IMPACTO DE LA NUEVA ECONOMÍA SOBRE EL TRANSPORTE

Pablo Coto Millán
Vicente Inglada López de Sabando

Fundación BBVA

IMPACTO DE LA NUEVA ECONOMÍA SOBRE EL TRANSPORTE

Impacto de la nueva economía sobre el transporte

Pablo Coto Millán
Vicente Inglada López de Sabando

Fundación BBVA

La decisión de la Fundación BBVA de publicar el presente libro no implica responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión, dentro de esta obra, de documentos o información complementaria facilitada por los autores.

No se permite la reproducción total o parcial de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión por cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico, reprográfico, fotoquímico, óptico, de grabación u otro sin permiso previo y por escrito del titular del *copyright*.

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN

Coto Millán, Pablo
Impacto de la nueva economía sobre el transporte / Pablo Coto Millán, Vicente Inglada López de Sabando. — Bilbao : Fundación BBVA, 2007.
207 p. ; 24 cm
ISBN 978-84-96515-42-0
1. Consecuencia económica 2. Mercado de transporte I. Coto Millán, Pablo II. Inglada López de Sabando, Vicente III. Fundación BBVA, ed.
338.47

Impacto de la nueva economía sobre el transporte

EDITA:
© Fundación BBVA, 2007
Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao

IMAGEN DE CUBIERTA: © José Manuel CIRIA, VEGAP, Madrid, 2007
La noche española (tatuaje), 2002
Archivo digital a partir de estampa
(Adobe Photoshop), 760 x 560 mm
Colección de Arte Gráfico Contemporáneo
Fundación BBVA – Calcografía Nacional

ISBN: 978-84-96515-42-0
DEPÓSITO LEGAL: M-42262-2007

IMPRIME: Ibersaf Industrial, S.L.
Huertas, 47 bis. 28014 Madrid

Impreso en España - Printed in Spain

Los libros editados por la Fundación BBVA están elaborados con papel 100% reciclado, fabricado a partir de fibras celulósicas recuperadas (papel usado) y no de celulosa virgen, cumpliendo los estándares medioambientales exigidos por la actual legislación.

El proceso de producción de este papel se ha realizado conforme a las regulaciones y leyes medioambientales europeas y ha merecido los distintivos Nordic Swan y Ángel Azul.

ÍNDICE

Introducción 13

1. La nueva economía
   1.1. Introducción 17
   1.2. Efectos sobre el crecimiento y la productividad 20
      1.2.1. Introducción 20
         1.2.1.1. Factores explicativos básicos 21
      1.2.2. Principales efectos 22
         1.2.2.1. Efectos macroeconómicos 23
         1.2.2.2. Vías de transmisión 25
      1.2.3. Casos de Estados Unidos y Europa 25
         1.2.3.1. Estados Unidos 25
         1.2.3.2. Europa 27
      1.2.4. Factores moduladores 29
         1.2.4.1. Funcionamiento de los mercados 29
         1.2.4.2. Capital-riesgo 30
   1.3. El caso español 31
      1.3.1. Contribución al crecimiento de la productividad 31
      1.3.2. Efectos macroeconómicos 32
      1.3.3. Efectos sobre los precios 35
      1.3.4. Efectos sectoriales 36
   1.4. Sociedad de la información en España: ciudadanos 38
      1.4.1. Internet 38
         1.4.1.1. Europa 38
         1.4.1.2. España 40
      1.4.2. Servicios utilizados 42
         1.4.2.1. Europa 42
         1.4.2.2. España 42

1.4.2.3. Correo electrónico 44
1.4.2.4. Banca electrónica 45
1.4.2.5. Foros de discusión 46
1.4.2.6. *Peer to peer* (P2P) 46
1.4.3. Equipamiento 46
1.4.3.1. Europa 46
1.4.3.2. España 47
1.4.4. Resumen 48
1.5. Comercio electrónico B2C 49
1.5.1. Volumen 49
1.5.1.1. Europa 49
1.5.1.2. España 49
1.5.2. Rasgos característicos 51
1.5.2.1. Motivos 51
1.5.2.2. Perfil del usuario 51
1.5.2.3. Productos comprados 52
1.5.2.4. Información por Internet 54
1.5.2.5. Medios de pago 55
1.5.2.6. Lugar de compra 55
1.5.2.7. Aspectos que preocupan a los usuarios 55
1.5.2.8. Satisfacción y valoración 57
1.5.2.9. Razones para no comprar en Internet 57
1.6. La sociedad de la información en España: las empresas 58
1.6.1. Internet 58
1.6.1.1. Comparación internacional 58
1.6.1.2. España 59
1.6.1.3. Tamaño de la empresa 59
1.6.1.4. Sectores económicos 59
1.6.2. Servicios utilizados 60
1.6.3. Acceso de empleados 61
1.6.4. Comercio electrónico 61
1.6.4.1. Comparación internacional 61
1.6.4.2. España 63
1.6.4.3. Obstáculos 64
1.6.4.4. Ventajas 64
1.6.4.5. Ventas 65
1.6.4.6. Compras 66

1.6.5. Terminales ... 67
1.6.5.1. Europa ... 67
1.6.5.2. España ... 68
1.6.5.3. Sectores de actividad ... 68
1.6.5.4. Obstáculos ... 69
1.6.5.5. Utilización ... 69
1.6.6. Resumen ... 70

2. El mercado de transporte
2.1. Demanda de viajeros ... 73
2.1.1. Evolución ... 73
2.1.2. Demanda modal ... 74
2.1.3. Reparto modal ... 77
2.1.4. Panorámica internacional ... 78
2.2. Demanda de mercancías ... 79
2.2.1. Demanda total ... 79
2.2.2. Demanda modal ... 80
2.2.3. La distribución modal ... 83
2.2.3.1. Por tipo de producto ... 83
2.2.4. Comparación internacional ... 84
2.3. Competencia intermodal ... 88
2.3.1. Factores explicativos comunes ... 89
2.3.1.1. La oferta de infraestructuras ... 89
2.3.2. Viajeros ... 92
2.3.2.1. Renta ... 93
2.3.2.2. Precios ... 96
2.3.3. Mercancías ... 97
2.3.3.1. Precios ... 97
2.3.3.2. Otros factores de oferta ... 97
2.3.3.3. Cambios en los procesos de producción y distribución ... 99
2.3.4. Grado de competencia en los diferentes sectores ... 103
2.4. Elasticidades ... 104
2.4.1. Revisión metodológica ... 104
2.4.1.1. Viajeros ... 104
2.4.1.2. Mercancías ... 106
2.4.2. Revisión de resultados ... 108
2.4.2.1. Viajeros ... 108
2.4.2.2. Mercancías ... 110

2.4.3. El caso español ... 111
2.5. Costes sociales del transporte ... 114
2.5.1. Introducción ... 114
2.5.2. Tipología ... 117
2.5.3. Resultados ... 118
2.6. Conclusiones ... 119

3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte
3.1. Introducción ... 123
3.2. Tipología de efectos ... 124
3.2.1. Globalización ... 125
3.2.2. Actividades telemáticas ... 125
3.2.3. Sistemas inteligentes de transporte ... 127
3.3. Tipos de relaciones entre nueva economía y transporte ... 127
3.3.1. Sistemas completos de demanda ... 127
3.3.1.1. Metodología ... 130
3.3.1.2. Principales resultados ... 132
3.3.2. Análisis *input-output* ... 135
3.3.2.1. Revisión ... 138
3.3.2.2. Metodología ... 139
3.3.2.3. Resultados ... 141
3.4. Efectos sobre el transporte de viajeros ... 141
3.4.1. Introducción ... 141
3.4.2. Tipos de actividades ... 143
3.4.3. Efectos sobre el transporte ... 143
3.4.3.1. Tipología ... 143
3.4.3.2. Efectos finales ... 144
3.5. Efectos sobre el transporte de mercancías ... 147
3.5.1. Conceptos básicos ... 147
3.5.2. Larga distancia ... 149
3.5.3. Distribución local e impacto ambiental ... 149
3.6. Logística ... 150
3.6.1. Introducción ... 150
3.6.2. Canales de distribución ... 151
3.6.3. Distribución con el comercio electrónico ... 153
3.7. Teletrabajo ... 154
3.7.1. Caracterización ... 154
3.7.2. El caso español ... 154
3.7.3. Efectos sobre el transporte y el medio ambiente ... 156

3.8. Sistemas inteligentes de transporte 157
3.8.1. Conceptos básicos 157
3.8.2. Beneficios 158
3.8.3. Beneficios ambientales 161
3.9. Efecto ambiental: comercio electrónico *versus* tradicional 162
3.9.1. Introducción 162
3.9.2. Revisión 163
3.9.3. Características de ambos tipos de comercio 164
3.9.3.1. Método tradicional 164
3.9.3.2. Comercio electrónico 165
3.9.4. Análisis comparativo 166
3.9.4.1. Caso general 166
3.9.4.2. Caso español 170
3.9.4.3. Conclusión final 173
3.10. Conclusiones 173

4. Resumen y conclusiones
4.1. La nueva economía 177
4.1.1. Vías de actuación 179
4.1.2. Impacto sectorial 179
4.1.3. Desarrollo de la sociedad de la información en España 180
4.2. Transporte 181
4.2.1. Reparto modal 181
4.2.2. Costes sociales 186
4.3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte 186
4.3.1. Sistemas completos de demanda 188
4.3.2. Análisis *input-output* 188
4.3.3. Teletrabajo 188
4.4. Investigaciones futuras 189

Bibliografía 191

Índice de cuadros y tablas 197

Índice de gráficos y esquemas 199

Índice alfabético 203

Nota sobre los autores 207

Introducción

EXISTE un amplio consenso en que los vertiginosos cambios acaecidos en la última década, englobados con el nombre de *nueva economía*[1] y asociados al vertiginoso desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), van a traer consigo importantes efectos, no sólo de índole tecnológica sino también sobre múltiples aspectos económicos y sociales. No es de extrañar que en los últimos años hayan aparecido, tanto en España como en los países con mayor nivel de desarrollo, numerosos estudios analizando los diferentes impactos (macroeconómicos, microeconómicos, sobre el empleo, etc.) producidos por la nueva economía o por conceptos muy relacionados con ella, como por ejemplo el comercio electrónico o Internet.

En este sentido cabe señalar que, si bien las investigaciones realizadas acerca de los impactos macro y microeconómicos en diferentes sectores han sido ciertamente numerosas, son, por el contrario, escasas las que tienen como objetivo fundamental el conocimiento de los efectos producidos sobre el transporte de mercancías y viajeros.

Este *déficit* de investigación sobre dicho tema adquiere un carácter particularmente relevante si se tiene en cuenta que los estudios realizados coinciden en señalar que el transporte es un sector especialmente afectado por la introducción de las nuevas tecnologías.

Estos resultados están de acuerdo con la propia caracterización del transporte como un servicio esencial para la actividad económica, tanto en su acepción de *input* intermedio utilizado en la mayor parte de las actividades productivas como en la de ser un servicio que constituye una parte esencial del consumo que las personas necesitan realizar para poder llevar a cabo sus

---

[1] En diferentes textos como Cornella (2000) y Turner (2001), también se la denomina *economía del conocimiento, de las redes, de la información, de Internet,* etc.

actividades cotidianas (disfrute del ocio, compras, acceder al trabajo, etc.).

Debido a este importante papel que el transporte desempeña en el devenir de la actividad económica de cualquier país, independientemente de su grado de desarrollo, el análisis de los efectos de la nueva economía sobre el transporte constituye, en definitiva, una cuestión de suma importancia económica y social. En este sentido cabe recordar que el transporte, aparte de su importancia *per se* debido a su elevado *efecto arrastre*, es una actividad esencial para la mayoría de los sectores económicos,[2] y también un elemento básico para la realización de las distintas actividades sociales.

El objetivo principal de este estudio es contribuir al conocimiento de la trama de las complejas implicaciones que la nueva economía generará en el mercado del transporte en España. Para alcanzar este objetivo se delimitan, en primer lugar, de entre los profundos cambios que la nueva economía está produciendo, todos aquellos que afecten al transporte. En particular, aparte de las implicaciones anejas, por ejemplo, al comercio electrónico y a la utilización de Internet, se analiza también el impacto de las nuevas tecnologías aplicadas al propio sector del transporte, como son los sistemas inteligentes de transporte. Por tanto, a diferencia de los estudios realizados sobre este tema, se incorpora en esta investigación una visión general e integral de la cuestión a analizar.

Paralelamente a este trabajo inicial, se estudian con detalle los principales rasgos que caracterizan el funcionamiento del mercado del transporte en España, ya que es una tarea fundamental para poder conocer la reacción del sector ante estos profundos cambios.

El presente estudio sobre el transporte en España se aborda, principalmente, a partir del análisis de las variables más relevantes, como son el comportamiento de la demanda en los diferentes modos y los rasgos característicos de las distintas ofertas modales para contrastar su adaptación a los nuevos escenarios, así como los costes sociales de los diferentes modos de transporte.

---

[2] En los países con mayor nivel de desarrollo, la actividad de transporte representa directamente más del 6% y cerca del doble de esta magnitud indirectamente.

Los resultados obtenidos nos permiten determinar los impactos de la nueva economía sobre el sector del transporte, que constituye el núcleo básico de nuestra investigación. Cabe destacar que, para realizar dicho análisis, estos efectos se desglosan tanto en su faceta de viajeros y mercancías como en los diferentes ámbitos internacional, interurbano y urbano.

Este libro presenta la siguiente estructura. El capítulo primero tiene por objeto extraer una panorámica de los aspectos más relevantes de la nueva economía, incidiendo principalmente en sus efectos sobre el crecimiento y la competitividad. Dentro de este contexto general, al caso español se le dedica un lugar preferente, describiendo las principales características de la sociedad de la información, ciudadanos y empresas en España, particularmente en relación con el comercio electrónico y la utilización de Internet.

El estudio de los principales aspectos que conforman el mercado del transporte constituye el eje del capítulo segundo. Se analizan las pautas de la demanda de viajeros y mercancías, determinando las magnitudes de las elasticidades respecto a los precios y tiempos de viaje. Asimismo, se estudian los costes externos y se determinan sus valores para España.

En el capítulo tercero se estudian las implicaciones de la nueva economía para el funcionamiento del sector transporte. Se analiza la existencia de relaciones de complementariedad o sustitución entre la nueva economía y el transporte de viajeros y de mercancías. Para ello se emplean herramientas metodológicas como los sistemas completos de demanda y el análisis *input-output*. También se estudian las implicaciones del teletrabajo sobre la movilidad y los efectos de la utilización del comercio electrónico sobre la logística.

Finalmente, en el último capítulo se extraen las principales conclusiones del estudio realizado y se formulan diversas propuestas de investigaciones futuras particularmente interesantes.

1. La nueva economía

1.1. Introducción

El fenómeno de la *nueva economía* emerge en Estados Unidos durante la segunda mitad de la década de los noventa del siglo pasado, paralelamente al crecimiento pronunciado de la productividad. En todas las definiciones sobre este nuevo paradigma, que recibe numerosos nombres —economía de la información, sociedad del conocimiento, economía de redes, etc.—, subyace el papel clave de las tecnologías de la información y la comunicación: ordenadores, microprocesadores, telecomunicaciones, *software* y, particularmente, el rápido desarrollo de Internet.

