cuando se resuelve el modelo de corrección del error y se distingue entre los determinantes corto y a largo plazo de la PTF.

5.2. Modelo de corrección de error

La muestra de datos tiene una extensión temporal $t=12$ años, a caballo entre los micro y macro paneles, y se ha comprobado que la variable $lnptf$ y nueve de las variables explicativas son I(1). En concreto las variables $ciid/va$, $lnrd$, kh , $khmujer$, $eecitic$, $eerd$, rd^{ext} , kh^{ext} , $capabsorktic^{ext}kh$ son I(1), mientras que las variables $dktic$, $xnetas^{relid^{rel}}$, $khombre$ son I(0). Por ello y con el objetivo de transformar las variables, en variables estacionarias se estimó la ecuación de partida (III-8) en primeras diferencias (III.9.b). Ahora bien, cabe preguntarse si las variables I(1) están cointegrados, pues en caso afirmativo, se puede explotar la relación de cointegración entre las variables I(1) y estimar el modelo de corrección del error, MCE (Engle y Granger, 1987) con el objetivo de estudiar los determinantes de la PTF a corto y a largo plazo. Aunque el modelo MCE en sus orígenes se desarrolló para series temporales, su aplicación se ha extendido a datos panel. El modelo de corrección del error se puede aplicar ya que el vector x de variables explicativas $(9*1)$ y la variable $lnptf$ cumplen las condiciones:

$$ptf_{it} = x'_{it}\gamma_n + \mu_{it} \quad \text{III.11.a}$$

$$\mu_{it} = \rho\mu_{i-1} + \varepsilon_{it} \quad \text{III.11.b}$$

En donde ε_{it} no es ruido blanco, x' es la traspuesta del vector x de $(9*1)$ variables explicativas I (1) y γ_n es el vector de $9*1$ parámetros de cointegración. El modelo de corrección del error se puede estimar en dos etapas o alternativamente en una etapa.

Cuando se estima en dos etapas el modelo de Engle y Granger (1987) se estima en una primera etapa y mediante MCO (con errores robustos a la heterocedasticidad) la ecuación de la relación a largo plazo entre las variables o lo que se denomina la relación de

³⁹ Otras variables para definir medir la capacidad de absorción $(\Delta I+D*kh_{rama}$ incluso $\Delta KTIC*id_{rama}$) han sido utilizadas, pero se han descartado ya que aunque los coeficiente presentan sistemáticamente signo positivo, no resultan en ningún caso significativos.

cointegración. La relación a largo plazo entre las variables I (1) del modelo y el efecto fijo en la relación a largo plazo, se expresaría

$$\ln ptf_{it} = \alpha_i + \widehat{\beta}_1 ciid_{it}/va_{it} + \widehat{\beta}_2 \ln id_{it} + \widehat{\beta}_3 kh_{it} + \widehat{\beta}_4 khmuj_{it} + \widehat{\beta}_5 eecitic_{it} + \widehat{\beta}_6 eeid_{it} + \widehat{\beta}_7 id_{it}^{ext} + \widehat{\beta}_8 kh_{it}^{ext} + \widehat{\beta}_9 \Delta ktic_{it}^{ext} * kh_{it} + \hat{\mu}_{it} \quad (III.12.a)$$

en donde tiene que cumplirse que $\widehat{\mu}_{it}$ sea I(0)

En una segunda etapa, estimar el modelo de corrección de equilibrio o el modelo de corrección del error mediante MCO con errores robustos a la heterocedasticidad, cuya expresión sería:

$$\Delta \ln ptf_{it} = \Delta \alpha_t + \hat{\gamma}_1 \Delta ciid_{it} + \hat{\gamma}_2 \Delta id_{it} + \hat{\gamma}_3 \Delta kh_{it} + \hat{\gamma}_4 \Delta khmuj_{it} + \hat{\gamma}_5 \Delta eecitic_{it} + \hat{\gamma}_6 \Delta eeid_{it} + \hat{\gamma}_7 \Delta id_{it}^{ext} + \hat{\gamma}_8 \Delta kh_{it}^{ext} + \hat{\gamma}_9 \Delta (invktic_{it}^{ext} * kh_{it}) + \hat{\gamma}_{10} cont(ktic - knotic)_{it} + \hat{\gamma}_{11} \Delta khhom_{it} + \hat{\gamma}_{12} \Delta xn_{it}^{rel} + \hat{\gamma}_{13} \Delta id_{it}^{rel} + (\hat{\rho} - 1) \hat{\mu}_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (III.12.b)$$

O expresada en forma vectorial en donde x es el vector (9*1) de las variables I(1), γ_n el vector de sus correspondientes coeficientes, z el vector de (4*1) variables I(0) y γ_m el vector de sus parámetros correspondientes, la ecuación III.12.b se puede transcribir como,

$$\Delta \ln ptf_{it} = \Delta \alpha_t + \Delta x'_{it} \hat{\gamma}_n + \Delta z'_{it} \hat{\gamma}_m + (\hat{\rho} - 1) \hat{\mu}_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (III.12.c)$$

Alternativamente, el MCE se puede estimar en una etapa, lo que constituye una opción preferible a la estimación en dos etapas tanto desde un punto de vista empírico (De Boef, 2001 y Durr 1993^a), como teórico (Beck 1999), siendo su expresión genérica.

$$\Delta y_{it} = \Delta \alpha_t + \Delta x'_{it} \hat{\gamma}_n + \Delta z'_{it} \hat{\gamma}_m + (\hat{\rho} - 1)(y_{it-1} - x_{it-1}) + \hat{\pi}_n x_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (III.13)$$

Si $(\hat{\rho} - 1)$ es significativo y $(\hat{\rho} - 1) < 0$, entonces los paneles están cointegrados.

Los parámetros γ_m y γ_n son parámetros que miden los efectos a corto plazo de las variables a las que acompaña. Mediante algebra sencilla, se comprueba que los β_n parámetros de cointegración que miden los efectos a largo plazo son iguales a $\hat{\beta}_n = 1 - \frac{\hat{\pi}_n}{(\hat{\rho}-1)}$.

5.3. Resultados del MCE

Con el objeto de facilitar el análisis de las diferencias que suscitan los distintos métodos de estimación, en la Tabla III.2 se reproducen por un lado, en las dos primeras columnas (MCO-HAC y System GMM) los resultados ya comentados de la estimación de la ecuación en primeras diferencias y por otro, en la tercera y cuarta columna, los resultados de la estimación del modelo de corrección del error (MCE) estimado en una etapa (MCE 1etapa, mco,rob) y en dos etapas (MCE 2 etapas, mco-rob), ambos por MCO con errores robustos a heterocedasticidad.

La interpretación de los resultados del MCE tiene que hacerse dentro de la dinámica subyacente al propio modelo, y que establece que la PTF y las demás variables explicativas I(1) presentan una relación de equilibrio a largo plazo que determina tanto el comportamiento de las variables en el corto como en el largo plazo. Así, cualquier cambio de las variables expresadas en diferencias, genera un desequilibrio que a largo plazo es restablecido pero no inmediatamente, sino a un ritmo determinado por el parámetro MCE $(\hat{\rho} - 1)$.

Tabla III.2. Estimación del Modelo Corrección del Error en una y dos etapas

	MCO-HAC	System GMM	MCE 1etapa, mco,rob	MCE 2 etapas,mco-rob
	$\Delta \ln PTF$	$\Delta \ln PTF$	$\Delta \ln PTF$	$\Delta \ln PTF$
MCE_1			-0,2742*** (0,000)	
uhat_1				-0,2665*** (0,000)
COEFICIENTES A CORTO PLAZO				
<i>Efectos directos</i>				
<i>dktic</i>	0,898* (0,038)	1,050** (0,008)	0,885** (0,011)	0,760* (0,017)
$\Delta ciid/va$	-0,552 (0,136)	-0,563** (0,008)	-0,684 (0,062)	-0,894* (0,025)
$\Delta lnid$	0,006 (0,128)	0,005 (0,090)	0,0130* (0,035)	0,005 (0,262)
$\Delta id^{relativa}$	3,795* (0,020)	4,430** (0,008)	2,916 (0,726)	1,430 (0,869)
$\Delta \Delta xm^{relativa}$	0,239 * (0,016)	0,230* (0,019)	0,324** (0,001)	0,306** (0,002)
Δkh	-0,175 (0,352)	-0,128 (0,411)	-0,454* (0,022)	-0,199 (0,266)
$\Delta khmujer$	1,979 ** (0,004)	1,381** (0,005)	1,912 ** (0,002)	1,714** (0,005)
$\Delta khombres$	-1,434 * (0,025)	-0,962 (0,061)	-1,336* (0,016)	-1,137* (0,040)
<i>Efectos externos</i>				
$\Delta lneecitic^{externo}$	-0,129** (0,003)	-0,108** (0,002)	-0,106 ** (0,003)	-0,133*** (0,000)
$\Delta lnid^{extremo}$	3,832** (0,008)	3,983** (0,009)	3,084 (0,683)	1,586 (0,839)
$\Delta lneeid^{extremo}$	0,073* (0,035)	0,0784** (0,006)	0,072 * (0,013)	0,061* (0,030)
$\Delta lnkh^{extremo}$	4,160** (0,002)	4,197** (0,004)	4,182*** (0,000)	3,100 ** (0,010)
<i>Efectos variables: capacidad de absorción</i>				
$\Delta (\Delta ktic^{extremo} khr)$	0,014 (0,614)	0,012 (0,470)	0,068* (0,037)	0,013 (0,593)
COEFICIENTES A LARGO PLAZO				
			MCE 1etapa, robust lnPTF	MCE 2 etapas,ols lnPTF
<i>Efectos directos</i>				
<i>ciidva</i>			-2,772** (0,002)	-2,459*** (0,000)
<i>lnid</i>			0,070*** (0,000)	0,016* (0,012)
<i>kh (horas)</i>			-0,580** (0,001)	-0,604*** (0,000)
<i>khmujer (pte)</i>			0,068 (0,214)	0,641* (0,024)
<i>Efectos externos</i>				
<i>lneecitic)^externo</i>			-0,126*** (0,000)	-0,110*** (0,000)
<i>lnid^extremo</i>			0,000*** (0,000)	0,028 (0,301)
<i>lneeid^extremo</i>			0,073*** (0,000)	0,001 (0,953)
<i>lnkh^extremo</i>			7,319** (0,006)	0,051* (0,038)
<i>Efectos variables</i>				
$\Delta ktic^{extremo} khr$			0,133*** (0,000)	0,052** (0,001)
<i>N</i>	685	685	685	685
<i>R</i> ²	0,240		0,456 (0,332)	0,330

Estimaciones de la ecuación en primeras diferencias por MCO-HAC y system-GMM (primera y segunda columna) y estimación del Modelo Corrección del Error, mediante MCO con errores robustos a la heterocedasticidad en una etapa (tercera columna) y en dos etapas (cuarta columna). p valor entre paréntesis. * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001. Se incluye la variable dicotómica temporal en las cuatro estimaciones. Todas las variables están en logaritmos neperianos, salvo *dktic* (en puntos porcentuales de contribución al crecimiento del producto), *khmujer*, *khombre*, *kh*, *id^{relativa}*, *xn^{relativa}*, *ciid/va* (en ratios <1) y en *capbsor*, el factor $\Delta ktic_{it}^{externa}$ en miles de millones de euros constantes. Las variables con superíndice externo, indica que son variables definidas para el resto de las ramas. Se utiliza la notación *ee* para designar que el efecto externo es proporcional a los coeficientes interindustriales de la rama. El efecto fijo está incluido únicamente en MCE 2etapas, en la ecuación a largo plazo. Los parámetros a largo plazo de MCE en 1etapa son iguales a los transformados y designados por β_n . Fuente:elaboración propia

Se presentan a continuación las principales aportaciones que se derivan de la estimación del modelo de corrección del error.

El p-valor muestra que el parámetro de cointegración es significativo al 0.001 y su valor negativo (-0.27) es prácticamente igual en las dos estimaciones (-0.274 en una etapa y -0.267 o en dos etapas). El signo del parámetro de la ecuación de cointegración indica que la dinámica de las variables conduce el restablecimiento del equilibrio a largo plazo, en el transcurso de los siguientes años, a un ritmo anual del 0.27% del ajuste total.

Por otro lado, cuando se comparan los valores de coeficientes de la Tabla III.2 (MCE 1 etapa y MCE 2 etapas) denominados a corto plazo, pues miden el efecto contemporáneo de un cambio en una variable sobre la tasa de crecimiento de la PTF, con los de la primera (MCO-HAC) y segunda columna (system GMM), no se identifican grandes diferencias salvo para la variables relacionadas con la I+D y el capital humano de la rama. En general el signo, la magnitud y el nivel de significación de los parámetros de las variables $ciid/va$, $dktic$, $xm^{relativa}$, $khmuje$, $khombre$, $eeitic$, $lnkh^{externo}$, $lneeid^{externo}$ son muy parecidos, lo que apoya las conclusiones relativas a estas variables comentadas en el epígrafe anterior. Se destacan a continuación las aportaciones que introduce la estimación del modelo de corrección del error con respecto a los determinantes de la PTF.

En primer lugar, al resolver el MCE los efectos de cualquier variable I(1) se miden tanto a corto como a largo plazo. Al distinguir entre los efectos a corto y los efectos a largo plazo de los gastos en I+D realizados por la rama sobre su PTF, la variable que resulta significativa a corto plazo (MCE en 1 etapa) es el incremento de la I+D ($\Delta lnid$), siendo el valor de su coeficiente igual a 0,01, ya que el efecto de un incremento en la variable $id^{relativa}$, deja de ser significativo⁴⁰ aunque su coeficiente mantiene el signo positivo (2,9 MCE en 1 etapa). Por lo tanto, cuando el incremento de la I+D aumenta un 1% en una rama, la tasa de crecimiento contemporánea de la PTF crece un 0,01%. Sin embargo los efectos del gasto de la I+D de la rama también afectan a la PTF a largo plazo. El efecto a largo plazo de los gastos en I+D es significativo al 0.001 e iguala 0.007, lo que implica, que ese aumento adicional en la PTF, igual al 0.007%, se producirá gradualmente en el transcurso de los años y en una fracción anual igual al 0.27% del ajuste total.