De acuerdo con Fontela (2000), el embrión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, íntimamente relacionadas con los ordenadores, la microelectrónica y las telecomunicaciones, es el desarrollo, hace cerca de cincuenta años, de la electrónica del estado sólido, con el invento del transistor, pero su eclosión se ha producido a partir de mediados de los años sesenta. Este crecimiento espectacular de los ordenadores se ha basado en tres grandes avances tecnológicos: el transistor, los circuitos integrados y los microprocesadores y las memorias con acceso casual en época más reciente.

Dos fuerzas sirven de apoyo al desarrollo vertiginoso de la nueva economía: grandes innovaciones tecnológicas, en línea con los presupuestos de las ondas largas schumpeterianas, y un proceso de liberalización de los mercados de productos y factores que mundializa o globaliza los mecanismos de la economía neoclásica.

En el desarrollo del potencial de la nueva economía la difusión es un requisito clave. Las características propias de los sectores de la información determinan la presencia de externalidades positivas. En este sentido, Internet constituye simultáneamente la causa y el resultado de la nueva economía, al ser el origen de

un círculo virtuoso que se denomina *externalidad de red* (BBVA 2000). Su principio básico radica en que, conforme se conectan más agentes al sistema, se añaden incentivos a las empresas para desarrollar nuevas aplicaciones que utilicen la plataforma de Internet. Todo ello facilita la conexión y se traduce en una mayor oferta de bienes y servicios que, nuevamente, lleva a más agentes a conectarse. En definitiva, el valor de Internet crece de manera exponencial en relación con el número de agentes que lo utilizan.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) facilitan que una cantidad creciente de información pueda ser almacenada y enviada a cualquier lugar del mundo, de forma instantánea y a un precio mínimo. Las nuevas tecnologías aceleran el ritmo de globalización de los mercados y nuevamente se genera un círculo virtuoso, ya que las TIC incentivan la globalización de la producción y los mercados de capitales, y ésta, a su vez, permite desarrollar la competitividad y la amplitud de los mercados, incrementando la velocidad de la difusión de las nuevas tecnologías mediante el comercio y los flujos internacionales de inversión. Cabe afirmar que el valor esencial de estas nuevas tecnologías radica en su capacidad para clasificar, almacenar, analizar e intercambiar información de una forma instantánea, en cualquier parte del mundo y con un coste mínimo (Pampillón 2001).

La interconexión de infinidad de ordenadores mediante la transmisión de información, utilizando el sistema sofisticado de las telecomunicaciones, ha impulsado un proceso de integración que genera múltiples nuevos servicios de gran utilidad para el usuario (teletexto, teletrabajo, telecompra, teleconferencia, telebanco, mensajería, etc.).

Pero lo verdaderamente nuevo de la nueva economía es la aceleración del funcionamiento de este círculo virtuoso y el carácter revolucionario del proceso de innovación tecnológica, cuyos beneficios se difunden a prácticamente todo el abanico de actividades económicas.

Asimismo, un volumen creciente de los bienes y servicios relacionados con la nueva economía —*hardware* y *software* de información (infraestructuras de telecomunicaciones, ordenadores, libros, vídeos, CD, *websites,* servicios financieros, programas

informáticos, etc.)— presentan rendimientos crecientes. Son bienes cuya producción es complicada y costosa, pero cuya reproducción es relativamente fácil y con pequeño coste. En definitiva, se pone de manifiesto la existencia de importantes economías de escala (Pampillón 2001).

Por tanto, la característica clave de la nueva economía no es el creciente peso del sector de las TIC o la proliferación de la *nueva empresa punto com,* que ha encontrado un nuevo y extraordinario canal para llegar hasta el consumidor final, sino la manera en que las TIC permiten el desarrollo de los intercambios electrónicos y las alianzas estratégicas entre empresas del mismo o diferentes sectores económicos, incrementando la eficiencia en el funcionamiento de aquellas industrias tradicionales que hayan sabido adaptar sus estructuras a las nuevas oportunidades de, por ejemplo, el comercio electrónico.

Además, la propia naturaleza ya comentada de las TIC hace que se hayan convertido en la primera revolución tecnológica que aumenta considerablemente la productividad, no sólo en el sector secundario, sino también en los servicios, como sanidad, educación o finanzas. Este dato es especialmente relevante si se tiene en cuenta que, en los países más desarrollados, hasta el 70% del PIB puede corresponder al sector terciario.

Este racimo de avances tecnológicos que moldea la nueva economía genera:

a) la reducción de costes para las empresas, tanto de búsqueda de información como de almacenamiento e intermediación;

b) el incremento de la productividad del trabajo y del capital, generado por la expansión de las nuevas tecnologías. El grueso de las transacciones a través de Internet tiene lugar entre empresas. Internet representa un cambio radical en la organización del proceso productivo, la estructura de los mercados y los modelos de negocio tradicionales. Las empresas que incorporan las nuevas tecnologías, tanto en su propia gestión interna como en los intercambios con clientes y proveedores, disfrutarán del aumento de su productividad.

En resumen, el paradigma de la nueva economía se puede resumir en mayor productividad, más crecimiento y menor inflación (BBVA 2000).

En este capítulo se realiza un análisis descriptivo de los diferentes aspectos que enmarcan la nueva economía, comparando la situación de Estados Unidos, Europa y España. En este sentido, se estudian en primer lugar los diversos efectos macro y microeconómicos producidos por la nueva economía: sobre el crecimiento económico, la productividad, los precios, sectoriales, etc. A continuación se describen los principales rasgos que caracterizan la sociedad de la información, con especial énfasis para el caso español, desde las dos perspectivas, de las empresas y los ciudadanos, respectivamente.

1.2. Efectos sobre el crecimiento y la productividad

1.2.1. Introducción

Existe una amplia literatura económica en torno al crecimiento a largo plazo, así como sobre sus factores explicativos. Las investigaciones realizadas coinciden en que, aparte de las aportaciones de los factores de producción —trabajo y capital—, existe un factor residual derivado de la innovación tecnológica y que en las últimas décadas está representado por la emergencia de las TIC.

En este sentido, a partir de los estudios realizados sobre el crecimiento económico en las economías desarrolladas y sus conexiones con las TIC, cabe destacar los rasgos básicos siguientes (Red.es 2004).

a) El *stock* de capital procedente de la inversión de las TIC desempeña un papel fundamental para el crecimiento de cualquier economía. Con independencia de cuál sea la magnitud que alcance, la inversión de las TIC supone una contribución positiva al crecimiento de la productividad y la renta.

b) El sector de las TIC constituye una de las fuentes del crecimiento de la productividad total de los factores (PTF)

de cualquier país, que además supera sensiblemente a la contribución de cualquier otro sector.

c) La inversión y la innovación necesitan verse acompañadas de cambios en determinados aspectos de funcionamiento de las empresas para poder alcanzar todo el potencial crecimiento de la productividad. Entre éstos, cabe señalar la importancia del capital humano para poder garantizar este crecimiento de la productividad.

1.2.1.1. Factores explicativos básicos

Este patrón de incremento de productividad de las empresas, directamente relacionado con la eclosión de la utilización de Internet, se observa ya desde la década de los noventa en Estados Unidos, donde las empresas más prósperas y que han generado mayor crecimiento económico son precisamente aquellas que han conseguido incorporar íntegramente Internet en toda su cadena de producción y distribución.

Internet puede reducir los costes e incrementar la productividad de las empresas debido, entre otros, a los siguientes motivos:

a) abaratamiento de los costes de los factores de producción y de la adquisición de productos y servicios intermedios, al facilitar el acceso a un número muy superior de proveedores y al crear más competencia en la contratación;

b) necesidad de menor nivel de existencias, porque las nuevas formas de organización empresarial, con técnicas de abastecimiento y distribución *just in time,* permiten que Internet haga posible almacenar un menor nivel de existencias y, en definitiva, unos costes asociados a ellas menores;

c) menores costes de acceso al mercado, porque es bastante más barato crear un sitio en Internet que recurrir a las formas tradicionales de comercialización;

d) reducción del tiempo de llegada al mercado de los productos y servicios de las empresas, lo que supone un verdadero reto para el transporte y la logística;

e) el ámbito de actuación de las empresas es mucho más extenso, porque Internet abre nuevos mercados, y mucho más amplios, para la venta, y

f) disminución de los costes de las transacciones, puesto que las operaciones financieras en línea son más baratas, a lo que se une el hecho del beneficio que supone para los usuarios disponer de un mayor abanico de posibilidades de elección, además de una información más completa sobre las características del producto.

1.2.2. Principales efectos

De acuerdo con los resultados obtenidos en la amplia batería de estudios realizados, la irrupción de las TIC en la sociedad produce tres efectos fundamentales:

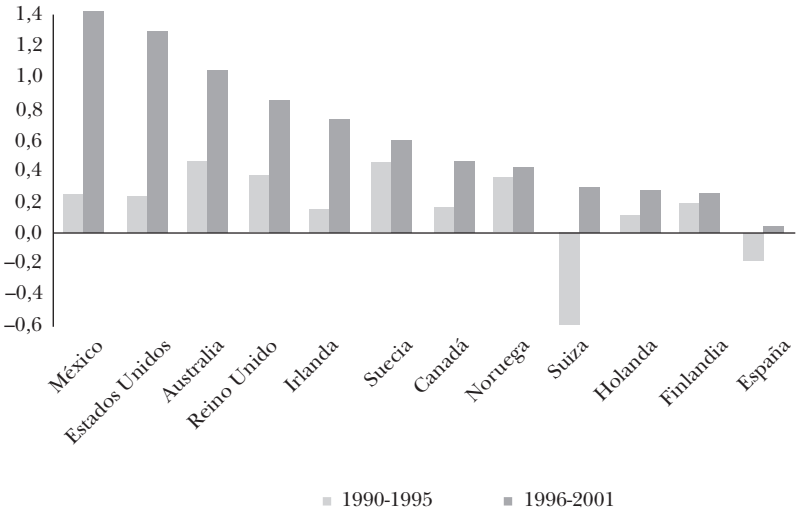
a) la inversión en TIC contribuye a la profundización en el capital y por lo tanto al aumento de la productividad;
b) el progreso tecnológico asociado a la producción de bienes y servicios de las TIC puede contribuir al crecimiento de la eficiencia en la utilización del capital y del trabajo, y
c) como se ha citado anteriormente, una utilización mayor de las TIC genera efectos de red, menores costes de transacción y favorece la aceleración de las innovaciones, lo que a su vez incrementa el grado de eficiencia de la economía.

En resumen, la inversión en TIC actúa como motor de la economía, ya que gracias a ella se crea infraestructura (la red) y simultáneamente se ponen a disposición de la sociedad los equipos necesarios para utilizarlas.

En el gráfico 1.1 se puede observar la contribución de la inversión en TIC al crecimiento del PIB en los períodos 1990-1995 y 1995-2001 para diferentes países. Cabe destacar que entre los países en los que más han impactado las TIC se encuentra en primer lugar Estados Unidos, seguido de Canadá, Holanda y Australia, que son además los que más tiempo llevan incorporando las nuevas tecnologías a sus procesos. Cabe señalar, asimismo, que el impacto de la inversión en TIC en el crecimiento económico no desaparece con la ralentización del ritmo de crecimiento de la economía, por lo que es doblemente interesante generar crecimiento mediante esta vía.

GRÁFICO 1.1: Contribución de la inversión en TIC al crecimiento del PIB

(contribución a la media anual)



Fuente: OCDE (2003) y Telefónica (2004).

.

Para situar el interés de estos resultados, conviene recordar que la productividad constituye un elemento esencial del progreso económico, ya que su crecimiento permite mantener la competitividad en el largo plazo.

Estos resultados de mejora de la productividad y de la competitividad de las economías a causa de las TIC también se observan en el caso europeo, aunque con un cierto retraso y menor intensidad. En este sentido, de acuerdo con Telefónica (2004), para el período 1995-2001 el 22% de la inversión total en Europa correspondió a las TIC, y esta inversión es responsable del 58% del incremento de la productividad de la región durante el período 1996-2002.

1.2.2.1. Efectos macroeconómicos

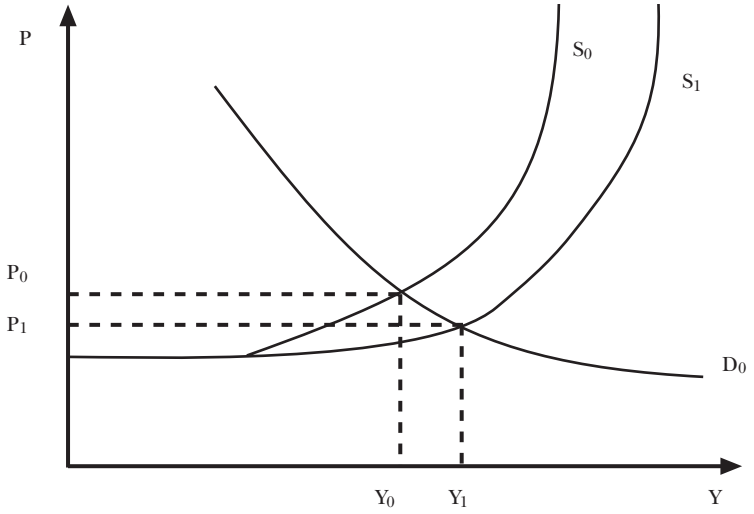
Desde una perspectiva puramente macroeconómica, el fenómeno de la nueva economía puede formalizarse como un desplazamiento de la función de producción agregada tal que, para un mismo nivel de los factores productivos —capital y trabajo—,

la producción y la productividad marginal del trabajo alcanzan valores superiores.[3]

Evidentemente, la magnitud de este incremento será tanto mayor cuanto más predomine el régimen clásico frente al keynesiano, ya que en este último caso estaríamos ubicados en la parte más horizontal de la curva de oferta agregada y el impacto macroeconómico del choque tecnológico apenas sería visible. En el caso de predominar el régimen clásico, estaríamos situados cerca de la parte más vertical de la curva de oferta agregada y el impacto sobre el producto real y sobre los precios sería muy superior.

En relación con el impacto sobre los precios, en el gráfico 1.2 se observa cómo un choque tecnológico, que equivale a un aumento de la oferta agregada, es decir, a un desplazamiento de dicha función a la derecha, se traduce finalmente en una reducción del nivel general de precios, de P_0 a P_1, y en un aumento de la producción, de Y_0 a Y_1.

GRÁFICO 1.2: Impacto sobre los precios del choque tecnológico



Fuente: BBVA (2000) y elaboración propia.

[3] Este apartado se basa en BBVA (2000), donde se realiza un estudio completo y riguroso de los efectos económicos de la nueva economía para España.

En definitiva, aunque es verdad que la nueva economía trae consigo la introducción de nuevos servicios que se incorporan a la demanda de empresas y hogares, su caracterización principal está incardinada en el lado de la oferta, mediante un formidable avance tecnológico que afecta fundamentalmente a la esfera de los intercambios entre empresas (B2B), sin olvidar el ahorro de costes que supone para éstas, tanto en términos de búsqueda como de almacenamiento y de intermediación.