Por lo tanto con respecto a los efectos internos de los gastos en I+D, el modelo MCE pone en evidencia que estos tienen su impacto en la PTF tanto a corto plazo como a largo plazo. De hecho, se vuelve a confirmar que los servicios en I+D externalizados (tal como recoge la variable $ciid/va$) tienen un impacto negativo, no sólo a corto plazo, sino, que además, este efecto es ampliado a largo plazo (-2,8 y -2,5 MCE en una y dos etapas respectivamente, ambos con un nivel alto de significación). Este resultado confirma que los mecanismos a través de los cuales la I+D contribuyen al crecimiento económico y que Griliches identifica “con la producción de nuevas ideas e información sobre nuevos materiales y componentes, con nuevas maneras de combinarlas o usarlas y nuevas formas de diseñar bienes y servicios” necesitan periodos largos de maduración e implican una interacción compleja de elementos vinculados a la innovación como pueden ser el capital humano, el capital tecnológico etc no sustituibles por la mera contratación externa de servicios de I+D.

Con respecto las externalidades derivadas de los gastos en I+D, únicamente son significativas las variables, tanto a corto como a largo plazo (MCE una etapa), que

⁴⁰ Cuando en la ECM se elimina la variable $id^{relativa}$, no se modifican ni los valores ni la significación de las variables relacionadas con la I+D ($lnid$, $lneeid$, $lnid^{externa}$).

asumen que las externalidades se transmiten entre ramas productivamente dependientes. Así el coeficiente de la variable $lneeid^{externo}$ tanto a corto como a largo plazo se sitúa en torno a 0.07 con un nivel de significación del 0,05 y 0,001 respectivamente. Por el contrario, el efecto de las externalidades directas de I+D ($lnid^{extrema}$) a corto plazo no es significativo, aunque el parámetro sugiera una relación positiva (3,08 MCE en 1 etapa), y a largo plazo, aunque los efectos sean muy significativos, el valor de su parámetro es prácticamente nulo.

Sin embargo, cuando se estima la relación entre el capital humano de la rama y la PTF a través del MCE, las conclusiones sobre la relación negativa que se desprendía de la estimación de la ecuación en primeras diferencias se ven modificadas. En primer lugar, el coeficiente del capital humano a corto plazo, es significativo (al 0.05) e igual a -0.45 y para el largo plazo, es algo mayor -0.58 con un nivel de significación del 0.001. Sin embargo, los efectos totales del capital humano tanto a corto como a largo han de matizarse por el efecto variable que tiene sobre la PTF cuando interactúa con la variación del capital tic externo a la rama. La variable absorción $\Delta ktic * kh_r$ (en miles de millones de euros por ratio de trabajadores con estudios superiores de la rama) es significativa tanto a corto plazo como a largo plazo, siendo sus valores, cuando se estima en una etapa igual a 0,068 para el corto plazo (con un nivel de significación de 0.05) y a 0,133 para el largo plazo (con un nivel de significación del 0,001).

Por lo tanto, aunque como se ha visto anteriormente, el capital humano (kh) genere un efecto fijo directo de signo negativo sobre la tasa de la PTF, cuando se asocia al incremento del stock de capital TIC del resto de las ramas, el efecto sobre la PTF es variable y positivo, siendo su efecto total, la suma de ambos efectos. El efecto total a corto plazo de un cambio de un punto porcentual en el capital humano de un rama se calcula como la suma del efecto directo (-0.45) y del efecto variable ($0.068 * \Delta ktic$), ambos a corto plazo. De manera análoga, el efecto total de un cambio en un punto porcentual en el capital humano de la rama se calcula como la suma de los coeficientes del capital humano y de la capacidad de absorción ambos a largo plazo ($-0.58 + 0.133 \Delta ktic$). Para los años analizados, el valor medio de $\Delta ktic$ es igual a 5.394 (en miles de millones de euros), por lo que el efecto total de un cambio de un p.p. en el ratio del capital humano de la rama generaría un efecto en la tasa de crecimiento de la PTF a corto plazo del -0.087%, pero, en cambio, a largo plazo el efecto sería positivo e igual a incremento del 0.138% en la PTF.

En definitiva, las conclusiones sobre el capital humano se alteran con respecto a las enunciadas en el primer bloque de estimaciones, puesto que si bien a corto plazo su efecto es negativo, a largo plazo el efecto es positivo y puede más que compensar la desaceleración contemporánea. Por otro lado, se confirma el papel que desempeña el capital humano como vehículo para incorporar las mejoras tecnológicas fruto de la revolución tecnológica. Por último, el capital humano tiene un efecto variable que puede aumentar a medida que la economía incrementa su inversión en TIC. Adicionalmente, el coeficiente significativo de la variable capacidad de absorción tiene una segunda lectura, ya que también se puede interpretar como el coeficiente que mide la relación ante un incremento de la inversión tic del resto de las ramas con respecto a la PTF de la rama estudiada. En este caso el efecto es proporcional al ratio de capital humano de la economía (e igual a 0.197) por lo que el coeficiente a corto plazo de la externalidad del incremento de la inversión TIC es igual 0,013 ($0.068 * 0.197$) y a largo plazo, el de la inversión TIC es igual a 0,026 ($0.133 * 0.197$). Se ha aportado evidencia empírica de la presencia de externalidades de la inversión TIC confirmándose su signo positivo, su alcance temporal y su carácter variable asociado al capital humano.

El papel del capital humano, a través de sus efectos desbordamiento se confirma en la estimación del MCE ya que sus efectos ya de por si relevantes en términos cuantitativos a corto plazo (4,2 y 3,1 para MCE 1 etapa y mce2 etapas respectivamente) se amplían en el largo plazo hasta un sólido 7,3 con un nivel de significación del 0.006, cuando se estima en una etapa. Sin embargo, el efecto a largo plazo si se estima en dos etapas, es mucho más débil, tal como muestra el valor del parámetro igual a 0.05 (significativo al 0.05).

Más allá de la magnitud del efecto total del capital humano sobre la PTF, la importancia de este resultado es cualitativa. Pone de manifiesto que el efecto del capital humano es variable, y que desempeña un papel clave como vehículo para que los efectos externos derivados de la inversión en TIC del conjunto de la economía sean incorporados en la productividad de la rama.

6. Conclusión.

El modelo que se estima en esta tesis abarca desde un enfoque integral las posibles fuentes de crecimiento de la PTF de la economía española, desagregada hasta un nivel de 64 ramas de actividad, durante el periodo anterior a la crisis, 1995-2007. Se destaca que el nivel de diferenciación sectorial no se encuentra de forma habitual en la literatura existente sobre la cuestión.

Se estima econométricamente tanto los efectos internos como los efectos *spillovers* y efectos mixtos, derivados de las TIC (como bien de capital, como bien de consumo intermedio, y en la renovación del capital tradicional), de los gastos en I+D, del capital humano con la novedad de su distinción por género y por último, del grado de exposición al comercio internacional. Para llevar a cabo el análisis empírico propuesto, ha sido preciso realizar una revisión en profundidad de la literatura de la teoría sobre la productividad, para poder así desprender el estado de la cuestión y abrir un abanico amplio de posibilidades para su tratamiento empírico. La reflexión teórica ha conducido a un extenso trabajo de campo para definir, cuantificar y homogenizar toda la información que se precisa para llevar a cabo la estimación propuesta.

Dada la naturaleza de la base de datos creada, se ha optado por la aplicación de cuatro métodos alternativos de estimación aplicados a panel de datos. En la medida que los paneles contienen series no estacionarias, se estima el modelo en primeras diferencias por MCO con errores robustos a la heterocedasticidad y la autocorrelación, y por el método generalizado de momentos, System GMM, para obtener estimaciones consistentes, ante la posible presencia de variables endógenas, algo que sin embargo, se comprueba, se puede descartar sin incurrir en graves problemas de inconsistencia de los parámetros. Como aportación de esta tesis, al disponer de una base de datos con un horizonte temporal suficientemente largo y una desagregación por ramas elevada, se estima el modelo de corrección del error (MCE) aplicado a datos panel, lo que, por un lado, permite confirmar la cointegración de la series y por otro, permite aislar, los efectos a corto plazo de los efectos a largo plazo de los determinantes de la PTF como su ritmo de ajuste.

El procedimiento aplicado ha puesto de manifiesto resultados congruentes y prácticamente independientes de método de análisis, salvo contadas excepciones ya abordadas en este capítulo. De manera general, se pone en evidencia la importancia de las TIC para explicar el crecimiento de la PTF y en concreto, se ha comprobado que la PTF de una rama puede mejorar sensiblemente cuando la rama renueva su capital tradicional por el capital TIC y cuando cuenta con una dotación de capital humano suficiente para beneficiarse, tanto a corto como a largo plazo, de las externalidades derivadas de un aumento de la inversión TIC del resto de las ramas. Además, se encuentra

evidencia empírica de los posibles costes de ajustes de la revolución de las tecnologías vinculados al incremento de los consumos intermedios TIC de las ramas productivamente cercanas a la rama estudiada y por otro lado, se confirma la relación positiva entre los gastos en I+D (a corto y a largo plazo) y la PTF, y la importancia cuantitativa de los efectos *spillovers* de I+D. Los resultados sugieren que a corto plazo los efectos externos de la I+D que se transmiten “directamente” tienen un mayor impacto en la tasa de crecimiento de la PTF mientras, que en el largo plazo, sólo los efectos externos proporcionales a la dependencia productiva de la rama tendrán un efecto sobre su PTF. Se confirma la existencia y la importancia cuantitativa de los efectos externos derivados del capital humano, y de su papel determinante, (más a largo que a corto plazo) para que la rama pueda incorporar las externalidades de la inversión TIC. La evidencia sobre la presencia de efectos a corto plazo de signo contrario del capital humano atendiendo a su género sobre los cambios en la PTF, constituye una conclusión tan sorprendente como interesante, que abre nuevas áreas de investigación en torno a la relación de la PTF y aspectos como la duración de jornada, la brecha salarial y el género. Por último, se confirma la relación positiva entre el grado de exposición (en términos netos) al comercio internacional de la rama y el crecimiento de la PTF.

Bibliografía

- Abad, A. Cuevas, A. y. Quilis, E.M. (oct 2007): “Índices encadenados de volumen: una guía práctica” Boletín 157. Inflación y análisis macroeconómico. Universidad Carlos III de Madrid.
- Abramovitz, M. (1956): “Resource and Output Trends in the United States Since 1870”, National Bureau of Economic Research Volume <http://www.nber.org/books/abra56-1>
- Abramovitz, M. (1986): “Catching up, Forging Ahead, and Falling Behind”, Journal of Economic History, June 1986, 46(2), pp. 385-406.
- Abramovitz, M. and David, P. (1994): “Convergence and Deferred Catch-up”, Productivity Leadership and the Waning of American Exceptionalism” Draft version prepared for publication as Chapter 1 in Growth and Development: The Economics of the 21st Century, edited by Ralph Landau, Timothy Taylor, and Gavin Wright, Stanford CA: Stanford University Press, 1995.
- Aghion, P. and Howitt, P. (1998): “Endogenous Growth Theory”, Cambridge, MA. MIT Press.
- Aghion P, Howitt P, Violante G. (2002): “General Purpose Technologies and Within-group Inequality”, Journal of Economic Growth. 2002.
- Aguirregabiria, V. (June-2009): “Econometric Issues and Methods in the Estimation of production Functions”, MPRA Paper N°, 15973. <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/15973/>
- Aigner, J. Lovell, K. y Schmidt, P. (1977): "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", Journal of Econometrics 6, pp. 21-37.
- Aiyar, SS. y Feyrer, J. (2002): “A contribution to the epirics total factor productivity”, Darmouth College working paper.
- Albanesi, S. Olivetti, C. y Prado, M.J. (2009): “Gender and Dynamic Agency: Theory and Evidence on the Compensation of Top Executives”, FRBNY Staff Report No. 718
- Añon, M^a D. (2004): “The impact of research and development spillovers on UK manufacturing TFP”, Aston Business Scholl Research Paper.
- Badescu, M. y Garcés, C. (2009): “The impact of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain” Technovation 29(2) pp. 122-129 .
- Baldassarini, A. Di Veroli, N. (Oct -2005): “Measuring factor input: measuring labor Input Growth and Productivity: a Method Differentiated per Type of Employment and Labour Compensation”. Workshop on Productivity Measurement.
- Baldwin, J. et Sabourin, D. (1995) : “Adoption de la technologie dans le secteur de la fabrication au Canada”, N o 88-512-XPB au Catalogue. Ottawa: Statistique Canada.
- Baltagi, B. H (1998): “Panel Data Methods” from Handbook of Applied Economics Statistics, Aamn Ullah and David E.A. Giles and Marcel Decker.
- Banco de España (2005). Registro de los servicios de intermediación financiera en contabilidad nacional a partir de 2005. Notas Estadísticas nº1.
- Banco de España (2005). Registro de los servicios de intermediación financiera en contabilidad nacional a partir de 2005. Notas Estadísticas nº3.
- Baptist, S. and Hepburn, C. (Oct.2012): “Intermediate Inputs and Economic Productivity”, Centre for Climate Change Economics and Policy, Working Paper nº112

and Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, Working Paper n° 65.

Barrio, T.; Lopez-Bazo, E.; Serrano, G. (2002) New evidence on international R&D spillovers, human capital and productivity in the OECD, *Economics Letters*, 77, 41- 45

Barro, R. (1990): "Government spending in a simple model of endogeneous growth", *Journal of Political Economy* 98(S5) pp. 103-125.

Barro, R. (Dec-1998): "Notes on Growth Accounting"

Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X. (1995): "Technological Diffusion and Convergence", NBER Working Paper No. 5151 Issued in June 1995

Bartelsman, J E. and Doms, M. (March-2000): "Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata". *Journal of Economic Literature*.

Battese, E. y Corra, S (1977): "Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia", *Australian Journal of Agricultural Economics* 21, pp. 169-179.

Bayar, A. Dramais, F. Hubic, A. Malek-Mansour, J.C. Mohora, C. Opesde, M. and Pollitt, H. (Oct-2007): "An Analysis of R&D Spillovers, Productivity, and Growth Effects in the EU". Université Libre de Bruxelles.

Beneito, P. (2001): "R&D Productivity and Spillovers Effects at the Firm Level: Evidence from Spanish panel data." *Investigaciones económicas*, vol XXV (2) pp289-313.

Bernstein, J.I. (1994) "International R&D Spillovers between Industries in Canada and the United States", Working Paper No. 3, Industry Canada, September.

Berumen, S.y Arriaza.K (2008): "Evolución y desarrollo de las TIC en la economía el conocimiento". Ecobook.

Biagi, F. (2013): "ICT and Productivity: A review of the Literature" Digital Economy Working Paper 2013/09.

Blackburn, E.F. and Frank, M. (2007): "Estimation of Nonstationary Heterogenous Panels". *The Stata Journal* (2007) 7, Number 2, pp.197-208.

Blundell, R., & Bond, S. (2000). GMM estimation with persistent panel data: an application to production functions. *Econometric reviews*, 19(3), pp. 321-340.

Bond, S. Nauges, C. & Windmeijer, F. (2002): "Unit Roots and Identification in Autoregressive Panel Data Models: A Comparison of Alternative Tests" Institute for Fiscal Studies.

Bond, S., Nauges, C. & Windmeijer (Jul-2005): "Unit Root: Identification and testing in Micro Panel". Centre for Microdata Methods and Practice. Working Paper CWP07/05.

Bond, S. (2002). *Dynamic Panel Data Models: a Guide to Micro Data Methods and Practice*. Portuguese economic journal, 1(2), 141-162.

Bresnahan, T. (1986): "Measuring the spillovers form technical advance: mainframe computers in financial services", *American Economic Review*, Vol 76 n°4, pp. 742-755

Bresnahan, T. y Trajtenberg, M. (1995): "General Purpose Technology: Engines of growth? *Journal of Econometrics* 65, pp83-108

Bresnahan, T. Brynjolfsson, E. y Hit, L. (2000): "Technology, Organization, and the Demand for Skilled Labor." In *The New Relationship: Human Capital in the American Corporation*, edited by Margaret M. Blair and Thomas A. Kochan. Brookings.

Bresnahan, T. Brynjolfsson, E. y Hit, L. (2002): "Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence." *Quarterly Journal of Economics* 117(1), pp. 339-76.

Brown, M. and Conrad, A. (1967): "The Influence of Research on CES Production Relations", in M. Brown (ed.) *The Theory and Empirical Analysis of Production, Studies In Income and Wealth, Vol. 3*, New York: Columbia University Press for NBER, 275-340.

Brynjolfsson, E. (May-2005): "VII Pillars of productivity"
<http://ebusiness.mit.edu/erik/Seven%20Pillars%20of%20Productivity.pdf>

Brynjolfsson, E. and Hitt, L. (2000): "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance", *Journal of Economic Perspectives* Volume 14, Number, Fall 200 pp. 23-48.

Brynjolfsson, E. y Hitt, L. (2003): "Computing Productivity: Firm-level Evidence", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 85, N.4 (Nov.), pp. 793-808.

Brynjolfsson, E. y Shinkyu, Y. (1996): "Information Technology and Productivity: A Review of the Literature", *Advances in Computers*, Academic Press, Vol. 43 pp. 179-214.

Cabrer, B., Olmos, J. Pavia, J.M. y Sala, R. (2007): "Actualización de matrices origen-destino. Un análisis de alternativas a través de Monte Carlo". XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional.

Cahuc, P. Carcillo, S y Zylberberg, A. (2014): *Labor Economics*. MIT Press.

Cameron, A. (Oct- 2007). Panel data methods for microeconometrics using Stata. In *West Coast Stata Users' Group Meetings 2007* (No. 13). Stata Users Golóroup.

Cañada, A. (1995): "Algunos aspectos metodgicos de la estimación del empleo en la Contabilidad Nacional de España". *Estadística Española*, Vol.37, num.138, 1995, pp.45-73.

Cañada, A. Toledo, I. (2003): "Una nota metodológica sobre las estimaciones de la Contabilidad Nacional a precios constantes". *Revista de Economía Aplicada*, número 31, (vol XI), pp.135-149.

Castiglionesi, F. and Ornaghi, C. (2011): "On the Determinants of Total Factor Productivity Growth: Evidence from Spanish Manufacturing Firms". *Macroeconomic Dynamics*, 17, pp.501-530.

Charnes, A. Cooper, W. y Rhode, E. (1978): "Measuring the Efficiency of decision making units", *European Journal of Operational Research*, Volume 2 Issue 6, pp. 429-444.

Cobo Romani, J.C. (2009): "El concepto de tecnologías de la información; Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento". *Zer Revista de Comunicación*, Vol 14 N°27 (2009).

- Colecchia, A. and Schreyer, P. (2002): "The Contribution of Information and Communication Technologies to Economic Growth in nine OECD Countries". OECD, Economic Studies N°34, 2001/1.
- Coe, D y Helpman, E. (1993): "International R&D spillovers", NBER Working Paper N° 4444-
- Crafts, N. (Jan-2008): "What Creates Multi-factor Productivity?" Paper prepared for the joint ECB, Banque de France and The Conference Board conference "The Creation of Economic and Corporate Wealth in a Dynamic Economy", Frankfurt, January 2008.
- Cristóbal, A. (2002): "Las medidas de precio y volumen en la Contabilidad Nacional de España". Seminarios de Estadística Pública. Instituto de Estudios Fiscales.
- Cohen, W. and Levinthal, D. (Mar-1990): "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". Administrative Science Quarterly Vol 35, N°1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation. (Mar.1990), pp.128-152.
- Curiel, J. (1997): "La teoría de los índices de precios". Cuadernos de Estudios Empresariales 1997, número 7, pp. 71-88.
- David, P. y Wright, G (1999): "General Purpose Technologies and Surges in Productivity: Historical Reflections on the Future of the ICT Revolution", Presented to the Symposium on economic challenges of the 21st century in historical perspective, Oxford University.
- Dean, .E. Haper, M. and Sherwood, S. (1996): "Productivity Measurement with Changing-weight Indices of Output and Input". <https://www.oecd.org/sti/ind/1825894.pdf>
- De Boef, S. (Oct-2000): "Modeling Equilibrium Relationships: Error Correction Models with Strongly Autoregressive Data". P1:F1C, WV005-01new.
- Del Gatto, M. Di Liberto, A. and Petraglia, C. (May-2009): "Measuring productivity". Working Paper IAREG-W05/01.
- Dembe, A. Erickson, J. Delbos, R. and Banks, S. (2005): "The impact of overtime and long work hours on occupational injuries and illnesses: new evidence from the United States", Occupational Environmental Medicine 2005 Sep 62(9) pp. 588-97.
- Diewert, E., (2000): "the Challenge of Total Factor Productivity Measure": International Productivity Monitor, Number One Fall, pp 45-52.
- Diewert, E and Nakamura, A. (Nov-2002): "The Measurement of Aggregate Total Factor Productivity Growth". Elsevier Sciences Handbook of Econometrics, Volume 6.
- Diewert, E. (1976): "Exact and Superlative Index Numbers", Journal of Econometrics 4: pp. 115-145
- Dieztzanbacher, E and Los, B. (2002): "Externalities of R& D expenditures. Economic Systems Research, Vol. 14, N°4 pp 407-423, (2002).
- Diewert, E. and Nakamura, O. (2003): "Index Numbers Concepts, Measure and Decompositions of Productivity Growth". Journal of Productivity Analysis, 19, pp.127-159, 2003.

- Dollar, D y Gatti, R. (1999): "Gender Inequality, Income, and Growth: Are Good Times Good for Women?" Policy research report on gender and development working paper series, no. 1
- Doms, M. Dunne, T. y Troske, K. (1997): "Workers, wages and technology", *The Quarterly Journal of Economics* (1997) 112(1) pp. 253-290.
- Dumbar, G. and Easton, S.T. (2011): "Working Papers and Total Factor Productivity Growth" *S.T. J Popul Econ* (2013) 26: 1431. doi:10.1007/s00148-012-0426-8.
- Easterly, W. and Levine, R. (2001): "It's not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models". *World Bank economic Review* 15(2): pp 177-219, 2001.
- Eberhardt, M. Helmers, C. and Strauss, H. (Feb-2010): "Do Spillovers Matter when Estimating Private Returns to R&D?" *Economic and Financial Report* 2010/01.
- Ellis, H. C. (1965): *The transfer of learning*. New York: Macmillan Co.
- Engaña del Sol, P. y BraVo-Ortega, C. (nov-2010): "Complementariedad entre TIC's e I+D: un análisis con paneles dinámicos. Documento de trabajo 326, Universidad de Chile.
- Engle, R. y Granger, C. (1987): "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing" *Econometrica*, Vol. 55, No. 2. (Mar., 1987), pp. 251-276
- Escribano, A. Guash, J. De Orte, M. and Pena, J. (June 2008): "Investment Climate Assessment Based on Demean Olley and Pakes Decompositions: Methodology and Application to Turkey's Investment Climate Survey. Working Paper 08-20. Economic Series (12). Universidad Carlos III de Madrid.
- Escribano, A. and Guash, J. (June 2008): "Robust Methodology for Investment Climate Assessment on Productivity: Application to Investment Climate Surveys from Central America". Working Paper 08-19, Economic Series 11. Carlos III de Madrid.
- Escribano, A., Fosfuri, A. and Tribó, J. (February 2009): "Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity" *Research Policy*, Volume 38, Issue 1, Elsevier.
- Estrada, A. and López-Salido, J. (octubre 2001): "Sectoral and aggregate Technology growth in Spain. Documento de Trabajo N°.0116, Servicios de Estudios, Banco de España (2001).
- European Commission. *Quarterly Report on the Euro Area*, volume 12 n°4 (2013).
- European Commission. *European Economic Forecast* 2/2014.
- Evenson, R. (1968): "The Contribution of Agricultural Research and Extension to Agricultural Production", unpublished Ph.D. thesis, University of Chicago.
- Fisher, I. (1922): *The Making of Index Numbers. A Study of Their Varieties, Tests, and Reliability*, Houghton Mifflin Company, Boston and New York. (Third edition, 1927, reprint of 1967 by Augustus M. Kelley).
- Freeman, C y Louça, F. (2002): *As Time goes by: from Industrial Revolution to Information Revolution*, Oxford.
- Frisch, R. (1936), "Annual Survey of General Economic Theory: The Problem of Index Numbers", *Econometrica* 4 pp. 1-39.

- Fundación BBVA (2006): “Cambio Estructural y Crecimiento Económico”. Cuadernos de Divulgación. Capital y crecimiento 4.
- Flabbi, L. Macis, M. and Schivardi, F. (2014): “Do Female Make a Difference? The Impact of Female Leadership on Gender Gaps and Firm Performance”. IZA Discussion Papers Number 8602.
- Frantzen, D. (2002): “Intersectoral and International R&D Knowledge Spillovers and Total Factor Productivity”, *Scottish Journal of Political Economy* Volume 49, Issue 3 pp. 280–30.
- Fundación BBVA (2010): “Fuentes del crecimiento y productividad en España”. Cuadernos de Divulgación. Capital y Crecimiento 7.
- Galor, O. y Weil, D. (1996): “The Gender Gap, Fertility, and Growth”, *American Economic Review*, Vol 86 (1996), Issue 3 (June) pp. 374-87.
- Gaptel, (2004): “Productividad, crecimiento económico y TIC”. Marzo 2004.
- Gretton, P (Sep-2013): “On input-output tables: uses and abuses”. Staff Research Note, Productivity Commission, Canberra.
- Gak, Y (2007): “Estimating Production Function with R&D Investment and Endogeneity”. Hitotsubashi University Research Unit for Statistical Analysis in Social Sciences. Discussion Paper Series. N° 229.
- Gehring, A. (June 2010): “Pecuniary Knowledge Externalities and Innovation: Intersectoral linkages and their Effects beyond Technological Spillovers”. Discussion Papers, Number 100.
- Gehring, A. I. Martínez-Zarzoso, I. Danzinger, F. (Feb-2014): “TFP Estimation and Productivity Drives in the European Union”. Discussion Papers, Number 189. Center for European, Governance and Economic Development Research.
- Goto, A. & Suzuki, K. (1989); “R&D capital, rate of return on R&D investment and spillover of R&D in Japanese manufacturing industries”, *Review of Economics and Statistics* LXXI (4), pp. 555-64.
- Griliches, Z. (1979): “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”. *The Bell Journal of Economics*, Vol.10, N°1, (Spring, 1979), pp.92-116.
- Griliches, Z. (Jul-1991): “The Search for R&D Spillovers”. NBER Working Paper N°3768.
- Griliches, Z. (1994): “Productivity, R&D, and the Data Constraint”, *American Economic Review*, Vol. 84, No. 1. (Mar., 1994), pp. 1-23.
- Griliches, Z. (1998): “Issues in assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”, *R&D and Productivity* from *The Econometric Evidence*, (pp17-45). University of Chicago Press.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1994): “Endogenous Innovation and the Theory of Growth”, *The Journal of Economic Perspectives*, Volume 8, Issue 1, pp.23-44.
- Gujarati, D. (4ª edición 2003): “Econometría”. Mc Graw Hill.
- Gual, J. Jód, S. y Ruiz, A. (jun-2006): “El problema de la productividad en España: ¿Cuál es el papel de la regulación? Documentos de Economía “la Caixa”. N°1.