1.2.2.2. Vías de transmisión

Dentro del mecanismo de contribución de las TIC al crecimiento económico y de la productividad, cabe distinguir tres vías posibles de transmisión:

a) incremento de la producción y productividad en el propio sector de las TIC, generado como consecuencia de la innovación implementada en el sector;
b) como consecuencia del proceso anterior, el resto de las ramas productivas experimenta una reducción en sus costes derivada de un descenso en los precios y mejoras sensibles en la calidad de los bienes y servicios de las TIC, que impulsa la inversión en nuevas tecnologías en estos sectores, y
c) por último, cabe esperar que las mejoras generadas en la organización del proceso de producción, ligadas a la utilización de las TIC, afectarían positivamente a la productividad total de los factores.

1.2.3. Casos de Estados Unidos y Europa

1.2.3.1. Estados Unidos

La relevante contribución de las TIC al crecimiento económico y la productividad emerge con singular énfasis en la economía de Estados Unidos a partir de 1995.[4] En este sentido,

[4] Colecchia y Schreyer (2001) muestran que la contribución del capital TIC al crecimiento económico estadounidense, supera de una manera clara y rotunda a la del resto de capital (no TIC), fundamentalmente a partir de la década de los noventa.

cabe concluir a partir de los resultados obtenidos por Oliner y Sichel (2000), que se muestran en el cuadro 1.1, que la magnitud de la contribución del capital de las TIC al crecimiento económico estadounidense supera significativamente a la del resto de bienes de capital, especialmente a partir de la década de los noventa. Más aún, llegan a estimar que los dos sectores de ordenadores y de semiconductores, con un reducido peso en el total de la economía del 2,5%, contribuyen en más del 50% al crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de la economía no agraria durante la última mitad de los noventa.

CUADRO 1.1: Contribución sectorial al crecimiento económico en Estados Unidos

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Tasa de crecimiento de la PTF de los sectores no agrícolas	0,33	0,48	1,16
Contribución de cada sector			
Informática	0,12	0,16	0,26
Semiconductores	0,08	0,12	0,39
Otros no agrícolas	0,13	0,20	0,50

Fuente: Oliner y Sichel (2000) y Red.es (2004).

Asimismo, obtienen que las TIC aportan cerca de dos tercios del vertiginoso crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos entre la primera y la segunda mitad de la década de los noventa, considerando tanto el crecimiento de la productividad correspondiente a la intensificación del capital, como el derivado de la PTF citado anteriormente. Todo ello se muestra en el cuadro 1.2, donde podemos observar que, de la tasa de crecimiento en 1996-1999 (2,57%), 1,61 puntos porcentuales se derivan del capital tecnológico, bien directamente (0,96 puntos) o bien provienen de su contribución indirecta a la PTF (0,65 puntos).

CUADRO 1.2: Fuentes del crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos (1974-1999)

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Tasa de crecimiento de la productividad del trabajo	1,37	1,53	2,57
Contribución:			
Intensificación del capital	0,81	0,62	1,10
Capital de las TIC	0,44	0,51	0,96
Hardware	0,25	0,23	0,59
Software	0,09	0,23	0,27
Equipos de telecomunicaciones	0,09	0,05	0,10
Capital no-TIC	0,37	0,11	0,14
Calidad del trabajo	0,22	0,44	0,31
Productividad total de los factores	0,33	0,48	1,16

Fuente: Oliner y Sichel (2000) y Red.es (2004).

1.2.3.2. Europa

Al analizar los estudios realizados sobre la contribución de las TIC al crecimiento económico en el caso europeo, se concluye que la magnitud de dicho impacto, aunque significativa,[5] es sensiblemente inferior a la estimada para el caso de la economía de Estados Unidos. Asimismo, cabe concluir que el crecimiento de las TIC en Europa no ha sido suficiente para contrarrestar el efecto de otros factores que han incidido negativamente en la productividad.

En el cuadro 1.3 se muestran algunas diferencias significativas en relación con la estructura de las TIC en Estados Unidos y la Unión Europea[6] que pueden ayudarnos a explicar este comportamiento asimétrico.

[5] Por ejemplo, Jorgenson (2001 y 2003) demuestra que la inversión en bienes tangibles (TIC y no-TIC) es la fuente más importante del crecimiento económico en todos los países del G-7. Separa la contribución del capital TIC y del no-TIC, y comprueba que la principal contribución al crecimiento de la productividad para prácticamente todos los países, es la intensificación del capital TIC.

[6] Van Ark, Inklaar y McGucking (2003) han tratado de identificar las industrias donde realmente radican las diferencias del crecimiento agregado de la productividad entre los Estados Unidos y Europa.

CUADRO 1.3: Análisis comparativo entre la Unión Europea y Estados Unidos del crecimiento de la productividad y del peso en el PIB de las industrias productoras de TIC, usuarias de TIC y no-TIC

	Crecimiento de la productividad en porcentaje				Porcentaje del PIB	
	1990-1995		1995-2000		2000	
	UE	EE. UU.	UE	EE. UU.	UE	EE. UU.
Total economía	1,9	1,1	1,4	2,5	100,0	100,0
Industrias productoras de TIC	6,7	8,1	8,7	10,1	5,9	7,3
Productoras de manufacturas de TIC	11,1	15,1	13,8	23,7	1,6	2,6
Productoras de servicios de TIC	4,4	3,1	6,5	1,8	4,3	4,7
Industrias usuarias de TIC	1,7	1,5	1,6	4,7	27,0	30,6
Usuarias de TIC manufactureras	3,1	–0,3	2,1	1,2	5,9	4,3
Usuarias de TIC servicios	1,1	1,9	1,4	5,4	21,1	26,3
Industrias no-TIC	1,6	0,2	0,7	0,5	67,1	62,1
Manufacturas no-TIC	3,8	3,0	1,5	1,4	11,9	9,3
Servicios no-TIC	0,6	–0,4	0,2	0,4	44,7	43,0
Otros no-TIC	2,7	0,7	1,9	0,6	10,5	9,8

Fuente: Van Ark, Inklaar y McGucking (2003) y Red.es (2004).

El primer rasgo diferencial que se observa durante el período 1995-2000 es el peso superior de la industria productora de TIC en Estados Unidos frente a la Unión Europea, tanto en porcentaje respecto al PIB (7,3% en EE. UU. frente al 5,9% en la UE) como en aportación al crecimiento de la productividad (10,1% en EE. UU. frente al 8,7% en la UE).

Sin embargo, donde radica la principal diferencia es en el sector de los servicios usuarios de las TIC, cuya tasa de crecimiento de la productividad es casi cuatro veces superior en el caso de Estados Unidos (5,4%) respecto a la Unión Europea (1,4%), y también es más de cinco puntos porcentuales superior en relación con su peso respecto al PIB total (26,3% frente al 21,1%).

La conclusión fundamental que cabe extraer de esta batería de resultados es que existen unas características comunes en las fuentes de la contribución al crecimiento de la productividad y la economía de cada país. La más importante es la contribución derivada de la inversión en las TIC; en definitiva, este tipo de inversión es el que posibilita el crecimiento de la productividad y la economía a largo plazo en las economías desarrolladas.

También por el lado de la producción de TIC, podemos comprobar cómo es prácticamente la única fuente de contribución al crecimiento de la PTF puesto que, para los países europeos, la contribución de la producción no-TIC a la PTF ha dejado prácticamente de existir desde los ochenta. No así para Estados Unidos, Canadá y Japón, para los que resurge con fuerza en la segunda mitad de la década de 1990.

1.2.4. Factores moduladores

Entre los factores causantes del comportamiento asimétrico de la nueva economía en Estados Unidos y en la Unión Europea, cabe destacar los dos siguientes.

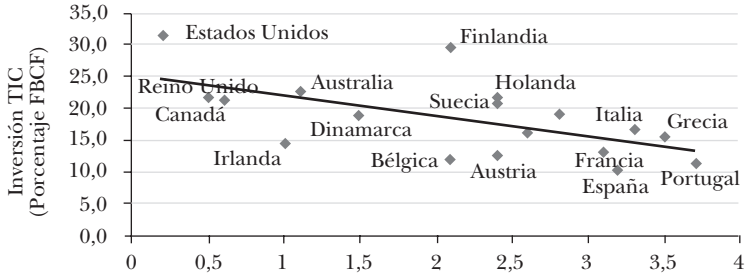
1.2.4.1. Funcionamiento de los mercados

Una primera causa de estas acusadas diferencias en el comportamiento de los servicios usuarios de las TIC podría estar unida al mayor grado de rigidez estructural en el funcionamiento de los mercados de trabajo y de productos en los países de la Unión Europea debido a numerosos factores: regulaciones en el transporte, limitación de horarios, restricciones en la contratación y despido, barreras a la entrada de nuevas empresas, etc.

Asimismo, Colecchia y Schreyer (2002), en su trabajo sobre varios países de la OCDE, concluyen que la correcta difusión de las TIC juega un papel fundamental, y que a su vez ésta depende de que exista un adecuado marco de condiciones, y no exclusivamente de la existencia o ausencia de un sector productor de TIC. En este sentido, tal y como se ha citado anteriormente, la difusión de la tecnología (los efectos desbordamiento o *spillovers)* en sectores no productores, pero sí usuarios de TIC, es un factor más para explicar las diferencias entre la economía de Estados Unidos y la europea.

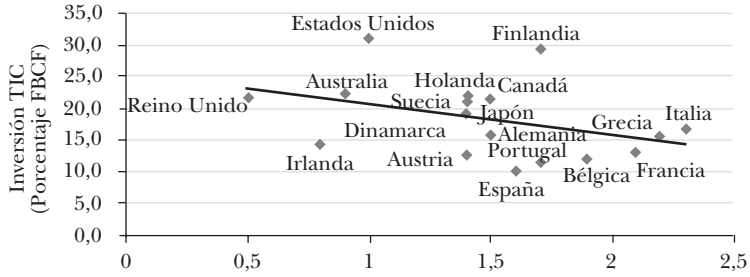
También Pilat, Lee y Ark (2003) citan la regulación de los mercados de bienes y de trabajo como un factor que afecta a la inversión en TIC, y por tanto al crecimiento de la productividad. Todo ello se observa en los gráficos 1.3 y 1.4, donde se representan respectivamente las relaciones entre el porcentaje que representa la inversión en TIC sobre la inversión total con el índice de legislación sobre protección laboral y la regulación del mercado de bienes.

GRÁFICO 1.3: Relación entre inversión en TIC y protección laboral



Fuente: Red.es (2004).

GRÁFICO 1.4: Relación entre inversión en TIC y la regulación del mercado de bienes



Fuente: Red.es (2004).

1.2.4.2. Capital-riesgo

Además, otro motivo de que la dispersión en los valores de la productividad entre las empresas estadounidenses sea muy supe-

rior a la existente en las europeas radica en el mayor desarrollo de los mercados de capital-riesgo en Estados Unidos.

1.3. El caso español

1.3.1. Contribución al crecimiento de la productividad

Hernando y Núñez (2002) comprueban empíricamente para la economía española durante la década de 1990 un patrón similar al resto de economías desarrolladas en relación con la contribución de las TIC al crecimiento de la productividad y del PIB. Así, como se observa en el cuadro 1.4, la contribución del capital de las TIC (expresado en porcentaje respecto a la inversión total), creció desde el período 1992-1995 (12%) a 1996-2000 (19%), aunque este aumento no fue capaz de compensar el gran descenso de la aportación del capital no-TIC (de un 47 a un 18%).

CUADRO 1.4: Factores de contribución al crecimiento del VAB y la productividad del trabajo (PT) en España

	1992-1995		1996-2000		Total período 1992-2000
Contribución de:					
Empleo	–1,59		2,30		0,57
TIC	0,29		0,45		0,38
Resto K	1,04		0,61		0,80
PTF	1,23		0,99		1,10
VAB	0,97		4,35		2,85
		Porcentaje		Porcentaje	
TIC	0,35	12	0,31	19	0,38
Resto K	1,36	47	0,30	18	0,77
PTF	1,23	42	0,99	59	1,10
PT	2,94		1,60		2,25

Fuente: Hernando y Núñez (2002) y Red.es (2004).

También cabe destacar que, como se muestra en el cuadro 1.5, mientras el crecimiento del *stock* de las TIC llega a alcanzar niveles del 10% en el período 1996-2000, que representa más del doble del crecimiento del período anterior, el crecimiento de la inversión en el resto de capital no llega al 1,5%. A pesar de su crecimiento, el peso del *stock* de las TIC sobre el total no supera el 10%. La consecuencia de todo ello es que la ratio capital-trabajo, fundamental para la contribución del crecimiento de la productividad, aumenta en el TIC, pero debido a su bajo peso no llega a compensar el descenso del resto del capital (no-TIC).

CUADRO 1.5: Evolución de la inversión de capital en España (1992-2000)

	Tipología de capital	1992-1995	1996-2000	Total período 1992-2000
Crecimiento *stock* de capital (porcentaje)	TIC	4,40	10,06	7,54
	Resto de capital	0,26	1,44	0,92
Ratio capital sobre total (porcentaje)	TIC	5,82	8,97	7,57
	Resto de capital	94,18	91,03	92,43
Ratio capital trabajo	TIC	0,19	0,40	0,31
	Resto de capital	22,84	19,95	21,24

Fuente: Hernando y Núñez (2002) y Red.es (2004).

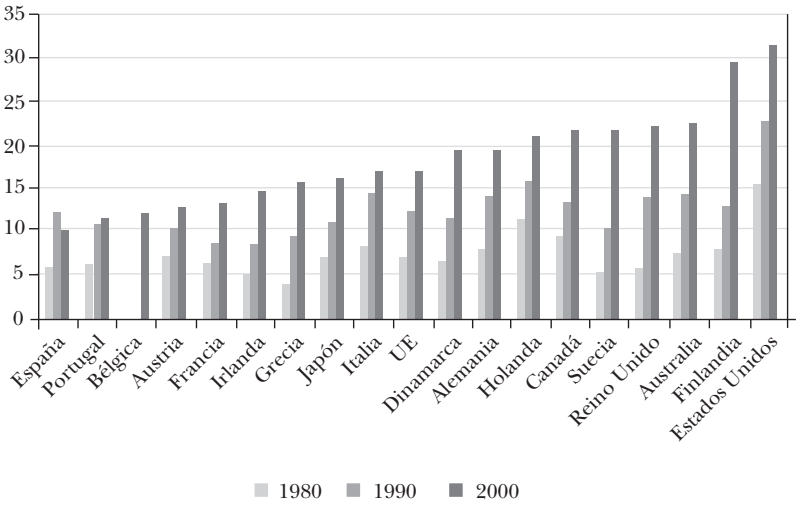
Asimismo, como se observa en el gráfico 1.5, la inversión en capital de las TIC en España se ha producido con menor intensidad que en los Estados Unidos y en los países europeos con mayor crecimiento de la productividad, no siendo suficiente para facilitar una correcta difusión en los sectores no-TIC, con lo que la PTF ligada a estos sectores es menor.