- Gumbao, M. Maudos, J. (2010): "The Contribution of Technological Inputs and Spillovers to Competitiveness and Economic Growth: The Case of the Spanish Regions". *The International Journal of management*, Volume 10, Number 4.
- Haskel, J. and Wallis, G. (2010): "Public support for innovation, intangible investment and productivity growth in the UK market sector", IZA Discussion Papers No. 4772.
- Hall, B. Mairesse, J. (1988): "Testing for Unit Root in Panel Data: An Exploration Using Real Simulated Data". eml.berkeley.edu.
- Hall, E.R. (1989): "Invariance Properties of Solow's Productivity Residual", NBER Working Paper No. 3034 (Also Reprint No. r1625).
- Havik, K. Morrow, M., Röger, W. and Turrini, A. (Sept. 2008): "The EU-US Total Factor Productivity Gap: An Industry Perspective". *Economic Papers* 339.
- Hernando I and Nuñez, S (Jan-2002): "The Contribution of ICT to economic Activity: A Growth Accounting Exercise with Spanish Firm Level Data". Banco de España- Servicios de Estudios. Documento de Trabajo nº0203.
- Hulten, C. (1973): "Divisia Index Numbers", *Econometrica* Vol. 41, No. 6 (Nov., 1973), pp. 1017-1025
- Hulten, C. (1978): "Growth Accounting with Intermediate Inputs", *Review of Economic Studies*, 45, pp. 511-518.
- Hulten, C. (2001): "Total Factor Productivity. A Short Biography". National Bureau of Economic Research. Volume: *The New Developments in Productivity Analysis*, pp.1-54.
- Hulten, C. (2001): "Aggregate Productivity Growth. Lessons from Microeconomic Evidence". National Bureau of Economic Research. Volume: *The New Developments in Productivity Analysis*. pp.303-372.
- Hulten, C. (Sep-2001): "Growth Accounting". Working Paper 15341. National Bureau of Economic Research.
- Instituto Nacional de Estadística (jun-2000): *Contabilidad Nacional de España base 1995 (CNE_95): Nota metodológica*. INE
- Instituto Nacional de Estadística (marzo 2001): *Nota sobre la metodología de elaboración de la tabla simétrica de la economía española 1995*. INE
- Instituto Nacional de Estadística (mayo 2005). *Cambio de base de la contabilidad nacional de España Nota de prensa*. INE
- Instituto Nacional de Estadística (mayo 2005). *Índices encadenados en la Contabilidad nacional trimestral*. INE
- Instituto Nacional de Estadística (mayo 2005). *Introducción a las medidas encadenadas de volumen en la Contabilidad Nacional de España*. INE
- Instituto Nacional de Estadísticas (julio 2012). *Indicadores del sector TIC, año 2010*. INE
- Isaksson; A. (July-2007): "Determinants of Total Factor Productivity: a Literature Review". Staff Working Paper 02/2007.
- Jaffe, A. (1986): "Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents profits and market value", *American Economic Review* 76, 984-1001

- Jaffe, A. (1996). "Economic Analysis of Research Spillovers implications for the Advanced Technology Program. National Bureau of Economic Research.
- Jorgenson, D., & Griliches, Z. (1967). "The Explanation of Productivity Change". *The Review of Economic Studies*, 34(3), 249-283. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2296675>
- Jorgenson, D. Gollop, F. y Fraumeni, B. (1987): "Productivity and U.S. Economic Growth", Harvard University Press, Ma.
- Jorgenson, D. Ho, M. and Stiroh, K. (2005): "Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education" in NBER book *Measuring Capital New Economy (2005)*, C. Corrado, J. Haltiwanger and D. Sichel.(pp. 403-478)
- Jorgenson, D., Ho, M. and Samuels, J. (Nov-2010): "Information Technology and U.S. Productivity Growth: Evidence from a Prototype Industry Production Account". Prepared for *Industrial Productivity in Europe: Growth and Crisis*. Matilde mas and Robert Stehrer (eds).
- Jovanovic, B. and Rousseau, P. (Jan-2005): "General Purpose Technologies". NBER Working Paper 11093.<http://www.nber.org/papers/w11093>.
- Kao, C. and Chiang, M. (2001): "On the Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in panel data" *Nonstationary Panels, Panel Cointegration and Dynamic Panels*, Volume 15, pages 179–222.
- Keele, L. and De Boef, S.(Dec-2004): "Not just for Cointegration: Error Correction Models with Stationary Data". *Nuffield College Working Papers in Politics*.
- Keller, W. (2002), *Geographic localization of international technology diffusion*. *American Economic Review*, 92, pp 120-142.
- Kunst, R. (June 2011): "Summary based on Chapter 12 of Baltagi: Panel Unit Root Tests" PhD-Course. University of Viena.
- Levinsohn, J. y Petrin, A. (2003): "Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables", *The Review of Economic Studies*, Vol. 70, No. 2 (Apr., 2003), pp. 317-341.
- López, A.L. (2009): "Competencia y regulación en los mercados españoles de las telecomunicaciones en España". Occasional Paper op170. IESE Business School.
- Löfstrom, A. (2009): "Gender equality, economic growth and employment" Department of Economics, Umeå University. Sentenza Media.
- Lopez García, J. y Valdabano, E. (sept-2005): "La integración de los impuestos sobre la producción y los impuestos en el marco de Input-Output". www.iogroup.org
- López Pueyo, C. Sanaú, J. (1999): "Tecnología y crecimiento: Análisis en la industria española, 1986-1992". *Información Comercial Española, Cambio tecnológico y competitividad*, Número 781, (octubre 1999), pp11-26.
- López Pueyo, C. y Sanaú, J. (2001): "Impacto del capital tecnológico en la producción industrial. Un análisis por países". *Economía industrial* N° 341(2001) V, pp103-107.
- Lopez Pueyo, C Sanaú, J. y Barcenilla, S. (2005): "Externalidades tecnológicas internacionales y productividad de la manufactura: un análisis sectorial." Documento de Trabajo 2005-02, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Zaragoza (2005).

- Lopez Pueyo, C. Sanaú, J. y Barcenilla, S. (2008): "Difusión tecnológica internacional y productividad". Revista de economía aplicada, Número 47 (Vol. XVI), 2008, pp.127 a 171.
- Lucas, R. (1988): "On the Mechanics of Economic Development," Journal of Monetary Economics, 22 pp. 3-42.
- Lindsay, P. y Norman, D. (1977): "Human information processing: an introduction to psychology", 2nd edition, New York Academic Press.
- Lipsey R.G., Carlaw, K. I. (1998): "A Structuralist Assessment of Technology Policies Taking Schumpeter Seriously on Policy", Industry Canada Research Publication Program, W.P. n. 25,
- Lipsey R.G., Clifford, B y Kenneth, C. (1998): "The Consequences of Changes in GPTs", in Helpman E. (ed.) General Purpose Technologies and Economic Growth MIT Press, Cambridge.
- Mairesse, J. et Mohnen, P. (1990) : "Recherche-développement et productivité : un survol de la littérature économétrique" Economie et statistique Volume 237 Numero 1 pp. 99-108.
- Mankiw, G. Romer, D. y Weil, D (1992): "A Contribution to the Empirics of economic Growth", Quarterly Journal of Economics, vol 107, 99 pp. 407-437.
- Mansfield, E. (1968): Industrial research and technological innovation. New York: W. W. Norton.
- Mañez, J. Rochina, M. y Sanchis, J. (2006): "The decision to invest in R&D: A Panel Data Analysis for Spanish Manufacturing". International Journal of Applied Economics, 3(2), September 2006, pp80-94.
- Mark, N. and Sul, D. (2003): "Cointegration Vector Estimation by Panel DOLS and long-run Money Demand. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 65,5 (2003) 0305-9049.
- Mas, M. y Quesada, J. (2005): "Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España". Fundación BBVA.
- Mas, M. y Robledo, J.C. (2010): "Productividad: una perspectiva internacional y sectorial". Fundación BBVA.
- Mas, M., Pérez García.F. Uriel, E. Benages, E. Cucarella, V. Robledo, J.C. y Serrano, L. (2011): "El *stock* y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial (1964-2010)". Documentos de trabajo 4 Fundación BBVA.
- Mason, G. O'Leary, B. y Vecchi, M. (2012): "Certified and uncertified skills and productivity growth performance: Cross-country evidence at industry level", Labour Economics, 2012, vol. 19, issue 3, pp. 351-360.
- MEH, (dic. 2005). Principales novedades de los índices de valor unitario de comercio exterior base 2000. Dirección General de Política Económica. Ministerio de Economía y Hacienda.
- Meeusen, W. y Broeck, J. (1977): "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error", International Economic Review 18, pp. 435-444.

- Moro, A. (Jul-2007): “Intermediate Goods and Total Factor Productivity”. Universidad Carlos III de Madrid, working Paper 07-60, Economic Series (34).
- Mishan, E.J. (1967): *The Costs of Economic Growth*, Hardcover edition.
- Myro, R. (1983): “La evolución de la productividad global de la economía española en el periodo 1965-1981”. ICE, Febrero /1983 pp115-127.
- Nadiri, M (1970): “Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey. *Journal of Economic Literature*, Volume 8, Issue 4 (Dec., 1970), 1137-1177.
- Nelson, R. y Phelps, E. (1966): “Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth”, *The American Economic Review*, Vol. 56, No. 1/2. (Mar., 1966), pp. 69-75.
- Nguyen, S. y Atrostic, B. (2005): “Computer Investment, Computer Networks and Productivity,” Working Papers 05-01, Center for Economic Studies, U.S. Census Bureau pp. 742-755.
- Nordhaus, W. (1969): “An Economic Theory of Technological Change”. *The American Review*, Vol 59, N°2, pp.18-28.
- Nordhaus, W. (1973): “Some Skeptical Thoughts on the Theory of Induced Innovation”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 87, No. 2, pp. 208-219.
- Nordhaus, W. (1997): “Do real output and real wage measures capture reality? The history of lighting suggests not” pp. 29–66. University of Chicago Pres
- Ocampo, J.A. y Vos, R. (2008): *Uneven Economic Development*, Himayatnagar, Orient Longman.
- OECD, (2001) “Measuring Productivity, Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth”. OECD Manual.
- OECD (2002): “Measuring the Information Economy”. OCDE, Paris.
- OECD (Jun-2009). *Information Economy on Indicators for the Information Society*” DSTI/ICCP/IIS(2008)1/FINAL
- OECD (2011):”OECD Guide to Measuring the Information Society”. OCDE. Paris.
- Olley, S. and Pakes, A. (1996): “The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry”. *Econometrica*, Vol 64, N° 6 , pp.1263-1297.
- Oliner, S. and Sichel, D (May-2000): “The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? FEDS Working Papers 2000-20.
- O’Mahony, M. and Vecchi, M. (June 2003): “Is there an ICT Impact on TFP? A heterogeneous Dynamic Panel Approach”. www.researchgate.net/publication/5200559
- O’Mahony, M. and Timmer, M. (2009): “Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level Growth; the EU KLEMS Data Base”. *The Economic Journal*, 119 (June). Royal Economic Society.
- Oulton, N. (Sept-2006): “Index Numbers: A Users’ Guide.IndexNos.BdeF.doc
- Pedroni, P. (2000): “Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels”
- Persyn, D. Westerlund, J. (2008): “Error-correction-based cointegration tests for panel data”. *The Stata Journal* (2008) 8, Number 2, pp. 232-241.

- Phillips, P. and Moon, H. (2001): "Nonstationary Panel Data Analyses: an Overview of some recent Developments" Cowles Foundation Paper n°.1009. *Econometric Reviews*, 19(3), 236-286 (2000).<http://cowls.econ.yale.edu/>
- Planas, R. Rossi, W. (2009): "Does capacity utilization help estimating the TFP cycle?" *Economic Papers*, 410 may 2010
- Pulido, A. y Fontela, F. (1993) "Análisis Input-output modelos, datos, y aplicaciones". Ediciones Pirámide.
- Pulido, A. y Pérez, J. (2001). "Modelos econométricos". Ediciones Pirámide 2001.
- Simon, H. A. (1985): "What we know about the creative process". In R. L. Kuhn (Ed.). *Frontiers in creative and innovative management* pp. 3-22. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Co.
- Sparks, K. Faragher, B. and Cooper, C. (2001): "Well-being and occupational health in the 21st century workplace", *Journal of Occupational and Organizational Psychology* (2001), 74, pp. 489–509 2001 The British Psychological Society.
- Rebelo, S. (1991): "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy* 99 pp. 500 - 521
- Reglamento (CE) N° 2223/96 del Consejo. 1996R2223-ES-30.12.2007-009.001-1 relativo al sistema europeo de cuentas nacionales y regionales de la Comunidad.
- Rincón, A. Vecchi, M. and Venturini, F. (Agost-2012): "ICT Spillovers, Absorptive Capacity and Productivity Performance. Quaderno n. 103.
- Rincón, A. Vecchi, M. and Venturini, F. (Nov-2013): "ICT as a General Purpose Technology: Spillovers, Absorptive Capacity and Productivity Performance". Discussion Paper n°416. National Institute for Economic and Social Research.
- Romer, P. (1986): "Increasing Returns and Long Run Growth," *Journal of Political Economy*, 94 (1986, No. 5) pp.1002-1036.
- Romer, P. (1990): "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 1990, 98, 5(2), S71-S102
- Romer, P. (1994): "The Origins of Endogenous Growth". *The Journal of Economic Perspectives*, Vol 8, N°1.(Winter, 1994). Pp.3-22.
- Roodman, D. (rev.2008): "A Note on the Theme of too Many Instruments". Working Paper Number 125, Center for Global Development.
- Roodman, D. (2009): "How to do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata." *Stata Journal*, 9, pp86-136.
- Sakurai, N. Papaconstantinou, G. and Ioannidis, E. (1996): "Impact of R&D and Technology diffusion on productivity growth: Empirical evidence for 10 OECD countries." *Economic system research*, Vol.9, N° 1, 1997 pp 81-106.
- Sala-i-Martin, X. (1990): "Lecture Notes on Economic Growth (II): Five Prototype Models of Endogenous Growth". NBER working paper #3564, December 1990.
- Scherer, F. (1984): "Using Linked Patent and R&D Data to Measure Interindustry Technology Flows", in Z. Griliches *R&D, Patents and Productivity*, Chicago University of Chicago Press.

- Schmookler, J. (1966): *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press.
- Seguino, S. and Setterfield, M. (2010): "Gender Equality and the Sustainability of Steady State Growth Paths." In M. Setterfield (Ed), *Handbook of Alternative Theories of Economic Growth*. Edward Elgar Publishers, Ltd.
- Seiford, L.M y Thrall, R.M. (1990): "Recent Developments in DEA: The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis". *Journal of Econometrics* 46 pp.7-38.
- Shapiro, C. y Varian, H. (1999): "Information Rules"; Harvard Business School Press, Boston Massachusetts.
- Solow, R. (1957): "Technical change and the aggregate production function", *Review of Economics and Statistics*, The MIT Press.39(3) pp. 312–320.
- Spiezia, Vincenzo (2012): "ICT Investments and Productivity: measuring the Contribution os ICTS to growth". *OECD Journal economic Studies*, Vol.2012/1-
- Standford.edu: Crunch model programming to the extreme (?)
<https://cs.stanford.edu/people/eroberts/.../crunchmode/index.html>
- Sterlacchini, A. (1989): "R&D, Innovations, and Total Factor Productivity Growth in British Manufacturing," *Applied Economics* 21(11) pp. 1549-62.
- Stiroh, K. (2001): "What drives productivity growth?" *Economic Policy Review*, 7(1).
- Stiroh K. (Sep 2001): "Are ICT Spillovers Driving the New Economy". *Draft*
- Strobel, T. (Feb-202): "ICT Intermediates, Growth and Productivity Spillovers Evidence from Comparison of Growth Effects in German and U.S. Manufacturing Sectors". Ifo, Working Paper n° 123.
- Summers, R. y Heston, A. (1991), "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988," *Quarterly Journal of Economics*, 106, 2 (May), pp. 327-368.
- Syverson, C. (2011): "What Determines Productivity", *Journal of Economic literature* 2011, 49.2, pp. 326-365.
- Terleckyj, N. (1974): "Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: An Exploratory Study", Washington, National Planning Association.
- Timmer, M. T. Van Moergastel, T. Stuiwenwold, E. Ypma, G. O'Mahony; M. and Kangasniemi, M. (March 2007) "EU KLEMS Growth and Productivity Accounts, Part 1: Methodology".
- Timmer, M. Van Moergastel, T. Stuiwenwold, E. Ypma, G O'Mahony, M. and Kangasniemi, M. (March 2007) "EU KLEMS Growth and Productivity Accounts, Part 2: Sources by Countries". (pp-146-160)
- Timmer, M. O'Mahony, M. and Van Ark, B. (Nov-2007): "EU KLEMS Growth and Productivity Accounts Overview November 2007 Release" Retrieved from EU KLEMS website (<http://www.euklems.net>).
- Timmer, M. Inklaar, R. O'Mahony, M. y Van Ark, B. (2011): "Economic Growth in Europe: A Comparative Industry perspective", *Journal of Regional Science* , Vol 51, issue 5, pp 1020-1030.

- Torrent, J. et al. (2008): *La empresa red. Tecnologías de la información y la comunicación, productividad y competitividad*, Ariel, Barcelona
- Triplett, J. (Oct-2004): "Handbook on Hedonic Indexes and Quality Adjustments in Prices Indexes Special application to Information Technology Products". STI Working Paper 2004/9.DSTI/DOC (2004)9.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2005): *Toward knowledge societies. UNESCO World Report*. Conde-sur-Noireau, France: Imprimerie Corlet
- Uriel, E. Ferri, J. y Moltó, M.L. (2004): "Distribución de los Servicios de intermediación Financiera Medidos Indirectamente (SIFMI) por sectores institucionales y por ramas de actividad. WP-EC 2004-07.
- Uzawa, H. (1965): "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth", *International Economic Review*, Vol. 6, No. 1. pp. 18-31.
- Van Ark, B. (April 2005): "Does the European Union Need to Revive Productivity Growth?" Research Memorandum GD-75.
- Van Ark, B. and Woltjer, P. (Dec-2008): "The EU KLEMS Productivity Report" Issue nº 2. EU KLEMS.
- Van Ark, B. O'Mahony, M. and Timer, M. (2008): "The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes". *Journal of Economic Perspective*, Volume 22, Number 1-winter 2008-pp.25-44.
- Van Beveren, I. (2007) "Total factor productivity estimation: A practical Review", LICOS Discussion Paper, No. 182.
- Van Leeuwen, G. and Van der Wiel, H. (2003): "Spillover effects of ICT". Cpb report 2003/3.
- Varian H. R. Farrel J. Shapiro C. (2004) *Information Communication Technologies The Raffaele Mattioli Lecture Series*, Cambridge University Press.
- Verspagen, B (1997): "Measuring intersectoral technology spillovers: estimates from the European and US patent office databases "Economic Systems Research 9 (1), pp.47-65.
- Wang, Q. and Wu, N. (2012): "Long-run covariance and its applications in cointegration regression". *The Stata Journal* (2010), 12, Number 3, pp.515-542.
- Wolfers, J. (2006): "Diagnosing Discrimination: Stock Returns and CEO Gender", Discussion Papers series, IZA DP 1944
- Wolff, E. (1996): "Spillovers, Linkages and Technical Change". *Economic Systems Research*, Vol 9, Nº 1, 1997, pp 9-23.
- Wolff, E. (March 2011): "Spillovers, Linkages and Productivity Growth in the US Economy, 1958 to 2007". NBER Working Paper Nº. 16864.
- Wooldridge, J. (2003) "Introducción a la econometría". 2ª edición Thomson.
- Zheng, S. (Oct. 2004): "Estimating Industry level Multifactor Productivity for the Market-sector Industries in Australia: methods and experimental results. Revised Paper for the Asia Pacific Productivity Conference, 14-16, July 2004.

A n e x o s

AI.1. Desglose de las 64 ramas de actividad y código de dos dígitos de la CNAE-93

Rama	CNAE-93
Agricultura, ganadería y caza	01
Selvicultura y explotación forestal	02
Pesca y acuicultura	05
Antracita, hulla, lignito y turba	10
Crudos de petróleo, gas natural, uranio y torio	11-12
Extracción de minerales metálicos	13
Extracción de minerales no metálicos	14
Coquerías, refinado y combustibles nucleares	23
Producción y distribución de energía eléctrica	401
Producción y distribución de gas	402-403
Captación, depuración y distribución de agua	41
Industria cárnica	151
Industrias lácteas	155
Otras industrias alimenticias	152-4,156-8
Elaboración de bebidas	159
Industria del tabaco	16
Industria textil	17
Industria de la confección y la peletería	18
Industria del cuero y del calzado	19
Industria de la madera y el corcho	20
Industria del papel	21
Edición y artes gráficas	22
Industria química	24
Industria del caucho y materias plásticas	25
Fabricación de cemento, cal y yeso	265
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	261
Industrias de la cerámica	262-264
Fabricación de otros productos minerales	266-268
Metalurgia	27
Fabricación de productos metálicos	28
Maquinaria y equipo mecánico	29
Máquinas de oficina y equipos informáticos	30
Fabricación de maquinaria y material eléctrico	31
Fabricación de material electrónico	32
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	33
Fabricación de vehículos de motor y remolques	34
Fabricación de otro material de transporte	35

Rama	CNAE-93
Muebles y otras industrias manufactureras	36
Reciclaje	37
Construcción	45
Venta y reparación de vehículos de motor; comercio de combustible para automoción	50
Comercio al por mayor e intermediarios	51
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	52
Hostelería	55
Transporte por ferrocarril	601
Transporte terrestre y transporte por tubería	602-603
Transporte marítimo	61
Transporte aéreo y espacial	62
Actividades anexas a los transportes	63
Correos y telecomunicaciones	64
Intermediación financiera	65
Seguros y planes de pensiones	66
Actividades auxiliares	67
Actividades inmobiliarias	70
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	71
Actividades informáticas	72
Investigación y desarrollo	73
Otras actividades empresariales	74
Educación de mercado	80(p)
Sanidad y servicios sociales de mercado	85(p)
Saneamiento público de mercado	90(p)
Actividades asociativas de mercado	911
Actividades recreativas, culturales y deportivas	92(p)
Actividades diversas de servicios personales	93

AI.2. Lista de productos de la CNPA-96

Productos y servicios	CNPA-96
Productos agrícolas	011,013(p),015(p)
Productos de la ganadería	012,013(p),015(p)
Servicios agrícolas y ganaderos	014
Selvicultura y explotación forestal	02
Pescado y otros productos de la pesca	05
Antracita, hulla, lignito y turba	10
Petróleo crudo	111(p)
Gas natural, uranio y torio	111(p), 112, 12
Minerales de hierro	131
Minerales metálicos no férricos	132
Minerales no metálicos ni energéticos	14
Coque, refino de petróleo y combustible nuclear	23
Producción y distribución de electricidad	401
Producción y distribución de gas	402,403
Captación, depuración y distribución de agua	41
Carne y productos cárnicos	151
Productos lácteos y helados	155
Grasas y aceite vegetales y animales	154
Alimentos preparados para animales	157
Otros productos alimenticios	152,153,156,158
Bebidas alcohólicas	159.1-159.7
Bebidas no alcohólicas	159.8
Tabaco manufacturado	16
Productos textiles	17
Prendas de vestir; prendas de piel	18
Cuero preparado, curtido y acabado	191
Artículos de cuero y calzado	192,193
Madera, corcho y sus productos	20
Pasta de papel, papel y cartón	211
Artículos de papel y cartón	212
Productos de la edición y artes gráficas	22
Productos químicos básicos	241
Pesticidas y otros productos agroquímicos	242
Productos farmacéuticos	244
Otros productos químicos	243, 245-247
Productos de caucho	251
Productos de materias plásticas	252
Cemento, cal y yeso	265
Vidrio y productos de vidrio	261
Artículos de cerámica	262-264
Otros productos minerales no metálicos	266-268
Productos de metalurgia	27
Productos metálicos	28
Maquinaria agraria	293
Aparatos domésticos	297
Otra maquinaria	291,292,294-296
Maquinaria de oficina y equipo informático	30
Maquinaria y material eléctrico	31
Recepción y reproducción de sonido e imagen	323
Otro material electrónico	321,322
Instrumentos médico-quirúrgicos y de precisión	33
Vehículos de motor	341
Carrocerías y piezas para vehículos de motor	342,343

Productos y servicios	CNPA-96
Embarcaciones y servicios de reparación	351
Material ferroviario	352
Aeronaves y naves espaciales	353
Otro material de transporte n.c.o.p.	354,355
Muebles	361
Otros artículos manufacturados n.c.o.p.	362-366
Reciclaje	37
Inmuebles residenciales	451(p), 452(p), 453(p), 454(p)
Otras construcciones	451(p), 452(p), 453(p), 454(p)
Alquiler de equipo de construcción	455
Comercio y reparación de vehículos de motor	501-504
Comercio al por menor de carburante	505
Comercio al por mayor e intermediarios	51
Comercio al por menor; reparación de efectos personales	52
Servicios de hostelería	551,552
Servicios de restauración	553-555
Servicios de transporte por ferrocarril	601
Otros tipos de transporte terrestre	602,603
Servicios de transporte marítimo	61
Servicios de transporte aéreo y espacial	62
Servicios de agencias de viajes	633
Otros servicios anexos al transporte	631,632,634
Servicios postales y correos	641
Servicios de telecomunicaciones	642
Servicios de intermediación financiera	65
Servicios de seguros y planes de pensiones	66
Auxiliares a la intermediación financiera	67
Servicios inmobiliarios	70
Servicios de alquiler de automóviles	711
Alquiler de maquinaria y enseres domésticos	712-714
Servicios de informática	72
Investigación y desarrollo de mercado	73(p)
Investigación y desarrollo de no mercado	73(p)
Servicios jurídicos y de contabilidad	741
Consultoría técnica en arquitectura e ingeniería	742
Servicios de publicidad	744
Servicios de investigación y seguridad	746
Servicios de limpieza industrial	747
Otros servicios empresariales n.c.o.p.	743,745,748
Servicios de educación de no mercado	80(p)
Servicios sanitarios de mercado	851(p)
Servicios de veterinaria de mercado	852(p)
Servicios sociales de mercado	853(p)
Saneamiento público de mercado	90(p)
Servicios de asociaciones de mercado	911
Servicios artísticos y agencias de noticias	921-924
Servicios culturales y deportivos de mercado	925(p),926(p)
Otros servicios recreativos	927
Otros servicios personales	93

AI.3. Correspondencia entre sectores institucionales /subsectores con las ramas de actividad de la CNAE -93

SEC-95	Sectores institucionales	Principales subsectores /entidades	CNAE-93
S124	Auxiliares financieros	Actividad auxiliares	67
S125	Empresas de Seguro y Fondo de pensiones	Seguros planes pensiones...	66
S122	Otras instituciones monetarias	Intermediación financiera (BE, bancos, cajas, etc.)	65
S123	Otros intermediarios financieros		
S14	Hogares empresarios individuales	Actividad inmobiliarias	70
S.13	AAPP	AAPP	LL
S15	ISFLSH	ISFLSH	
S11	Sociedades no financieras (excluido inmobiliaria)	Agricultura, ganadería, pesca	AA-BB
		Industrias extractivas	CA-CB-DF
		Industria manufacturera	D excluido DF
		Producción y distribución de energía eléctrica, gas , agua	EE
		Construcción	FF
		Comercio y reparación	GG
		Hostelería	HH
		Transporte, almacenamiento, comunicaciones	II

AI.4. Tratamiento de los impuestos y de las subvenciones en las Tablas Destio y Origen

Los impuestos y subvenciones sobre productos que aparecen en las TOD son:

i. Impuestos netos s/ productos por ramas de actividad.

Los *Impuestos sobre los productos* son gravámenes sobre las unidades producidas o distribuidas de un determinado bien o servicio; su montante depende, pues, de la cantidad o del valor de la producción. Estos incluyen el Impuesto sobre el valor añadido, los Impuestos especiales, Impuesto sobre transmisiones patrimoniales y actos jurídicos documentados y el Impuesto sobre el incremento del valor de los terrenos de naturaleza urbana.

ii. Otros impuestos netos s/ la producción

Los *Otros impuestos sobre la producción* son soportados por las empresas, por el derecho a producir, independientemente de la cantidad o valor de los bienes y servicios producidos.