1.3.2. Efectos macroeconómicos

En BBVA (2000) se estiman las magnitudes de los efectos macroeconómicos de la nueva economía en España utilizando un modelo macroeconométrico de nuestra economía. Para ello se introduce el impacto de estas nuevas tecnologías mediante un incremento del 1% de la productividad del trabajo y del 0,7% de la productividad del capital.

GRÁFICO 1.5: Inversión en TIC en algunos países de la OCDE

(porcentaje de la FBCF no residencial)



Fuente: Red.es (2004).

En el cuadro 1.6 se muestran los signos de los principales efectos de la introducción de la nueva economía en el tejido económico español. Cabe destacar que los efectos obtenidos sobre las diferentes variables de oferta analizadas (producto, productividad, etc.) son muy favorables. También se reducen los precios de consumo y mejora el sector exterior.

CUADRO 1.6: Signos de los efectos de la nueva economía en España

Costes y precios	–
Productividad	+
Output potencial	+
Salario real y empleo (dependiendo de pleno empleo/flexibilidad)	+
Apreciación real: déficit por cuenta corriente	+
Tipos reales: aumenta la inversión extranjera	+
Aumenta *output* industrial/servicios a corto plazo	+

Fuente: BBVA (2000).

Asimismo, en el cuadro 1.7 se muestran las magnitudes de los principales efectos macroeconómicos.

CUADRO 1.7: Impacto macroeconómico de la nueva economía en España

(desviaciones porcentuales respecto al escenario base en 2010)

Output	+7,5
Coste laboral real	+2,7
Empleo privado	+0,3
Productividad del trabajo	+7,8
Productividad del capital	+5,9
Consumo privado	+5,9
Inversión productiva privada	+3,2
Precios de consumo	–12,7
Deflactor del PIB	–13,0
Renta disponible real de las familias	+6,6
Tasa de ahorro nacional	+0,5

Fuente: BBVA (2000).

Entre los resultados obtenidos cabe destacar los siguientes:

a) El *output* de la economía española crecería 7 décimas adicionales en promedio anual sobre el escenario de referencia, siendo un 7,5% superior en el año final de la simulación (2010).

b) Este proceso responde en esencia a los mayores rendimientos de los factores, no sólo en el sector de las nuevas tecnologías de comunicación e información, sino en su difusión por toda la estructura económica. Así, la productividad del trabajo podría crecer en promedio anual un 0,7% adicional, mientras que la productividad del capital lo haría un 0,6% más, hasta acumular porcentajes del 7,8 y 5,9%, respectivamente. Además, dicho crecimiento se caracteriza por una mayor sostenibilidad gracias a una menor inflación (un 1,2% inferior en promedio anual a la tasa de referencia) y a las fuertes ganancias anuales adicionales en productividad factorial (0,7% del trabajo y 0,6% del capital).

c) Los valores citados para el impacto de la nueva economía para España son sensiblemente superiores a los obtenidos para otras economías.[7] Puede ser debido a la mayor rigidez de los mercados de bienes y servicios españoles que los estadounidenses, que permite prever unos beneficios potenciales mayores producidos por la difusión de las TIC.

1.3.3. Efectos sobre los precios

La nueva economía viene acompañada por cambios relevantes en los procesos de producción y distribución que generan efectos significativos sobre los diferentes sectores económicos. En particular, cabe destacar los importantes efectos asociados a la introducción de la nueva economía que se producen sobre los precios de los diferentes bienes y servicios.

En BBVA (2000) el impacto sobre los precios finales se obtiene a partir de una tabla *input-output,* donde se supone una doble reducción inicial de los costes debida, respectivamente, al avance tecnológico y a la reducción de los costes comerciales por la introducción de un nivel mayor de competencia.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 1.8. La reducción de los costes y márgenes comerciales es del 9,4%, que, distribuida por ramas de actividad según su interrelación con

CUADRO 1.8: Impacto potencial de la nueva economía sobre los precios agregados

		Porcentaje de variación
Impacto directo	Sobre costes	–6,6
	Sobre precios de producción	–9,7
Impacto total	Sobre costes	–9,4
	Sobre precios de producción	–13,2
	Sobre precios de consumo	–12,7

Fuente: BBVA (2000).

[7] Como se puede comprobar a partir de los resultados obtenidos sobre el impacto de la nueva economía por NOIE (2000) para Australia, y por Davies, Brookes y Williams (2000) para cinco países de la OCDE.

las nuevas tecnologías, puede reducir los precios de producción de la economía española un 13,2% y los precios de consumo un 12,7%.

1.3.4. Efectos sectoriales

Al desagregar por sectores de actividad económica los impactos obtenidos sobre los precios, se observa en el cuadro 1.9 que las mayores reducciones se producen en los sectores de comunicaciones, ordenadores y otros relacionados (comercio, transporte, seguros y créditos). Por el contrario, los menores descensos se generan en agricultura, energía y construcción.

En definitiva, cabe concluir que los sectores propios de la nueva economía (máquinas de oficina y tratamiento de la información y comunicaciones), así como aquellos con un mayor grado de interrelación tecnológica[8] con dichos sectores, tales como material eléctrico, impresión, comercio, transporte y créditos y seguros, son los sectores de los que se esperan las mayores ganancias potenciales en términos de reducción de precios. Por el contrario, las actividades propias de los sectores primario y secundario, especialmente la agricultura, la energía y la construcción, registrarán previsiblemente menores impactos sobre los costes, los precios de producción y los precios de consumo a causa del desarrollo de las TIC.

Finalmente, aquellos sectores con mayor dependencia de consumos de productos importados, caso de minerales, metales y material de transporte, son los que presentan un menor impacto final sobre los precios de consumo, debido a los supuestos asumidos de formación de precios que sólo recogen los descensos en los costes de producción y de márgenes de la economía española e ignoran las variaciones de precios internacionales.

La desagregación de los resultados permite identificar de una forma más concreta los subsectores *estrella,* caracterizados por tener un efecto sobre los precios de producción superior al medio (–13,2%). En el cuadro 1.10 se muestran los siete sectores

---

[8] Medida a través de los coeficientes técnicos de la tabla *input-output.*

CUADRO 1.9: Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la nueva economía en España, sobre 17 ramas de actividad

(porcentaje de variación de precios)

Ramas de actividad	Impacto directo en costes	Precios de producción	Impacto directo total	Precios de producción	Precios de consumo
Agricultura	0,0	–3,8	–2,0	–7,2	–5,5
Energía	–0,4	–1,7	–4,1	–5,4	–4,5
Minerales y metales	–7,5	–12,1	–9,5	–15,7	0,0
Minerales no metálicos	–8,4	–12,7	–10,4	–16,0	–3,9
Química	–7,5	–11,0	–11,5	–15,7	–12,3
Productos metálicos	–9,6	–14,0	–12,8	–18,1	–9,0
Material de transporte	**–7,5**	**–12,7**	**–11,8**	**–18,0**	**–4,2**
Alimentación	–6,0	–10,0	–8,0	–13,7	–11,4
Textil	–8,2	–12,3	–10,2	–15,3	–11,0
Papel	–13,0	–16,9	–15,0	–20,1	–18,2
Diversas	–9,0	–12,9	–11,0	–15,9	–11,1
Construcción	0,0	–4,4	–2,0	–7,4	–7,4
Comercio	–10,3	–13,3	–13,1	–16,6	–16,7
Transporte y comunicaciones	**–5,2**	**–7,7**	**–9,5**	**–12,4**	**–12,2**
Crédito y seguro	–10,0	–13,1	–15,0	–18,2	–18,0
Servicios destinados a la venta	–7,3	–8,9	–10,2	–11,9	–9,9
Servicios no destinados a la venta	–5,0	–7,4	–7,0	–9,9	–8,5
Total	**–6,6**	**–9,7**	**–9,4**	**–13,2**	**–12,7**

Fuente: BBVA (2000).

con mayor impacto según este criterio.[9] Las ramas de «maquinaria de oficina y tratamiento de la información», «material eléctrico», «artículos de papel e impresión», «comercio», «transporte»

[9] Cabe señalar que no hay una relación directa entre el impacto sobre los precios de producción y los precios de consumo, debido a que en estos últimos, influyen los precios de importación y se ha supuesto que los precios internacionales se mantienen constantes a lo largo de este ejercicio.

(aéreo y ferroviario) y «comunicaciones» podrían reducir sus precios de producción entre un 18 y un 26%, y los de consumo entre un 7 y un 25%.

En el cuadro 1.9 se recogen los resultados obtenidos en el ejercicio completo a un nivel más agregado de 17 ramas de actividad. Las ramas «productos metálicos», «papel, artículos de papel e impresión», «comercio» y «crédito y seguros» muestran un mayor impacto directo, lo que permite cifrar la disminución de sus precios de producción entre un 17 y un 20%, y de sus precios de consumo entre un 9 y un 18%.

CUADRO 1.10: Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la nueva economía en España, sobre 56 ramas de actividad

(porcentaje de variación de precios)

Ramas de actividad	Impacto directo en costes	Precios de producción	Impacto directo total	Precios de producción	Precios de consumo
Máquinas de oficina y de tratamiento de la información	–15,0	–20,4	–20,0	–26,1	–12,0
Material eléctrico	–10,0	–13,7	–15,0	–18,9	–7.1
Artículos de papel, impresión	–15,0	–19,0	–17,0	–22,1	–18,2
Comercio	–15,0	–16,6	–17,0	–18,9	–18,9
Transporte por ferrocarril	**–10,0**	**–19,0**	**–14,0**	**–26,0**	**–25,4**
Transporte aéreo	**–15,0**	**–18,0**	**–20,0**	**–23,4**	**–19,1**
Comunicaciones	–15,0	–15,8	–20,0	–20,1	–20,1

Fuente: BBVA (2000).

1.4. Sociedad de la información en España: ciudadanos

1.4.1. Internet

1.4.1.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.6, la penetración de usuarios de Internet en la Unión Europea se sitúa en un 44,7%, es decir,

204 millones de usuarios frente a una población de 457 millones de habitantes.

polarización y los beneficios se limitarían a los países más avanzados. Estas diferencias no sólo pondrían en situación de desventaja a los países que menos utilizan Internet, sino que toda Europa perdería la posibilidad de una economía integrada en redes y con un sector importante de la población conectada a ellas.

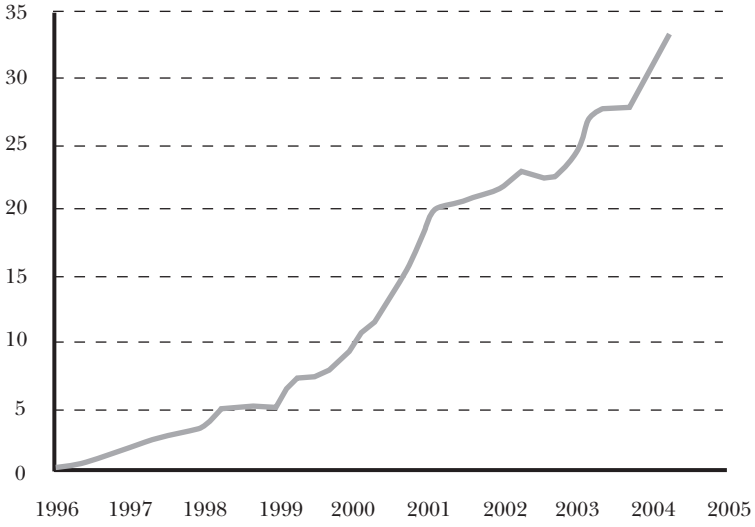
1.4.1.2. España

Estas pautas de desarrollo acelerado de las nuevas tecnologías en las economías más prósperas, ya comentadas anteriormente, se observan también en España, aunque aún nos mantengamos lejos de los niveles no sólo del líder mundial —Estados Unidos—, sino de nuestros socios de la Unión Europea.

En este sentido, como se muestra en el gráfico 1.7, el número de usuarios de Internet en España en mayo de 2004 ascendía a 12 millones, lo que supone una penetración de Internet entre la población española del 33,1%, cerca de 11 puntos porcentuales inferior a la media europea (UE-25) y bastante alejada de los países de mayor desarrollo (Reino Unido, Alemania, Francia, etc.).

GRÁFICO 1.7: Penetración de Internet en España

(porcentaje de usuarios de Internet)



Fuente: Telefónica (2004).

La correspondiente tasa de crecimiento de mayo de 2003 a mayo de 2004 es de algo más del 20,8%, prácticamente idéntica al 20,7% del año anterior (desde mayo de 2002 a mayo de 2003). A pesar de su elevada magnitud, este ritmo de crecimiento resulta claramente insuficiente frente al desafío existente para mejorar su competitividad e igualarse a los índices medios de la Unión Europea, de acuerdo con el potencial de la economía española.

Cabe destacar que durante el año 2004 los ciudadanos que utilizan banda ancha para conectarse a Internet comienzan a ser mayoría en España. Se trata de un hecho particularmente relevante ya que la banda ancha es necesaria si se quieren alcanzar plenamente todos los beneficios que la sociedad de la información puede ofrecer. Una buena parte del mérito la tiene la excelente aceptación que ha tenido la tecnología ADSL, que en la actualidad es la utilizada en el 75% de todos los accesos de banda ancha del territorio español.

Entre los motivos más relevantes de esta baja penetración de Internet en la sociedad española, que impide la deseada convergencia con Europa, es la falta de percepción de los beneficios por parte de los usuarios o simplemente el desconocimiento de las nuevas tecnologías. Por otro lado, la disposición de terminal de acceso, en este caso ordenador personal, también es un dato especialmente influyente en el acceso a la red.

Otro hecho destacable es que la red continúa siendo utilizada en España en mayor medida por hombres que por mujeres. Aunque se percibe una clara tendencia hacia el equilibrio, el ritmo seguido es bastante lento. Así los varones prácticamente duplican a las mujeres en el número de sesiones establecidas por persona, posiblemente porque llevan más tiempo siendo usuarios y cada vez realizan un uso más intensivo de la red.

Finalmente, al analizar en los diferentes países las variables frecuencia de acceso y número de dominios visitados, se observa que aunque el número de internautas sea bajo en España, quienes acceden a la red siguen patrones de comportamiento muy semejantes a los de otros países donde los usuarios son más veteranos.

1.4.2. Servicios utilizados

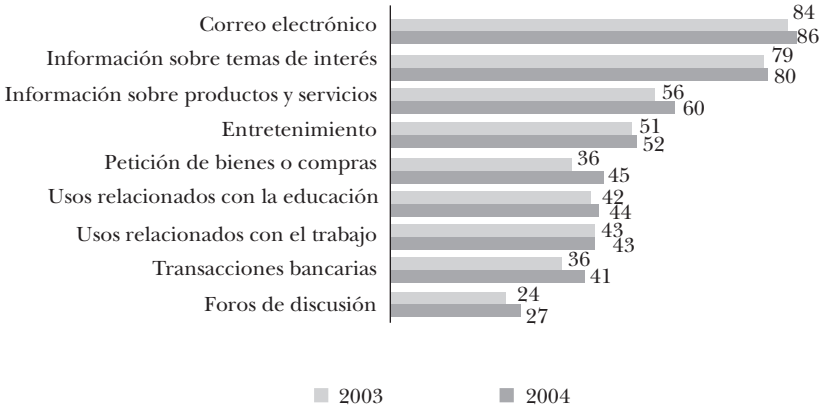
1.4.2.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.8, el correo electrónico es el servicio más utilizado por los internautas europeos. Su grado de utilización es muy alto, ya que el 86% de los internautas utiliza el correo electrónico como medio de comunicación (Telefónica 2004; Ipsos 2004).