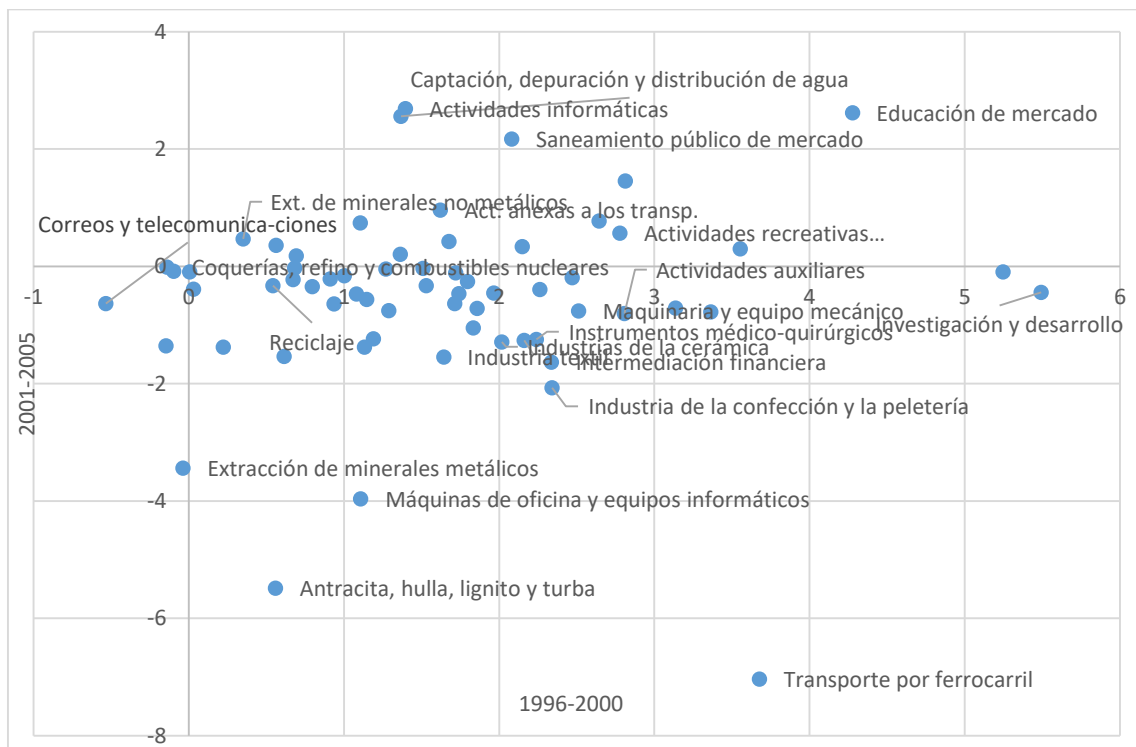
Se incluyen los Impuesto sobre actividades económicas (IAE) y los Impuesto sobre bienes inmuebles (IBI).

La valoración de los agregados para cada una de las ramas de actividad queda así

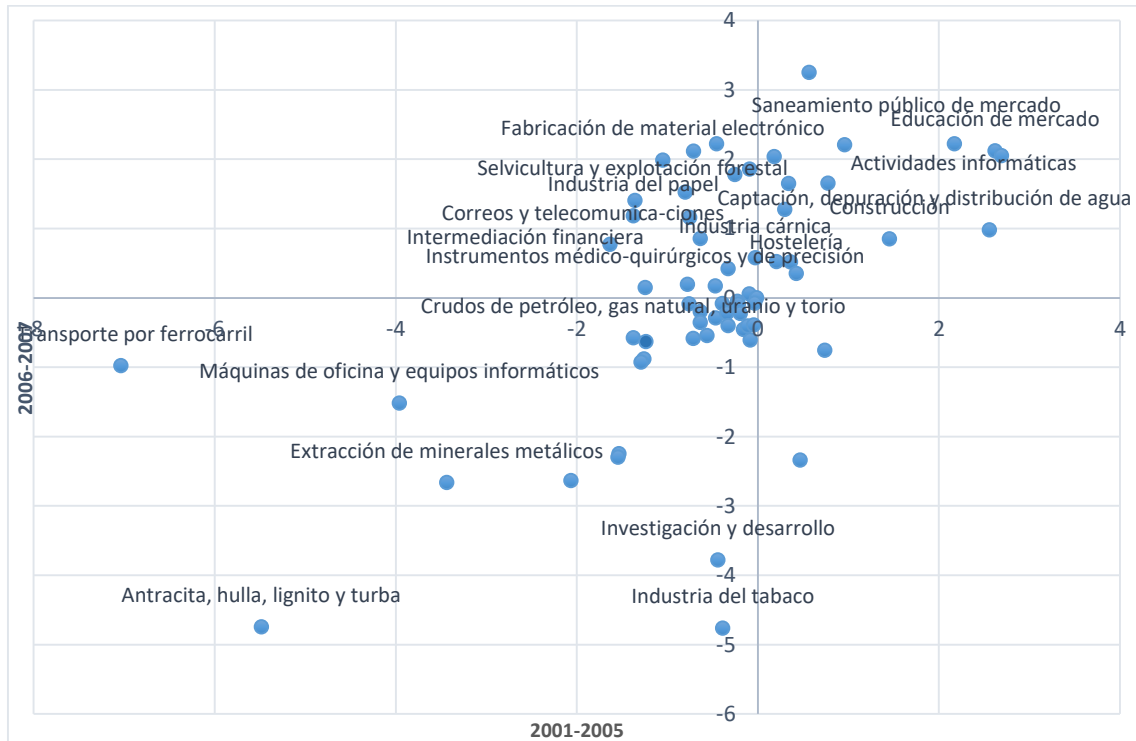
+ Consumo intermedio precio adquisición
+ Remuneración asalariados
+Excedente bruto de explotación
+ Impuestos netos sobre la producción
= Producción a precios básicos
- Consumo intermedio a precio de adquisición
=valor añadido a precio básicos
+ impuestos sobre los productos
- subvenciones de los productos
=PIB a precio de mercado

Fuente: INE

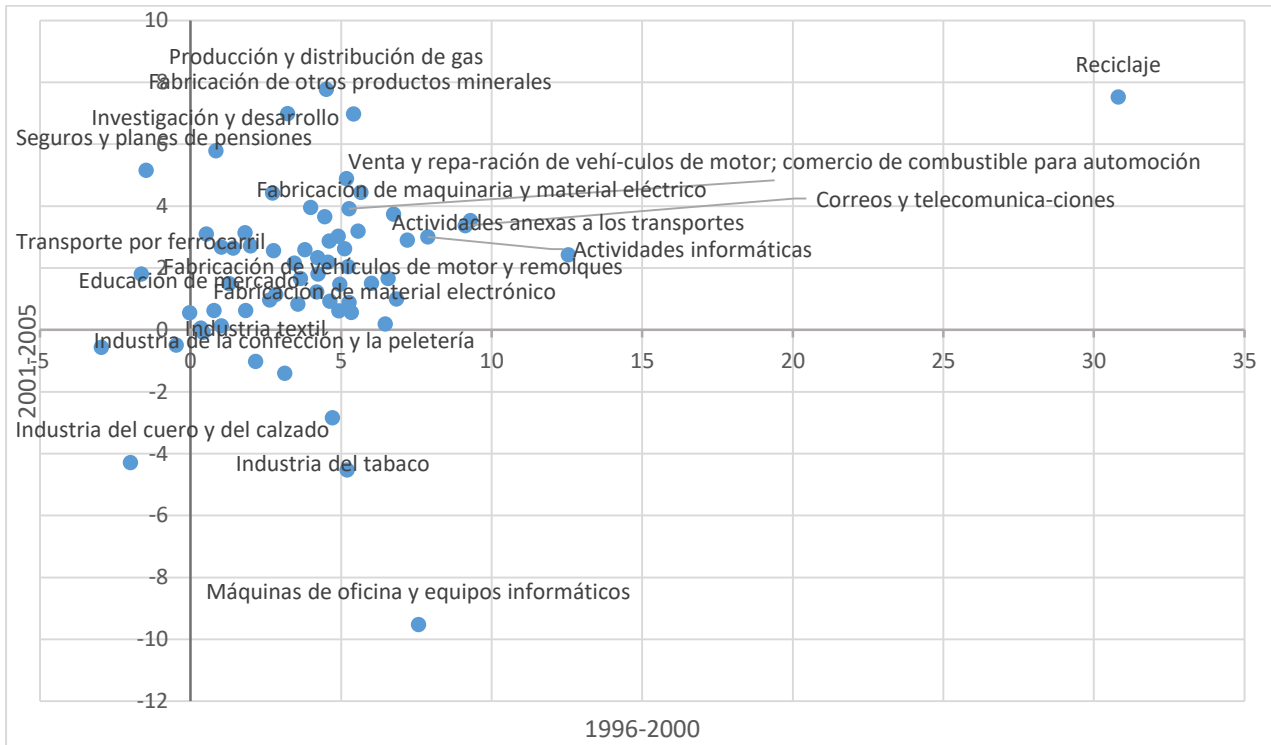
AI.5. Dispersión de la contribución media del trabajo entre 1996-2000 y 2001-2005



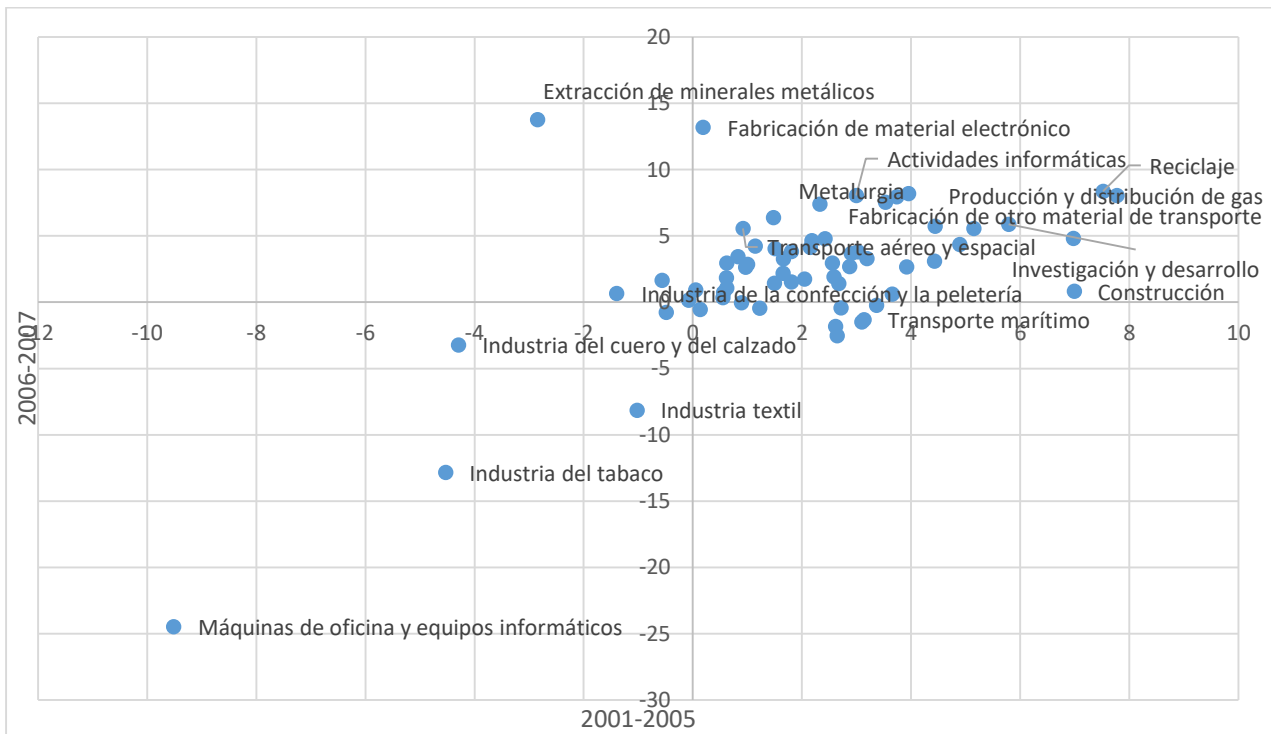
AI.6. Dispersión de la contribución media del trabajo entre 2001-2005 y 2006-2007



AI.9. Dispersión de la contribución media de los consumos intermedios entre 1996-2000 y 2001-2005



AI.10. Dispersión de las contribuciones de los consumos intermedios entre 2001-2005 y 2006-2007



AII.1. Lista de productos TIC de la OCDE (En base CPC Ver2, ISIC Rev4) Revisión, 2007.