A continuación, los servicios más utilizados son la búsqueda y descarga de información. Otros servicios, como pueden ser las compras por Internet, todavía están lejos de ser utilizados masivamente, aunque son los que han experimentado un crecimiento mayor en los últimos años.

GRÁFICO 1.8: Servicios utilizados por los internautas (UE-15)

(porcentaje de hogares)



Fuente: TeIefónica (2004).

1.4.2.2. España

Al estudiar las peculiaridades de la utilización de Internet por los ciudadanos españoles, que se muestran en el gráfico 1.9, se observan los siguientes rasgos diferenciales:

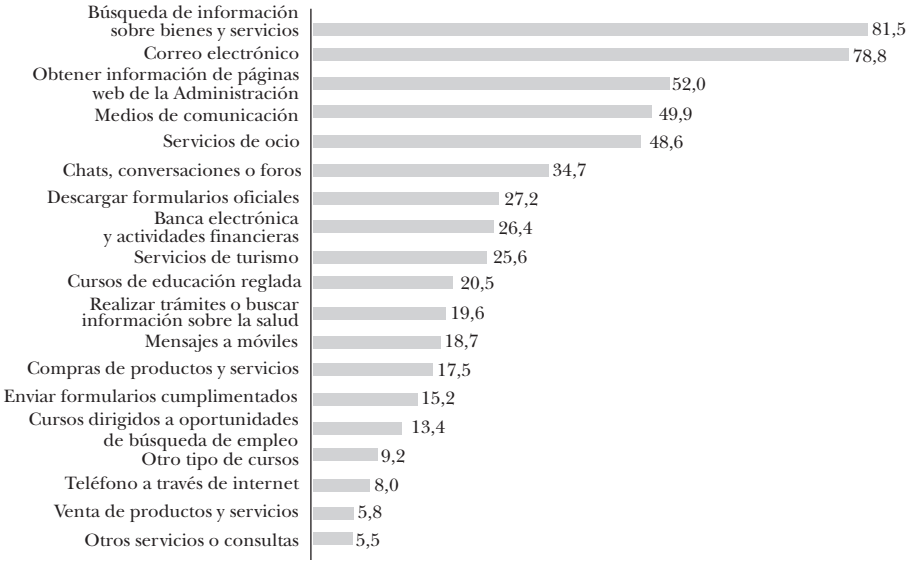
a) Los usuarios españoles utilizan Internet fundamentalmente para buscar información.

b) El correo electrónico tiene también un alto grado de utilización entre los internautas.

c) Si bien en los dos servicios citados las pautas de utilización del usuario español de Internet son similares a las del ciudadano medio europeo, la compra por Internet representa un porcentaje claramente inferior a la media europea, con sólo un 17,5% de internautas.

GRÁFICO 1.9: Utilización de los servicios de Internet en España

(porcentaje de internautas)



Fuente: INE (2004) y Telefónica (2004).

Asimismo, se puede deducir que en los países en los que existe una mayor penetración de Internet se observan determinados efectos característicos:

a) Existe una mayor penetración entre mayores de 55 años. Este hecho es debido a que una mayor penetración de la red en la sociedad produce una mayor difusión de las nuevas tecnologías entre todos los estratos de la población.

b) Existe una frecuencia superior de utilización. Destaca el caso de España en el que todavía se manifiesta un pequeño desfase, alcanzándose porcentajes superiores a la media europea en el colectivo de personas que acceden a la red sólo una vez al mes.

c) Existe un mayor equilibrio entre la penetración en el área metropolitana y rural. En el caso de España, más retrasada que la media, se observa una diferencia muy significativa de 10 puntos entre las dos áreas.

d) Se visitan más dominios, por lo que la navegación parece ser más completa.

1.4.2.3. Correo electrónico

1.4.2.3.1. Europa

El comercio electrónico puede servir para intensificar el proceso de construcción del mercado interior de la Unión Europea, pues a través de Internet se facilita el acceso, desde nuestros hogares y oficinas, a todos los mercados de los países miembros. Por tanto, puede permitir superar el obstáculo que para el desarrollo del comercio interior supone la separación geográfica de empresas y consumidores.

El porcentaje medio de los hogares con acceso a Internet que utilizan el correo electrónico se aproxima al 86% en el año 2004. Como se observa en el gráfico 1.10, este porcentaje llega a situarse en el intervalo 90-95% en los países con mayor número de internautas que utilizan el correo electrónico (Holanda, Dinamarca, Suecia, Reino Unido y Finlandia). Por el contrario, Italia (71%), Portugal (68%) y Grecia (67%) son los países con menor número de usuarios de este servicio.

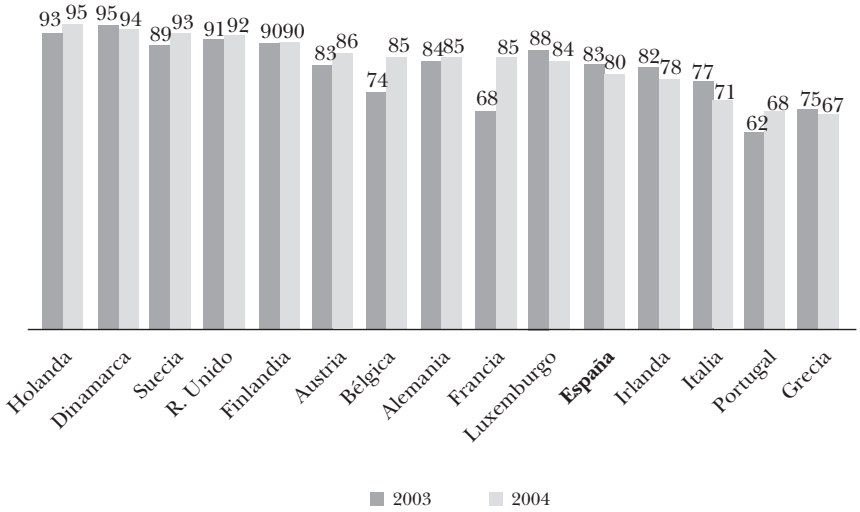
1.4.2.3.2. España

El porcentaje medio de los hogares españoles con acceso a Internet que utilizan el correo electrónico está cercano al 80% en el año 2004.

Cabe destacar que el correo electrónico ocupa el segundo lugar en el ranquin de utilización de servicios por parte de los usuarios españoles de Internet. En enero de 2004, el 96% de

GRÁFICO 1.10: Utilización del correo electrónico en la UE-15

(porcentaje de hogares)



Fuente: Ipsos (2004) y Telefónica (2004).

los usuarios entrevistados disponía de correo electrónico a nivel particular.[11] También cabe destacar que lo normal es tener más de una cuenta de correo, pues sólo el 18% cuenta con una sola dirección.

Además, la utilización de este servicio es ciertamente muy intensiva, ya que cerca de un 50% de los usuarios manifiesta enviar entre 5 y 20 correos semanales y un 28% envía más de 20. La regla general para la mayoría de los usuarios es recibir más correos que se envían. Este hecho es consecuencia de la facilidad que ofrece este servicio de poder enviar el mismo correo electrónico a varias personas.

1.4.2.4. Banca electrónica

En España los servicios de banca electrónica, aunque están experimentando un cierto crecimiento en los últimos años, no terminan de alcanzar los niveles existentes en otros países de la

[11] De acuerdo con los resultados de los informes de AIMC.

Unión Europea.[12] En este sentido, un 55% de los usuarios de Internet en España manifiesta utilizar este servicio, y un 30% de los internautas declara haber operado con entidades bancarias tanto para consultas como para la realización de transacciones.

1.4.2.5. Foros de discusión

Los foros de discusión y debate cuentan con gran aceptación entre los usuarios españoles de Internet y, de hecho, es el país europeo donde más se utilizan. Cabe destacar que se trata de un fenómeno específico de la idiosincrasia española ya que, al contrario de lo que sucede en otras ocasiones, su uso no es tan importante en los países del sur de Europa, caso de Portugal o Italia, por ejemplo.

1.4.2.6. Peer to peer (P2P)

El término *peer to peer* (P2P) corresponde a la comunicación entre iguales para el intercambio de archivos en la red, en la que uno de los usuarios pone los contenidos a disposición del resto de usuarios, por lo que asume el papel de servidor. En la actualidad es la actividad que más tráfico genera en Internet, superando incluso al correo electrónico.

1.4.3. Equipamiento

1.4.3.1. Europa

En relación con el equipamiento de los hogares europeos, cabe resaltar la práctica omnipresencia del teléfono en todos ellos. Muy por detrás de él se encuentra el ordenador personal, que sólo está presente en la mitad de los mismos. Si consideramos que este terminal es el preferido por la casi totalidad de internautas, se puede comprender el obstáculo que ello supone para que todos los ciudadanos consigan acceder a Internet en el hogar.

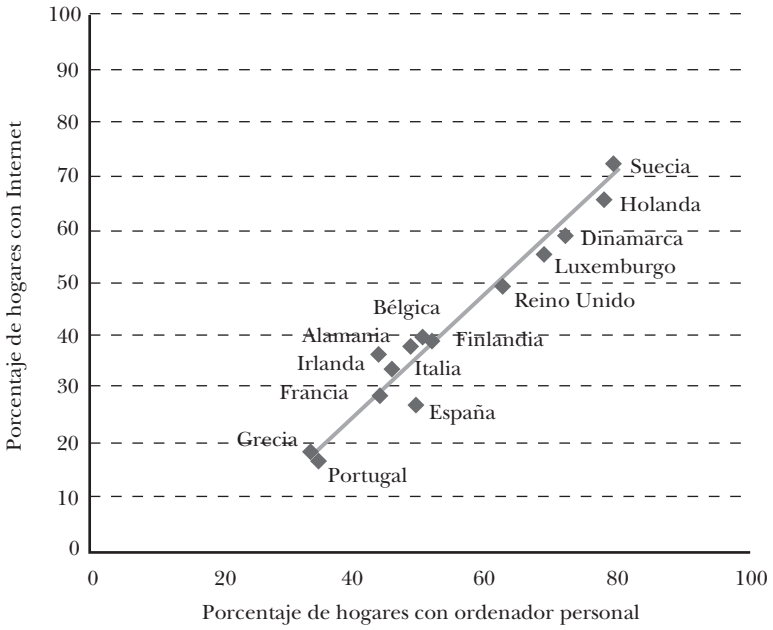
Al ser el ordenador personal el terminal más extendido y utilizado para acceder a Internet, su grado de penetración en la sociedad constituye un indicador básico del avance hacia la nueva sociedad de la información. En este sentido, el grado de

---

[12] Según los datos de AIMC.

penetración del ordenador personal en los hogares de la Unión Europea es muy desigual. Finalmente, cabe destacar la elevada correlación entre la disponibilidad de ordenador personal en el hogar y el acceso a Internet desde el mismo, como se observa en el gráfico 1.11.

GRÁFICO 1.11: Relación entre número de ordenadores personales e Internet en el hogar



Fuente: Ipsos (2004) y Telefónica (2004).

1.4.3.2. España

En el caso español, de acuerdo con el estudio realizado por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) en enero de 2004, un 49% de los encuestados, dentro de la población de 18 o más años, declara disponer de ordenador personal en el hogar. En el gráfico 1.11 se observa que este porcentaje es muy inferior al existente en numerosos países europeos, como en los casos de Suecia, Holanda y Dinamarca, donde más del 70% de los hogares dispone de ordenador personal.

1.4.4. Resumen

Aparte de las características expuestas, cabe citar a modo de resumen los siguientes rasgos en relación con los usuarios de la sociedad de la información en España:

a) Los ordenadores personales son el principal medio de acceso a Internet, pero el acceso móvil va en aumento.
b) El acceso desde el hogar adelanta al del lugar de trabajo desde 1998, pero quienes lo utilizan en su lugar de trabajo tienen más probabilidades de tener luego una conexión en casa.
c) Se observa que la utilización de Internet reduce el recurso a otros medios de comunicación.
d) La asimilación de las TIC depende de los ingresos, del nivel educativo, de la existencia o no de niños en la familia, de la edad, sexo, etc.
e) La falta de necesidad y el coste siguen siendo las principales razones para no estar conectado.
f) En la utilización influyen muy significativamente la banda ancha y los nuevos dispositivos de acceso, así como el nivel educativo. El tiempo que se pasa conectado incide sobre el tiempo dedicado a otros medios de comunicación.
g) El acceso a las TIC de los particulares y las economías domésticas es cada vez más generalizado, pero la *brecha de acceso* se está convirtiendo en una *brecha de utilización,* ya que Internet amplifica las diferencias sociales según los nuevos usos que están surgiendo.
h) Se proporcionan cada vez más productos e información digitales a través de las redes de información.
i) La prestación digital de servicios comerciales está creciendo rápidamente, poniendo de manifiesto el enorme potencial de las prestaciones digitales.
j) Las visitas más frecuentes tratan sobre informática e Internet, pornografía, noticias y medios de comunicación, ocio y compras. La salud, la medicina y la Administración centralizan las consultas no recreativas más frecuentes.

1.5. Comercio electrónico B2C

Internet constituye para los consumidores españoles un medio de acceder a los productos y servicios de una forma más rápida, disponiendo de un abanico más amplio de éstos, con un menor coste de transacción y con unos mejores precios.

La existencia de menores precios se debe fundamentalmente a dos razones:

a) la reducción de los costes de las empresas. Al poder poner a disposición de los consumidores sus productos sin necesidad de la presencia física de éstos, están consiguiendo reducir los costes relacionados con este tipo de actividad, con la correspondiente eliminación en muchos casos de los intermediarios, y

b) la reducción para el consumidor de los costes de transacción; es decir, los costes de acceso a la información sobre la gama de productos ofertados en los diferentes mercados trae consigo un incremento de la competencia entre las empresas que debe traducirse en unos niveles menores de precios.

1.5.1. Volumen

1.5.1.1. Europa

De acuerdo con los datos de la Comisión Europea (marzo de 2004), el comercio electrónico es utilizado como un canal adicional de compra por un 16% de los usuarios de Internet europeos mayores de 15 años.

En el gráfico 1.12 se observa una gran diferencia a la hora de usar este servicio entre los usuarios del norte y el sur de Europa: mientras que en los países nórdicos, caso de Suecia (37%) o Dinamarca (36%), los internautas utilizan asiduamente la Red para las transacciones comerciales, en los países mediterráneos no se llega a alcanzar el 10%.