ORDENADORES Y EQUIPO PERIFÉRICO		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
2620	45142	Terminales de punto de venta, ATM (cajeros automáticos) y máquinas similares capaces de conectarse a una máquina de procesamiento de datos o a una red
	45221	Máquinas automáticas de procesamiento de datos portátiles que pesan no más de 10 kilogramos, como ordenador portátil
	45222	PDAs y similares
	45230	Máquinas automáticas de procesamiento de datos, entendiendo como tales aquellas con al menos una unidad central, una entrada y unidad de salida, esté o no combinado
	45240	Máquinas automáticas de procesamiento de datos, presentadas en forma de sistemas
	45250	Otras máquinas automáticas de procesamiento de datos, contengan o no en el mismo alojamiento un o dos de los siguientes tipos de unidades: unidades de almacenaje, unidades de entrada, unidades de salida
	45261	Periféricos de entrada (teclado, joystick, ratón, etc.)
	45262	Escáners (excepto combinación de impresora, escáner, copidora y/o fax)
	45263	Impresoras de tinta usadas con máquinas de procesamiento de datos
	45264	Impresoras de láser usadas con máquinas de procesamiento de datos
	45265	Otras impresoras usadas con máquinas de procesamiento de datos
	45266	Unidades que realizan dos o más de las funciones siguientes: impresión, exploración, copiar, mandar por fax
	45269	Otros dispositivos periféricos de entrada o salida
	45271	Unidades de almacenaje de medios de comunicación fijas
	45272	Unidades de almacenaje de medios de comunicación desprendibles
	45289	Otras unidades de máquinas automáticas de procesamiento de datos
	45290	Partes y accesorios de máquinas informáticas
	47315	Monitores y proyectores, principalmente usados en un sistema automático de procesamiento de datos
47550	Dispositivos de almacenaje permanentes en estado sólido	
EQUIPOS DE COMUNICACIONES		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
2630	46921	Alarmas contra incendios y similares
	47211	Aparatos de transmisión que incorporan aparatos de recepción
	47212	Aparatos de transmisión que no incorporan aparatos de recepción
	47213	Cámaras de televisión
	47221	Teléfono de línea inalámbricos
2610	47222	Teléfonos para redes celulares o para otras redes inalámbricas
2630	47223	Otros aparatos de teléfono y aparatos para transmisión o recepción de voz, imágenes u otros datos, incluyendo aparatos para comunicación en una red de alambre o inalámbrica (como una red de área local o amplia)
	47401	Partes de los bienes de las subclases 47221 a 47223

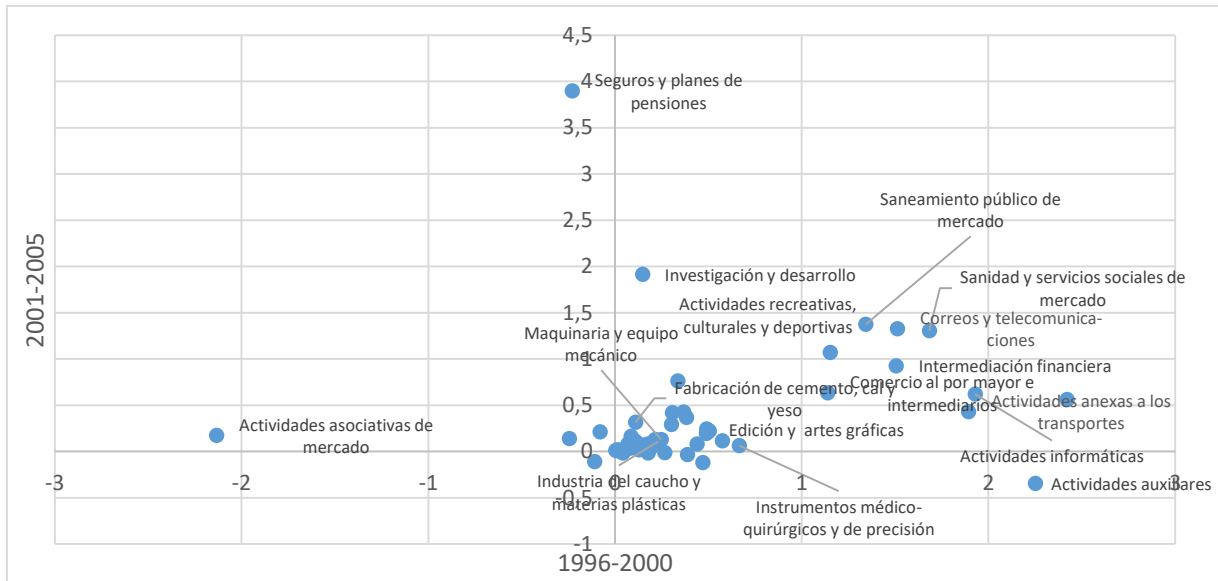
COMPONENTES ELECTRÓNICOS		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
2640	38581	Consolas de videojuego
	47214	Videocámaras
2670	47215	Cámaras digitales
2640	47311	Receptores de emisión de radio (excepto de una clase usada en automóviles), esté o no combinado con grabación de sonido, reproducción o reloj
	47312	Receptores de emisión de radio incapaces de funcionar sin una fuente externa de poder, de una clase usada en automóviles
	47313	Receptores de televisión, combinado o no con receptores de emisión de radio, sonido, grabación en vídeo o reproductor
	47314	Monitores y proyectores, sin incorporar aparatos de recepción de televisión y no principalmente usado en un sistema automático de procesamiento de datos
	47321	Grabación de sonido o reproductor
	47323	Grabación de vídeo o reproductor
	47330	Micrófonos y soportes; altavoces; auriculares; juegos de micrófono/altavoz combinados; frecuencia de audio amplificadores eléctricos; juegos de amplificador eléctricos de sonido
	47402	Partes de los bienes de las subclases 47321, 47323 y 47330
OTROS BIENES Y COMPONENTES TIC		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
2610	45281	Sonido, vídeo, conexión a una red y tarjetas similares para máquinas automáticas de procesamiento de datos
	47130	circuitos de impresión
	47140	Cátodo termiónico frío o válvulas de fotocátodo y tubos (incluyendo tubos de rayo catódico)
	47150	Diodos, transistores y dispositivos semiconductores similares; dispositivos semiconductores fotosensibles; luz que emite diodos; cristales montados piezoeléctricos
	47160	Circuitos integrados electrónicos
	47173	Partes de los bienes de las subclases 47140 a 47160
	2630 2640 2651	47403
2680	47530	Medios de comunicación magnéticos, no registrados, excepto tarjetas con una raya magnética
	47540	Medios de comunicación ópticos, no registrados
3290	47590	Otros medios de grabación, incluyendo matrices y masters para la producción de discos
2680	47910	Tarjetas con banda magnética
2610	47920	Tarjetas smart
2610, 2670	48315	Dispositivos de cristal líquidos n.e.c.; láseres, excepto diodos de láser; otras aplicaciones ópticas e instrumentos n.e.c.
	48354	Partes y accesorios de los bienes de la subclase 48315
SERVICIOS DE FABRICACIÓN DE EQUIPO TIC		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
2610	88741	Servicios de fabricación de componentes electrónicos
2620	88742	Servicios de fabricación de ordenadores y equipo periférico
2630	88743	Servicios de fabricación de equipo de comunicación
2640	88744	Servicios de fabricación de material electrónico de uso doméstico
2680	88749	Servicios de fabricación de medios de comunicación magnéticos y ópticos

SERVICIOS DE LICENCIA Y DE SOFTWARE PARA EL NEGOCIO		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
5820	47811	Sistemas operativos, embalados
	47812	Software de red, embalado
	47813	Software de gestión de datos, embalado
	47814	Instrumentos de desarrollo y software de lenguajes de programación, embalado
	47821	Aplicaciones para el negocio y aplicaciones para uso doméstico, embalados
	47829	Otro software, embalado
	73311	Servicios de licencia para el derecho de usar software
	83143	Software original
	84341	Descarga de software de sistema
	84342	Descarga de software de aplicación
	84392	Software en línea
SERVICIOS Y CONSULTA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
7020	83117	Servicios de dirección de proceso de negocio
	83131	Servicios de consulta técnica en TI
6202	83132	Servicios de soporte técnico en TI
6201	83141	Diseño y servicios de desarrollo de TI para aplicaciones
6202	83142	Diseño y servicios de desarrollo de TI para redes y sistemas
	83151	Servicios de alojamiento (hosting) por web
	83152	Servicio de aprovisionamiento de aplicaciones
6311	83159	Otros servicios de alojamiento (hosting) y de aprovisionamiento de infraestructura TI
	83161	Servicio de dirección de red
6202	83162	Servicios de dirección de sistemas informáticos
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
6110		
6120	84110	Servicios de portador
	84121	Servicios de telefonía fijos - acceso y uso
6110	84122	Servicios de telefonía fijos- servicios de dirección de llamada
	84131	Servicios de telecomunicaciones móviles - acceso y uso
6120,613	84132	Servicios de telecomunicaciones móviles - servicios de dirección de llamada
	6110	
6120		
6130		
6190	84140	Servicios de red privados
6110		
6120		
6130		
6190	84150	Servicios de transmisión de información
6110		
6120		
6130		
6190	84190	Otros servicios de telecomunicaciones

SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES (continuación)		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
6110	84210	Servicios vertebrales de internet
6110		
6120		
6130		
6190	84221	Servicios de acceso de banda estrecha de Internet
6110		
6120		
6130		
6190	84222	Servicios de acceso de banda ancha de Internet
6110		
6120		
6130		
6190	84290	Otros servicios de telecomunicaciones de Internet
SERVICIOS DE ALQUILER DE EQUIPO TIC		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
	73124	Servicios de alquiler que conciernen a ordenadores sin operador
7730	73125	Servicios de alquiler que conciernen equipo de telecomunicaciones sin operador
7729	73210	Servicios de alquiler que conciernen televisiones, radios, registradores de videocasete, equipo relacionado y accesorios
OTROS SERVICIOS TIC		
ISIC Rev.4	CPC Ver.2	Descripción del producto
7110	83325	Servicios de la ingeniería para telecomunicaciones y proyectos que difunden
9511	87130	Mantenimiento y servicios de reparación de ordenadores y equipo periférico
9512	87153	Mantenimiento y servicios de reparación de equipo de telecomunicación y aparatos
3320	87331	Servicios de instalación de procesadores centrales
6209	87332	Servicios de instalación de ordenadores personales y equipo periférico
3320	87340	Servicios de instalación de radio, televisión y equipo de comunicaciones y aparato

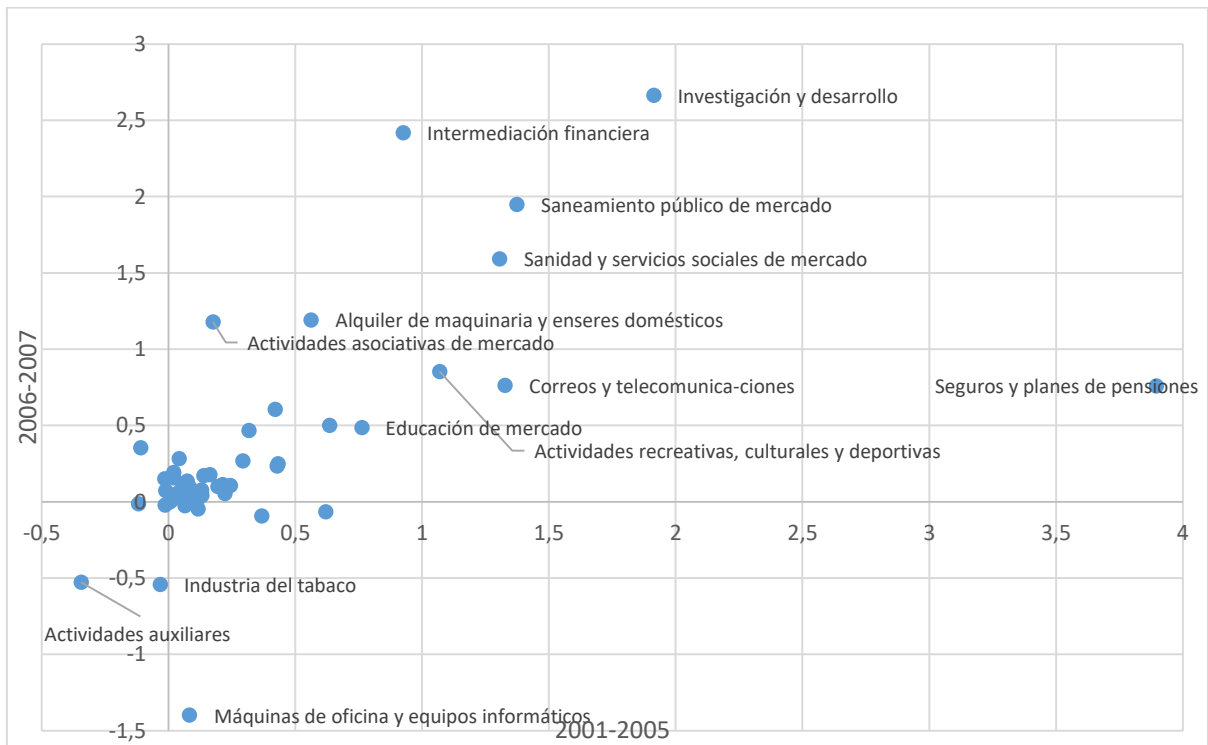
Fuente:INE

AII.2. Dispersión de la contribución media del capital TIC entre 1996-2000 y 2001-2005



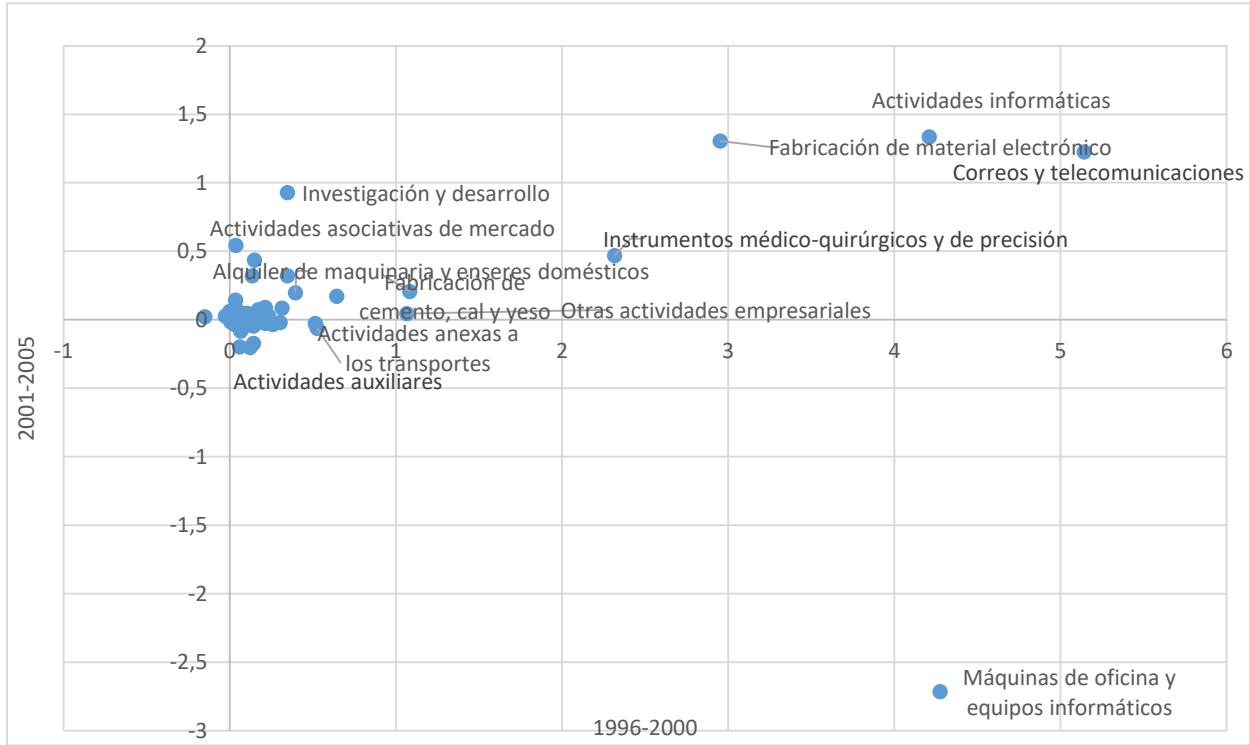
Cada punto representa para cada rama la contribución media del capital TIC al crecimiento de su producción en puntos porcentuales, representando en el eje de abscisas los valores medios para el periodo 1996-2000 y en el de ordenadas, los valores medios del periodo 2001-2005.