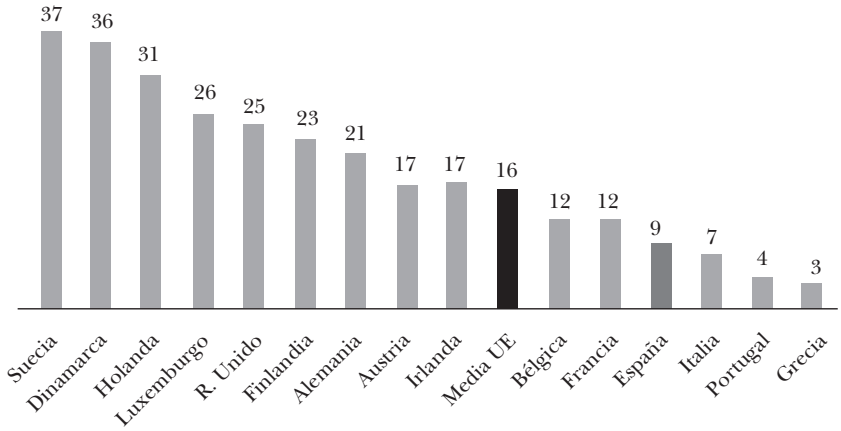
1.5.1.2. España

El volumen de comercio electrónico en España está creciendo continuamente (AECE 2004). En concreto, como se observa en

el gráfico 1.13, en el año 2003 el crecimiento fue del 12% y se alcanzaron los 1.530 millones de euros. El 23,2% de los usuarios de Internet españoles (cerca de de 3,5 millones de personas) han comprado algún producto o servicio por Internet en el año 2003, lo que supone un incremento del 2,6% con respecto a 2002.

GRÁFICO 1.12: Usuarios que compran por Internet

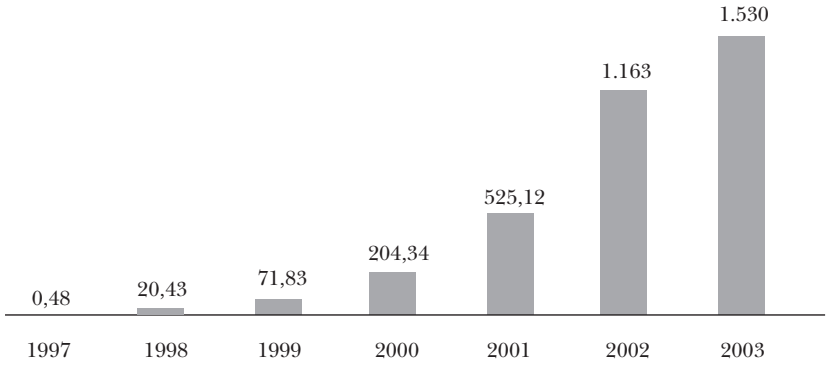
(porcentaje de usuarios de Internet)



Fuente: Telefónica (2004).

GRÁFICO 1.13: Cifras del comercio electrónico B2C en España

(millones de euros)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.5.2. Rasgos característicos

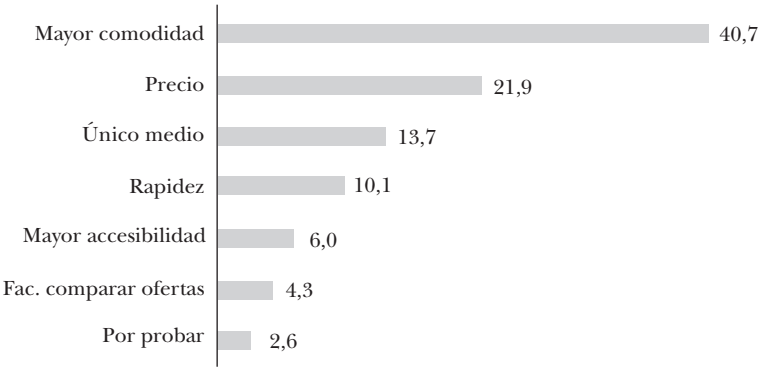
1.5.2.1. Motivos

Para cerca del 50% de los usuarios de Internet compradores, la comodidad y el precio son las razones principales para realizar sus compras por Internet. La comodidad es la principal razón para el 48% de los internautas compradores, especialmente para los usuarios suecos, finlandeses y alemanes, con tasas situadas alrededor del 60%. El precio es otra razón importante para un 47% de los usuarios, principalmente para portugueses, británicos e irlandeses.

En relación con los motivos de compra, los usuarios españoles de comercio electrónico no se diferencian de los de la UE-15. Así, como se observa en el gráfico 1.14, el factor determinante para la utilización del comercio electrónico es la comodidad. Sin embargo, aspectos relacionados con los costes, rapidez, ofertas exclusivas, etc., son menos valorados por los internautas compradores españoles.

GRÁFICO 1.14: Razones para comprar por Internet

(porcentaje de personas que compran)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.5.2.2. Perfil del usuario

El nivel de estudios y los ingresos constituyen los aspectos más relevantes en relación con el perfil de los internautas que compran por la Red.

El 28% de las personas con estudios superiores compra por la Red, mientras que sólo el 5% de los usuarios que han cursado estudios primarios utiliza Internet para realizar sus compras.

Lo mismo sucede en relación con el nivel retributivo, ya que las personas con menor poder adquisitivo utilizan Internet para realizar sus compras en menor grado (11%) que aquellas que disponen de un nivel superior de ingresos (29%).

Los varones utilizan más frecuentemente la Red como medio de compra (20%) que las mujeres (13%). En relación con la edad del usuario comprador, únicamente un 6% de los usuarios mayores de 55 años utiliza Internet para realizar sus compras, frente a un 25% en el grupo de edad de 25 a 39 años. Los colectivos que utilizan en mayor medida el comercio a través de la Red son aquellos con responsabilidades directivas (32%) y los estudiantes (27%).

Análogamente al resto de Europa, el internauta comprador español tiene un nivel de estudios alto (universitarios o de segundo grado), pero se diferencia por la existencia de un número mayor de usuarios de comercio electrónico dentro del grupo de personas con niveles de ingresos medios. Por el contrario, en el nivel de ingresos más bajo, el porcentaje de usuarios compradores en España apenas alcanza el 3%.

1.5.2.3. Productos comprados

1.5.2.3.1. Europa

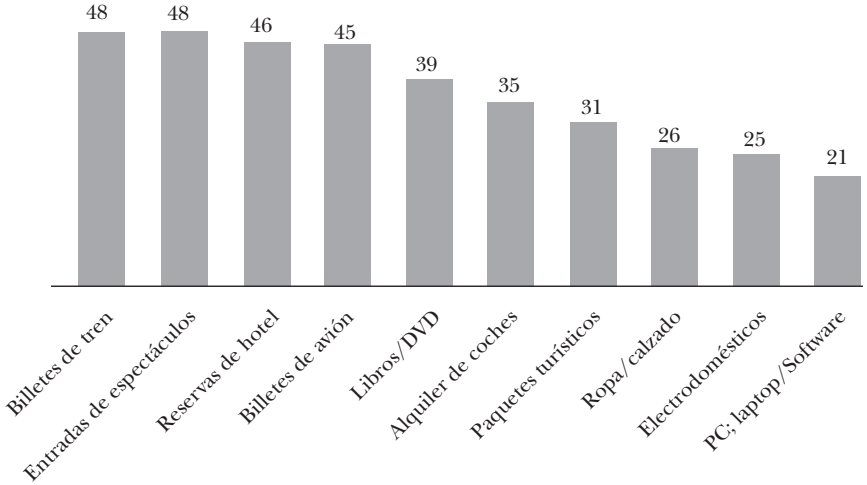
Entre los productos o servicios más demandados por los internautas europeos que utilizan la Red para realizar sus compras, cabe destacar la adquisición de billetes (tren o avión) y de entradas a espectáculos, así como las reservas de hotel (gráfico 1.15).

1.5.2.3.2. España

Como se muestra en el gráfico 1.16, también en España los billetes de tren, avión o autobús ocupan el primer lugar en el ranquin de los productos adquiridos a través de la Red durante 2003, con un gasto medio por individuo comprador y año de 554 euros. Los libros, que eran los líderes en el estudio correspondiente a 2002, quedan relegados a la segunda plaza con un gasto medio de 100 euros por individuo comprador y año.

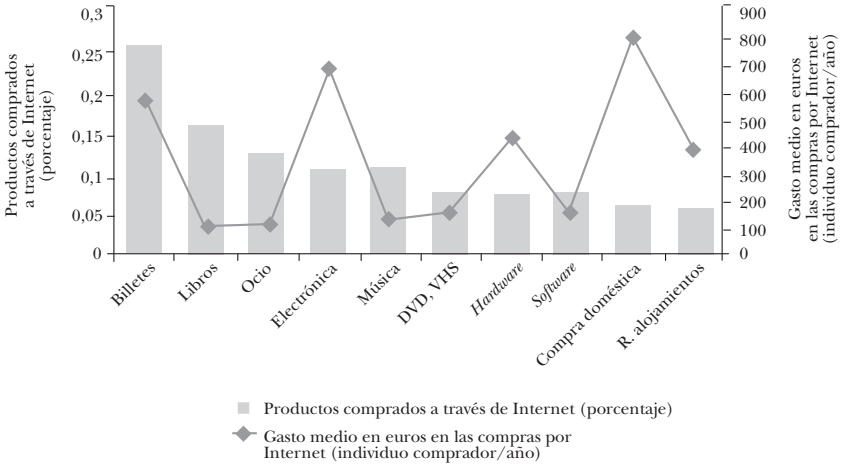
GRÁFICO 1.15: Productos comprados a través de la Red (UE-15)

(porcentaje de usuarios que compran en la Red)



Fuente: Telefónica (2004).

GRÁFICO 1.16: Productos comprados a través de la Red (España)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

Sin embargo, la compra doméstica y la electrónica e imagen, aunque ocupan posiciones rezagadas en cuanto a los productos

adquiridos por los usuarios compradores, son los que más volumen de gasto medio movilizan con 793 y 688 euros, respectivamente.

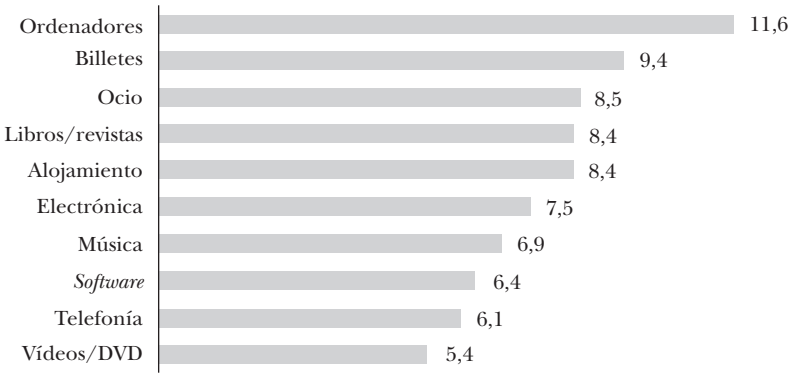
Además un resultado interesante en relación con el comportamiento de los usuarios compradores es que suelen repetir, especialmente en la compra doméstica, en la que un 48% de los usuarios manifiesta realizarla más de diez veces. Asimismo, una gran mayoría de los usuarios compra entre dos y cuatro veces artículos tales como libros, música, DVD o VHS, *hardware* o *software*.

1.5.2.4. Información por Internet

Un aspecto importante a considerar consiste en el grado de influencia de la información ofrecida por Internet sobre el proceso de decisión final de compra de un determinado bien o servicio. El 63% de los usuarios de Internet que ha conseguido información en Internet ha visto influenciada su decisión de compra sobre el producto o servicio que adquiere fuera de la Red.[13] Esta influencia en la toma de decisiones es particularmente relevante en la adquisición de ordenadores y de billetes, así como en las actividades relacionadas con el ocio (véase gráfico 1.17).

GRÁFICO 1.17: Usuarios que han tomado alguna decisión de compra en la web por tipo de producto/servicio

(porcentaje)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

[13] De acuerdo con los datos del Estudio de la Asociación de Medios de Investigación de Mercado.

1.5.2.5. Medios de pago

Entre los medios de pago preferidos por los compradores, la tarjeta de crédito ocupa el primer lugar, siendo utilizada para pagar por un 65% de los compradores. A continuación figura el pago contra reembolso, que va perdiendo cuota de utilización, y la domiciliación y transferencia bancaria, que parecen estabilizarse tras un brusco descenso.

1.5.2.6. Lugar de compra

El lugar preferido por los usuarios que compran a través de la Red es la tienda tradicional con página web (40%), seguido por el acceso directo a la web del fabricante (33%). Las tiendas puramente virtuales gozan de un menor nivel de aceptación y el resto de canales tiene una presencia meramente simbólica. Todo ello resalta la importancia de la marca conocida y la seguridad que proporciona saber que el comercio está respaldado por una empresa consolidada en el mercado.

1.5.2.7. Aspectos que preocupan a los usuarios

1.5.2.7.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.18, entre los aspectos que más preocupan a los usuarios del comercio electrónico cabe destacar los siguientes:

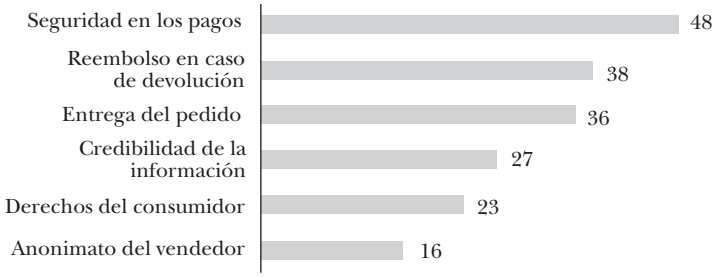
a) seguridad en el pago, en un 48% de los usuarios;
b) la posibilidad de obtener el reembolso en caso de devolución, y
c) finalmente, los aspectos relacionados con el proceso de entrega (productos defectuosos, retrasos, etc.).

Cabe señalar que los países que presentan mayores recelos en cuanto a la seguridad en el pago son España, Italia y Luxemburgo, ya que cerca del 61% de los usuarios manifiesta esta preocupación, mientras que entre los más confiados están Austria y Alemania.

Por estos motivos los consumidores prefieren generalmente páginas web de marcas reconocidas del mundo físico, particularmente en los países mediterráneos.

GRÁFICO 1.18: Aspectos que preocupan a los compradores a través de Internet (UE-15)

(porcentaje de usuarios que compran en la Red)



Fuente: Telefónica (2004).

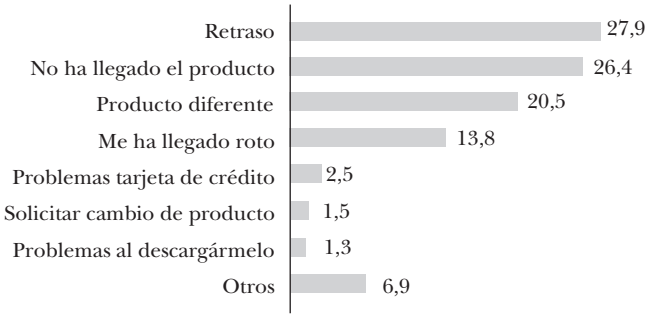
1.5.2.7.2. España

En España, como se observa en el gráfico 1.19, los principales problemas detectados entre los compradores que manifiestan haber tenido algún problema en la compra por Internet son:

a) los retrasos en la entrega del producto;
b) la no recepción del mismo, y
c) la entrega de productos diferentes o defectuosos.