AII.3. Dispersión de la contribución media del capital TIC entre 2001-2005 y 2006-2007



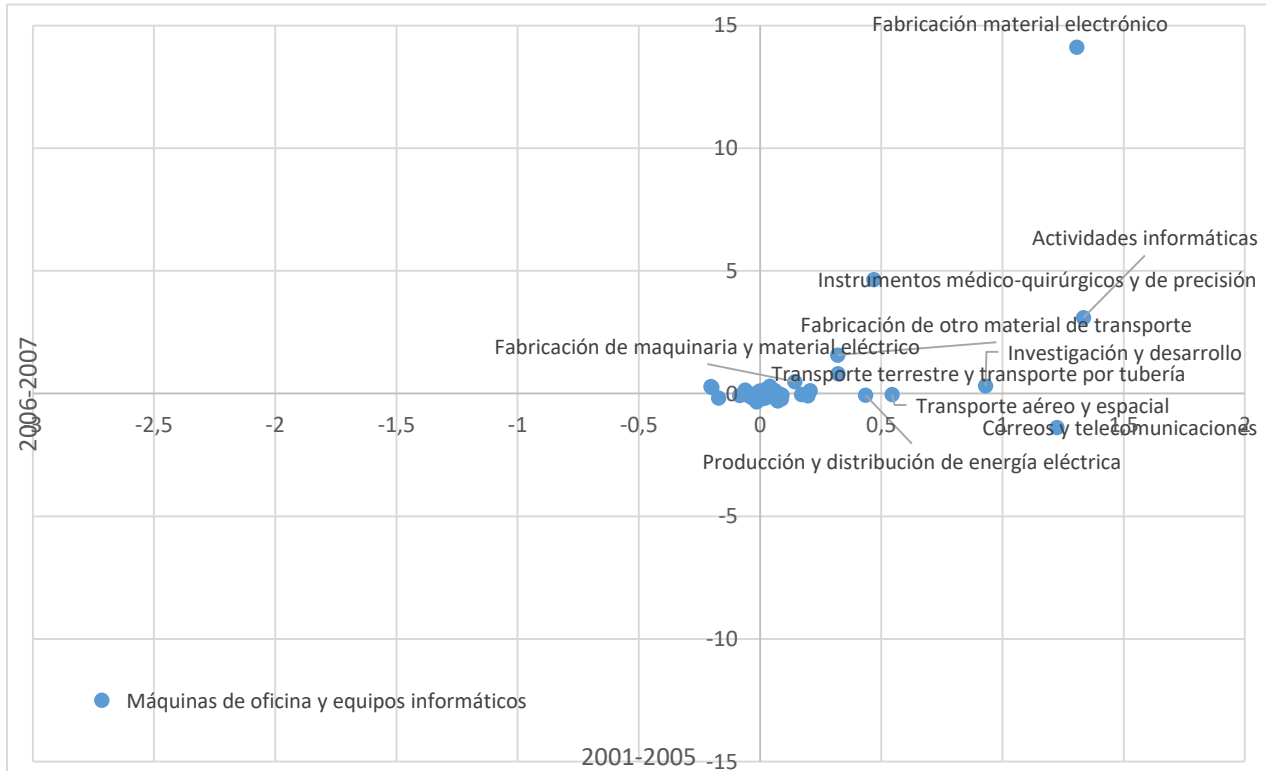
Cada punto representa para cada rama la contribución media del capital TIC al crecimiento de su producción en puntos porcentuales, representando en el eje de abscisas los valores medios para el periodo 2001-2005 y en el de ordenadas los valores medios del periodo 2006-2007.

AII.4. Dispersión de la contribución media de los consumos intermedios TIC entre 1996-2000 y 2001-2005



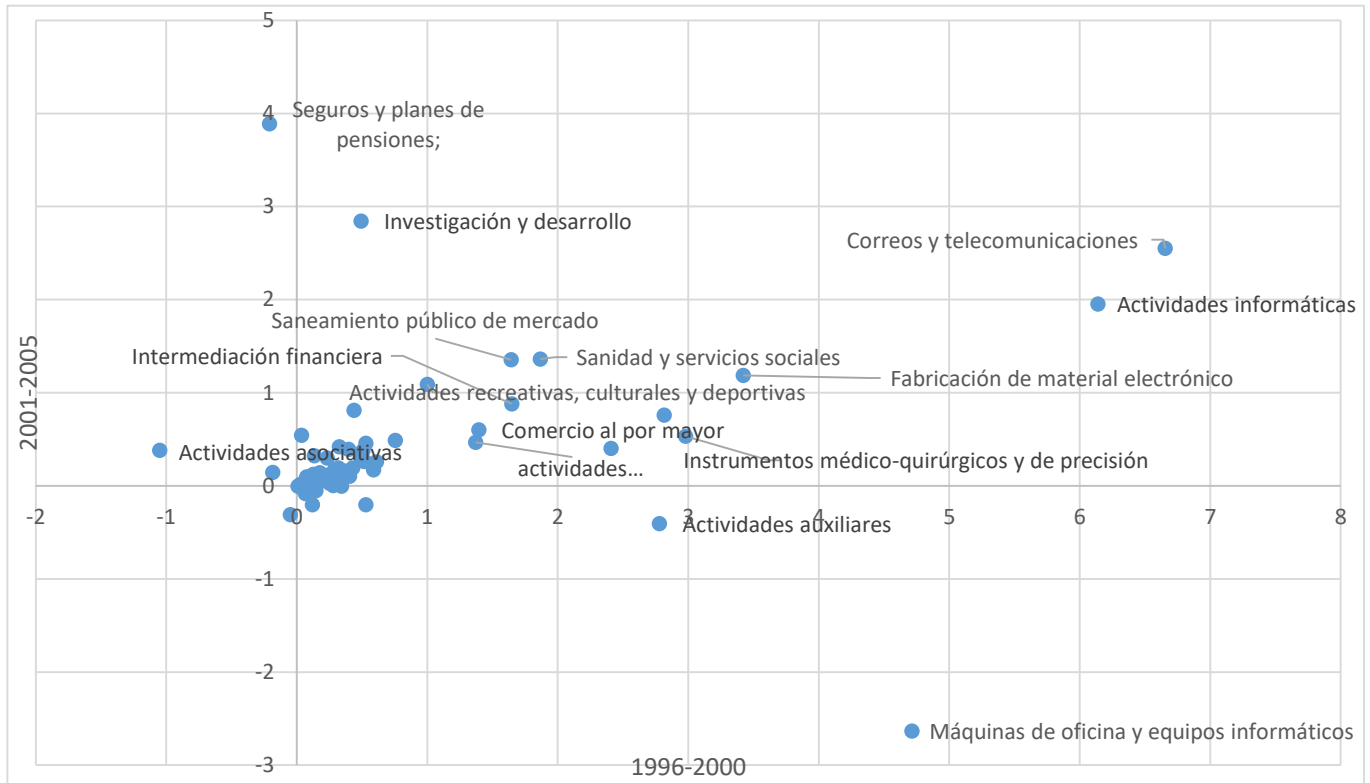
Cada punto representa para cada rama la contribución media de los consumos intermedios TIC al crecimiento de su producción en puntos porcentuales, representando en el eje de abscisas los valores medios del periodo 1996-2000 y en el de ordenadas los valores medios del periodo 2001-2005.

AII.5. Dispersión de la contribución media de los consumos intermedios TIC entre 2001-2005 y 2006-2007



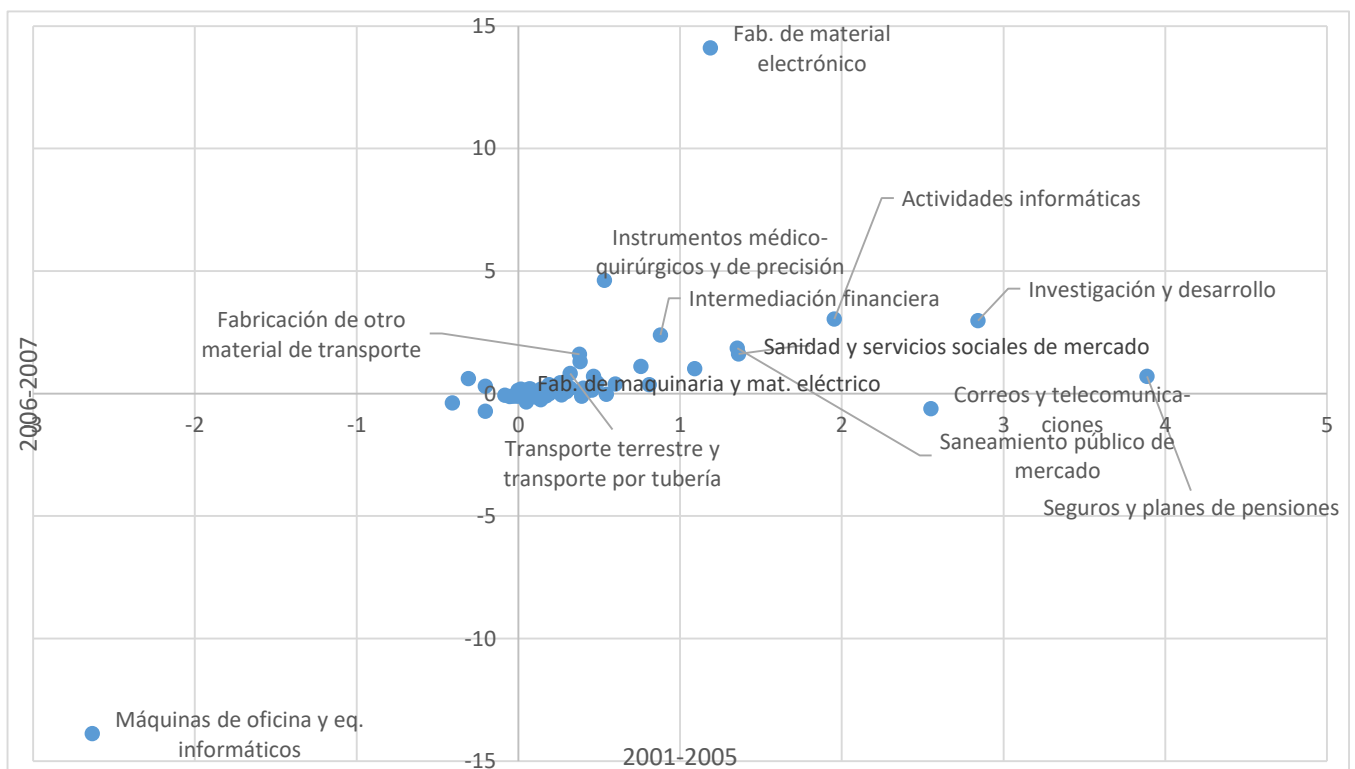
Cada punto representa para cada rama la contribución media de los consumos intermedios TIC al crecimiento de su producción en puntos porcentuales, representando en el eje de abscisas los valores medios del periodo 2001-2005 y en el de ordenadas los valores medios del periodo 2006-2007.

AII.6. Dispersión contribución total TIC entre 1996-2000 y 2001-2005



Cada punto representa para cada rama la contribución media de los consumos intermedios TIC y activos de capital TIC al crecimiento de su producción en puntos porcentuales, representando en el eje de abscisas los valores medios para el periodo 1996-2000 y en el de ordenadas, los valores medios del periodo 2001-2005.

AII.7. Dispersión contribución total TIC entre 2001-2005 y 2006-2007



Cada punto representa para cada rama la contribución media de los consumos intermedios TIC y de los activos de capital TIC al crecimiento de su producción en puntos porcentuales, representando en el eje de abscisas los valores medios para el periodo 2001-2005 y en el de ordenadas, los valores medios del periodo 2006-2007.

AIII.1. Tests de raíz unitaria

	Test de raíz unitaria para paneles (1995-2007) 64 ramas de actividad		
	HT Harris-Tsavalis	F Fisher Type	IPS Im-Pesaran-Shin
<i>lnptf</i>	1,00	115,50	-0,966*
<i>dktic</i>	-0,11***	155,25**	-2,596***
<i>ciid/va</i>		97,5	
<i>lnid</i>		113,22	-1,1488
<i>id^{relativa}</i>		340,30***	-2,00***
<i>xm^{relativa}</i>		338,01***	-2,60***
<i>kh</i>	0,75	107,01	-1,39
<i>khmujer</i>	0,51	112,60	-1,60
<i>khombre</i>	0,47***	213,47***	-2,28***
<i>lneecitic^{externo}</i>	0,79	68,7	-1,80
<i>lnid^{externo}</i>	1,01	114,98	-1,163
<i>lneeid^{externo}</i>	1,04	105,53	-1,22
<i>lnkh^{externo}</i>	0,45	110,83	-1,64
<i>Δktic^{externo}kh</i>	1,02	149,07	-0,57

Las columnas HT, F y IPS reproducen los resultados del test de raíz unitaria (2002) Harris-Tsavalis (1999), Fisher-type (Choi 201) y Im-Pesaran-Shin (2003). Se indica con *, ** y *** la significación estadística con un nivel del 10, 5 y 1 por ciento. La hipótesis de que todos los paneles son I(1) se rechaza si el test del estadístico es significativo. El test Harris-Tsavalis es el más adecuado para paneles cortos pero únicamente es de aplicación para paneles de datos balanceados por ello no se puede aplicar a las variables *ciid/va*, *lnid*, *id^{relativa}*, *xm^{relativa}*. A diferencia de los test IPS y Fisher, el test Harris-Tsavalis asume la igualdad del parámetro autorregresivo. Se han introducido dos retardos en el test IPS para las variables *lnptf*, *lnid*, *kh*, *khmujer*, *Δktic^{externo}kh*.