GRÁFICO 1.19: Problemas en las compras a través de Internet

(porcentaje de usuarios compradores que han tenido problemas)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.5.2.8. Satisfacción y valoración

A pesar de todos los inconvenientes citados anteriormente, el 96% de los usuarios que realizan compras por Internet ha visto satisfechas sus expectativas: siempre en un 71% de los casos y casi siempre en un 25%. Únicamente un 2% manifiesta lo contrario.

Asimismo, algo más del 90% de los internautas compradores tiene una valoración buena o muy buena sobre la entrega de pedidos.

1.5.2.9. Razones para no comprar en Internet

1.5.2.9.1. Europa

El principal motivo para los ciudadanos europeos para no haber comprado nunca en Internet es lógicamente no disponer de acceso a la Red. Aparte de ello, las principales razones para no haber comprado nunca en Internet son:

a) la falta de confianza;
b) no tener interés en este tipo de compra, y
c) con menor importancia existen otras razones como la dificultad del procedimiento de compra por Internet frente a los sistemas tradicionales.

Dentro del colectivo que prefiere no comprar por Internet, un 68% de los usuarios es porque les gusta ver y tocar el producto que adquieren, un 55% porque les gusta ir de tiendas y un 44% aduce la falta de relación entre las personas como razón fundamental.

Se estima que los que no confían en Internet como canal de compra representan el 25% del total de los usuarios de Internet y, curiosamente, las razones que esgrimen para justificar esta falta de confianza son muy similares a las de los usuarios que compran a través de Internet.

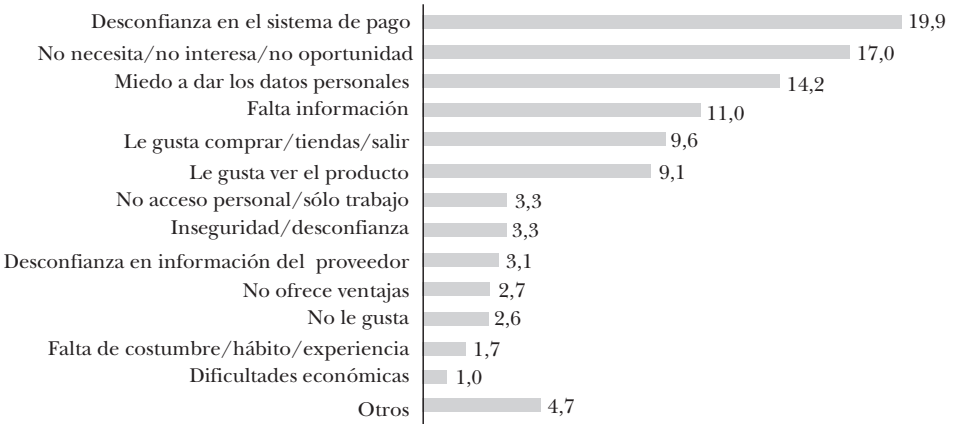
1.5.2.9.2. España

En España, como se observa en el gráfico 1.20, las razones que argumentan los internautas para no realizar compras por Internet son principalmente la desconfianza en los medios de pago, la falta de oportunidad o la falta de interés, el miedo a facilitar los datos personales y, en general, la sensación de falta de seguridad

en la transacción. Cabe destacar que el problema de la seguridad en los pagos tiene un carácter especialmente relevante.

GRÁFICO 1.20: Motivos para no comprar por Internet en España

(porcentaje de internautas no compradores)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.6. La sociedad de la información en España: las empresas

1.6.1. Internet

1.6.1.1. Comparación internacional

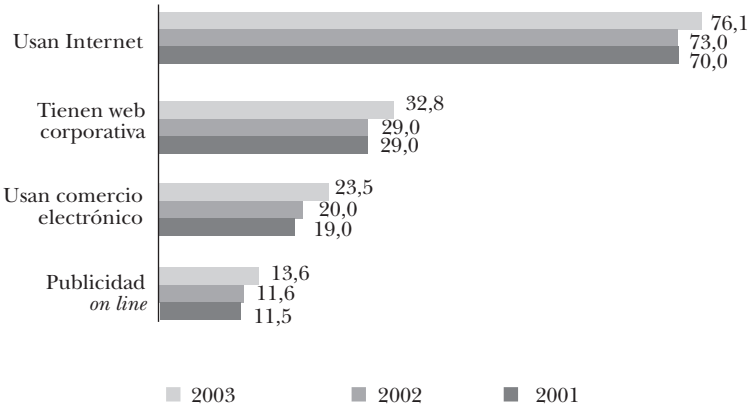
Por término medio, el 94% de las empresas analizadas a nivel internacional disponía de acceso a Internet en 2003. Los países más avanzados continúan siendo, un año más, los que cuentan con mayor grado de desarrollo económico y tecnológico, es decir, Irlanda, Corea del Sur, Estados Unidos, Suecia y Alemania. El crecimiento a nivel internacional durante el año 2003 fue de tres puntos, exactamente la misma cifra que el conjunto de empresas españolas, con lo cual la brecha existente en 2002 de 18 puntos ha permanecido invariable. De hecho, la diferencia con el país situado inmediatamente por delante de España, Francia, sólo ha disminuido en un punto durante todo el año 2003.

1.6.1.2. España

Como se muestra en el gráfico 1.21, aproximadamente tres de cada cuatro empresas españolas (76,2%) disponían en 2003 de acceso a Internet, lo que supone que más de 60.000 empresas se han incorporado a la Red durante 2003 (AETIC 2004).

GRÁFICO 1.21: Internet en las empresas españolas

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

1.6.1.3. Tamaño de la empresa

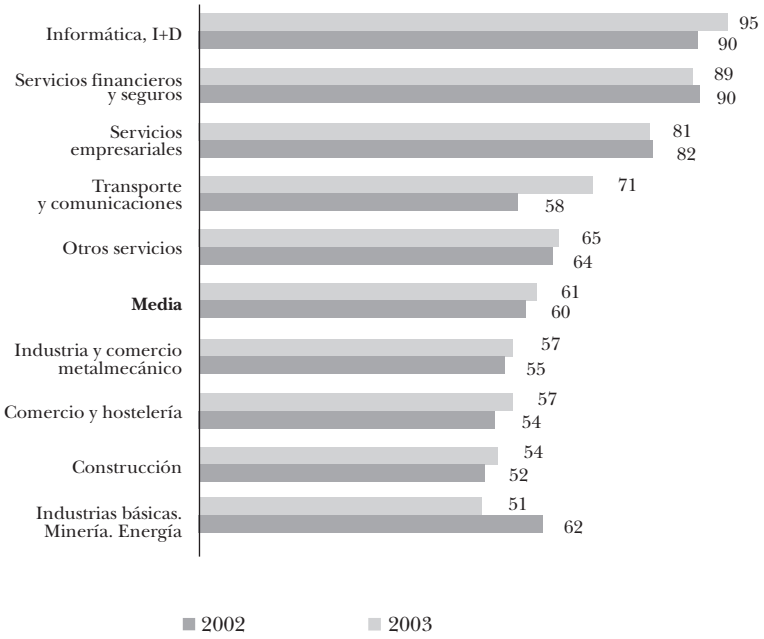
El tamaño de la empresa sigue teniendo una gran influencia en el grado de adopción de Internet. Mientras la mediana empresa alcanza las cifras de los países más avanzados y la gran empresa está totalmente conectada, es la pyme la que continúa anclando a España en los últimos puestos de la Unión Europea. Este dato es especialmente relevante, sobre todo porque en España la pequeña empresa, y en particular la microempresa (menos de 10 asalariados), constituye cerca del 94% del tejido empresarial.

1.6.1.4. Sectores económicos

Por sectores de actividad, como se observa en el gráfico 1.22, cabe destacar a las empresas de servicios financieros y seguros, así como las dedicadas a informática e I + D, que ya en el año 2002 disponían en su totalidad de acceso a Internet.

GRÁFICO 1.22: Empresas con conexión a Internet por sectores de actividad en España

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

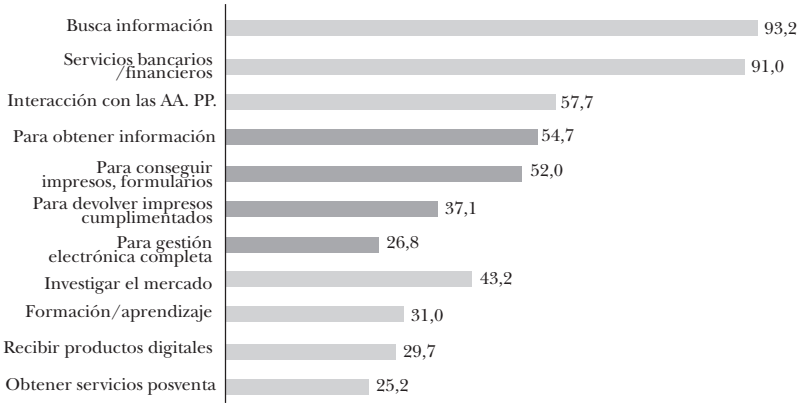
1.6.2. Servicios utilizados

Como se muestra en el gráfico 1.23, la búsqueda de información continúa siendo el servicio más utilizado, aunque lentamente los servicios más avanzados que requieren preferentemente tramitación electrónica o interactividad se van abriendo paso entre las compañías españolas.

Algunos ejemplos de estos últimos son los servicios bancarios/financieros, utilizados por casi la totalidad del tejido empresarial, o la interacción con las Administraciones Públicas (más de la mitad de las empresas) para realizar tareas tan diversas como obtener información, conseguir impresos y formularios, devolver impresos cumplimentados o realizar trámites finalistas entre Administración y empresa.

GRÁFICO 1.23: Utilización de servicios de Internet en España

(porcentaje de empresas con 10 o más empleados)



Fuente: INE (2004) y Telefónica (2004).

1.6.3. Acceso de empleados

En cuanto al número de empleados que tienen acceso a la Red desde su puesto de trabajo, España continúa por encima de la media europea. Se trata de uno de los pocos aspectos en el que España supera a los países de su entorno, aunque en 2003 se ha producido un descenso en el porcentaje de trabajadores con respecto a 2002.

1.6.4. Comercio electrónico

Internet, además de transformar en gran medida el *modus operandi* de las empresas existentes, ha servido para crear un nuevo servicio: el comercio electrónico, es decir, la compraventa de servicios y bienes a través de Internet que se desarrolla entre consumidores y empresas, entre empresas, y entre empresas y Administraciones Públicas.

El comercio electrónico desempeña un papel fundamental dentro de los factores que contribuyen a la mejora de la productividad y competitividad de las empresas.

1.6.4.1. Comparación internacional

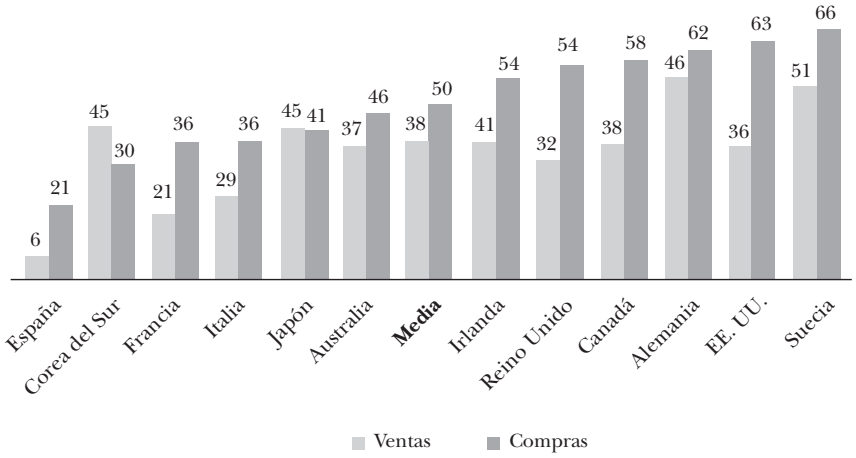
De la observación del gráfico 1.24, un primer dato que merece la pena destacar es que a nivel internacional, salvo las excepcio-

nes de los países del Sudeste asiático (Japón o Corea del Sur), se sigue manifestando una mayor tendencia a la realización de compras por Internet que a las ventas a través de dicho canal.

En este sentido, una de cada dos empresas presentes en Internet realizó compras por Internet en 2003, mientras que un porcentaje menor (el 38%) lo utilizó para la venta de sus productos o servicios.

GRÁFICO 1.24: Comparación internacional de las ventas y compras por medios electrónicos

(porcentaje de ventas y compras)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

Los crecimientos experimentados por estos dos indicadores a nivel internacional en 2003 han sido mayores que en España. Con todo esto, la situación competitiva de las empresas españolas no mejora respecto a la del año 2002.

El retraso en la implantación del comercio electrónico en España es más relevante en las ventas, ya que el porcentaje de empresas que venden por este canal es seis veces menor que la media de los países más desarrollados. En el caso de las compras, el valor alcanzado por España está dos veces y media por debajo también de la media de los países analizados. Nuevamente, son los países con las cifras de penetración más altas de Internet como Suecia,

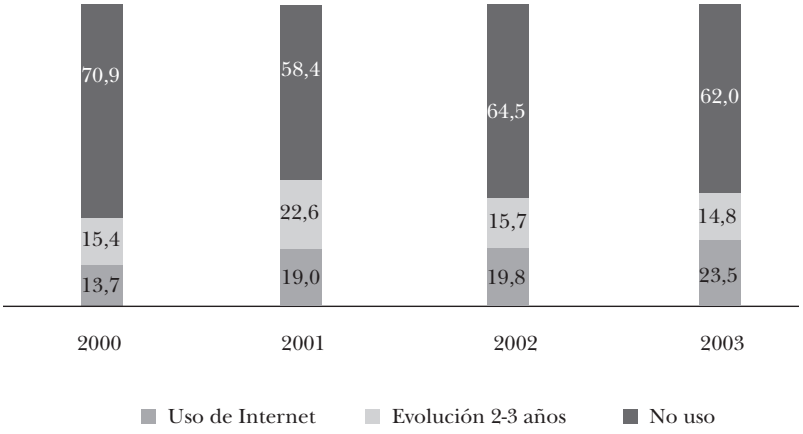
Estados Unidos, Alemania y Canadá los que lideran el comercio electrónico a nivel mundial.

1.6.4.2. España

En 2003 casi 200.000 compañías (el 23,5% del tejido empresarial español) realizaron transacciones comerciales por medios electrónicos. Este dato supone un crecimiento de casi cuatro puntos con respecto a 2002, por lo que a pesar de la situación global de estancamiento, el comercio electrónico es uno de los indicadores que ha experimentado un crecimiento mayor. La Red comienza a consolidarse lentamente como un canal alternativo a los tradicionales, y ya es prioritario (más del 50% de compras o ventas) para una de cada ocho empresas (12,5%) que operan en la Red.

La diferencia entre empresas que compran y las que venden ha continuado aumentando en 2003. Mientras se ha mantenido invariable el porcentaje de empresas que venden a través de Internet (6%), el número de compañías que adquirieron suministros y productos a través de la Red creció tres puntos, hasta el 21%, poniendo de relieve un modelo de concentración de las ventas en un número reducido de oferentes, que es prácticamente el que se sigue en todos los países más desarrollados excepto en los del Sudeste asiático.

GRÁFICO 1.25: Evolución del comercio electrónico en las empresas en España



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

1.6.4.3. Obstáculos

El principal inconveniente para la incorporación de las empresas a la sociedad de la información consiste en que un alto porcentaje de ellas no percibe beneficios inmediatos del uso de las TIC, a pesar de tener conexión a Internet en muchos casos. Particularmente en las microempresas, la causa fundamental de la baja tasa de informatización y de su aprovechamiento es el desconocimiento de las tecnologías y de cómo incorporarlas en sus procesos de gestión para obtener ventajas tangibles y reales para sus negocios, en términos de mejora de su rentabilidad y de crecimiento de sus ingresos.

En relación con los obstáculos manifestados por las empresas para realizar compras mediante comercio electrónico, cabe citar que para el 25% de ellas los bienes y servicios que comercializan no se pueden comprar por Internet, para el 19% existe incertidumbre respecto a contratos, garantías y términos de entrega, y para el 17% existe incertidumbre respecto a los pagos.

Otros obstáculos señalados por las empresas son la existencia de pocos suministradores (9%), los problemas logísticos (8%) y los costes de entrega o reparto (7%).

El principal obstáculo encontrado por las empresas para no vender sus productos mediante el comercio electrónico es que sus productos no son vendibles por esta nueva forma de comercio (36,46%). Otro obstáculo importante es que se considera prioritario el actual canal de ventas (35,76%).

1.6.4.4. Ventajas

Las empresas consideran como principales ventajas en la compra mediante comercio electrónico el aumento en la velocidad de los procesos (77%) y la simplificación de las tareas (64%).

En relación a las principales ventajas percibidas por las empresas para realizar ventas mediante comercio electrónico, cabe citar la expansión geográfica del mercado (79%), llegar a más y/o a nuevos clientes (68%) y la velocidad de los procesos (56%).

Otras ventajas consisten en la simplificación de las tareas (42%), evitar ceder cuota de mercado (42%), mejor calidad de servicios prestados (40%) y reducción y racionalización de costes (27%).

1.6.4.5. Ventas

En relación con el B2C, que se ha estudiado desde la perspectiva del consumidor en el apartado 1.5, cabe hacer las siguientes apreciaciones adicionales desde la perspectiva empresarial:

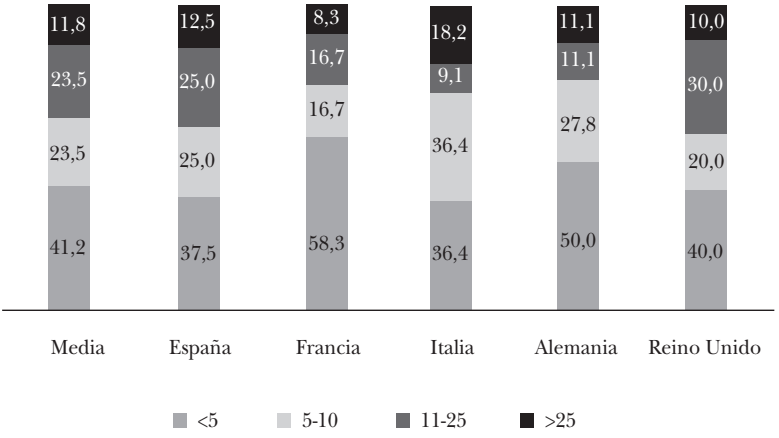
a) El B2C *(Business to Consumer)* ha ganado difusión e importancia en 2003, hasta situarse al mismo nivel que el B2B *(Business to Business)*.

b) La mayoría de las empresas que comercializan sus productos continúan prefiriendo realizar las transacciones directamente con sus clientes sin ningún tipo de intermediación. Solamente tres de cada diez empresas que venden a través de la Red utilizan mercados electrónicos y casi la mitad de estas compañías combina ambos tipos de modelos de venta.

Como se refleja en el gráfico 1.26, la intensidad de venta *on line* de las empresas españolas se aproxima a la media de los cinco países más importantes de la Unión Europea, aunque todavía no alcanza a los países más avanzados como Reino Unido. En general, el porcentaje que representa las ventas *on line* no supera el

GRÁFICO 1.26: Intensidad de ventas *on line* (comparación europea)

(porcentaje de venta electrónica con respecto al total de las ventas)



Fuente: e-Business Watch (2004) y Telefónica (2004).

10%, y no alcanza el 5% para la mayoría de las empresas. Es en el sector turístico, además de ser el que más vende a través de la Red, donde las ventas *on line* tienen más peso.

La proporción de empresas que aceptan pagos electrónicos no ha variado prácticamente durante los últimos años (2,5% desde 2001). Siguen siendo las empresas dedicadas a servicios financieros y seguros, transporte y comunicaciones las que poseen una mayor aceptación de los cobros electrónicos.

1.6.4.6. Compras

En relación con el proceso de compra de las empresas mediante Internet, cabe destacar los siguientes puntos:

a) En general, las preferencias de las empresas que compran por Internet coinciden con las que venden.
b) Asimismo, como regla general, las compras *on line* suponen un porcentaje muy pequeño para las empresas españolas. España está claramente por debajo de los cinco países más importantes de la UE (sobre todo de Alemania y Reino Unido).

A través de Internet, las empresas españolas adquieren prácticamente en la misma proporción tanto los *inputs* directos de producción como los indirectos de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO). Este comportamiento es ligeramente diferente de nuestro entorno, siendo más común el aprovisionamiento *on line* de productos MRO.

Las principales ventajas que sobre las compras por Internet perciben las empresas que utilizan dicho procedimiento para realizar sus compras son los menores plazos de entrega, con gran diferencia sobre las demás, y la comodidad. Otras ventajas menos importantes son el menor precio, el mejor conocimiento de la oferta existente o la posibilidad de evitar desplazamientos.

El porcentaje de empresas que permiten pagos con medios electrónicos ha pasado en 2003 del 8,2 al 9,5%. No obstante, este dato está todavía muy lejos de alcanzar la media internacional, situada en el 27% de las empresas y que ha crecido cerca de 14 puntos en 2003 (AETIC 2004). Son principalmente las compañías dedicadas

a informática y a I + D las que ofrecen esta posibilidad a sus clientes. En cualquier caso, las empresas continúan prefiriendo el uso de medios convencionales para comprar y vender *on line* (como talones o transferencias bancarias), en detrimento de los sistemas electrónicos (débito bancario, tarjetas de crédito o débito).

Otro obstáculo importante lo constituye la seguridad, aunque la entrada en vigor de la Ley de Firma Electrónica en 2003 probablemente incida favorablemente en la reducción de este importante obstáculo.

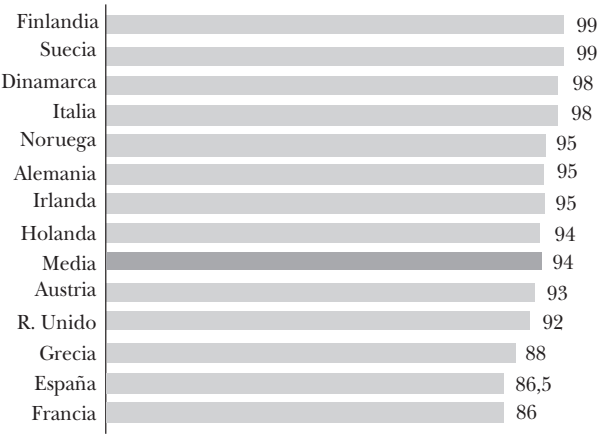
1.6.5. Terminales

1.6.5.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.27, que representa los porcentajes de empresas que utilizan ordenadores personales en los diferentes países europeos, la situación de la empresa española no ha mejorado durante 2003. A nivel europeo, el crecimiento del 2% ha situado la media en el 94%, un poco más lejos de España (86,5%) que sólo ha crecido un punto en el mismo período de tiempo. España sólo supera a Portugal y Francia, y se encuentra

GRÁFICO 1.27: Comparación europea de la utilización de ordenadores personales

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

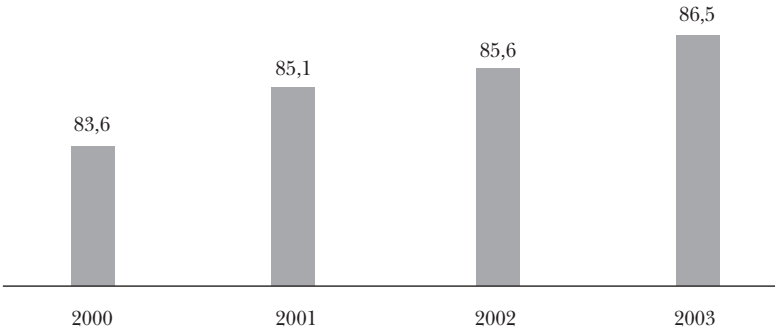
muy lejos de los países que dominan este apartado, Finlandia, Suecia, Dinamarca e Italia, en los que prácticamente la totalidad de las compañías disponen de ordenadores personales.

1.6.5.2. España

El ligero aumento experimentado del 1% en España durante 2003 parece confirmar los síntomas de saturación que aparecían ya en los años 2002 y 2001, como se observa en el gráfico 1.28. El tamaño de empresa continúa siendo un factor determinante ya que, mientras la totalidad de las grandes empresas cuenta con ordenadores, es la pyme, especialmente la que emplea hasta dos asalariados, la que ostenta valores de penetración muy bajos (en torno al 80%), aunque fueron las que más crecieron en 2003.

GRÁFICO 1.28: Utilización de ordenadores personales en la empresa española

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

1.6.5.3. Sectores de actividad

Por sectores de actividad cabe destacar el avance experimentado por este indicador en el sector del transporte y las comunicaciones. Este crecimiento (7%) ha conducido a estas compañías a superar la media europea y a colocarse en una situación óptima para competir en el mercado global. También cabe resaltar el descenso sufrido en los sectores de industrias básicas, minería y energía, y servicios empresariales.

Las empresas que poseen por término medio un mayor número de terminales son las compañías de servicios (financieros, informáticos, empresariales), mientras que en los sectores de la construcción, el transporte y las comunicaciones, la mayoría de las empresas no cuentan con más de tres ordenadores personales, principalmente porque no perciben los beneficios de una mayor implicación en el desarrollo de su actividad.

1.6.5.4. Obstáculos

El principal obstáculo que limita el avance de la incorporación del ordenador personal en la empresa continúa siendo la falta de percepción de la existencia de beneficios por su incorporación. También es importante el aumento de las empresas que, al externalizar sus sistemas informáticos, deciden prescindir del ordenador personal. Las compañías son cada vez más conscientes de las ventajas que supone la externalización, como medio para centrarse en su negocio clave donde son realmente competitivas, reducir costes, acelerar la introducción de nuevos productos en el mercado o ganar en agilidad para poder transformarse y responder a las condiciones cambiantes del entorno. Por todo ello apuestan incondicionalmente por este tipo de prácticas y así el mercado del *outsourcing* está en plena fase de crecimiento, especialmente en sectores como las telecomunicaciones, servicios financieros, seguros y Administraciones Públicas.

Sin embargo, en ciertos casos el *outsourcing* se percibe de una forma negativa debido a diversos factores: la pérdida de control y confidencialidad, el choque entre diferentes culturas empresariales o la descoordinación entre el proveedor de servicio y la compañía.

1.6.5.5. Utilización

La mitad (50,6%) de los empleados de empresas españolas que disponen de equipos informáticos utilizaban en 2003 el ordenador para el desarrollo de su actividad profesional, lo que supone un incremento de tres puntos con respecto a 2002.

Este indicador es uno de los pocos que muestra un comportamiento diferente en cuanto a su distribución por estrato de tamaño. Probablemente la polivalencia y flexibilidad necesaria por los

profesionales de las pequeñas empresas (sobre todo micropymes) para realizar tareas de todo tipo, y la mayor especificidad en las grandes empresas que generalmente cuentan con personal dedicado exclusivamente a las tareas informáticas, sean las causas que originen este hecho.

Asimismo, los sectores más informatizados (informática e I + D, servicios financieros y seguros, servicios empresariales y transporte y comunicaciones) son los más interconectados. En el resto de actividades tradicionales como las industrias básicas, el comercio o la construcción, la penetración de este indicador es muy baja, siempre por debajo del 61%. Cabe destacar como dato especialmente interesante para esta investigación el esfuerzo realizado en 2003 por el sector del transporte y las comunicaciones, paralelo al realizado en la utilización de ordenador personal, que ha pasado de estar por debajo de la media en 2002 a superarla ampliamente en 2003.

1.6.6. Resumen

Puede comprobarse que año tras año está creciendo el grado de incorporación de las empresas españolas a Internet, aunque durante el año 2003 éste ha sido bastante moderado. En la actualidad, el 76,2% de las empresas españolas disponen de acceso a la Red frente a medias superiores de la mayor parte de los países de su entorno.

Las empresas perciben cada vez en mayor grado las ventajas que reporta Internet. En el caso de las microempresas, esta percepción no es tan positiva, especialmente en lo referente al uso del ordenador personal.

El sector y el tamaño de la empresa tienen mucha influencia sobre el grado de penetración de Internet y en general de las nuevas tecnologías en sus procesos de negocio. Aquellas zonas en las que predominen sectores poco intensivos en información tendrán una penetración de las TIC en su tejido empresarial inferior. Asimismo, las pyme y micropyme, que son mayoritarias en España, son menos proclives a la incorporación de las TIC.

La principal utilización de Internet por las empresas es para contactar con proveedores y clientes. En cuanto al comercio electrónico, cabe destacar que las empresas prefieren realizar com-

pras antes que ventas por Internet debido a que valoran como más beneficioso para ellas la compra que la venta *on line*. En la actualidad, tanto en España como en su entorno, se percibe más demanda que oferta en la venta por Internet. Sólo en el Sudeste asiático se da el caso contrario.

El porcentaje que representa el canal Internet sobre el total de las ventas es muy bajo en la mayoría de los sectores, situándose entre el 5 y el 10% de las ventas totales. La única excepción corresponde al sector turístico, donde el porcentaje de ventas a través de Internet supera al correspondiente a los otros canales.

Cabe concluir que, en general, la brecha existente entre las empresas españolas y los países de referencia no ha disminuido prácticamente. Incluso parece haber crecido en algunos aspectos como, por ejemplo, la utilización de ordenador personal o el desarrollo del comercio electrónico. Todo ello se traduce en que se sigue desaprovechando las oportunidades que representan las TIC y perdiendo competitividad respecto al resto de países más avanzados.

En el lado opuesto de la balanza, cabe destacar que la gran mayoría de las empresas nacionales están muy o bastante satisfechas con los efectos que la introducción de las TIC y la integración del comercio electrónico en sus negocios han producido sobre su actividad (e-Business Watch 2003). En este sentido, cerca de un 40% de las empresas españolas, superando a la media europea que es del 34%, tiene el propósito de aumentar los recursos financieros destinados a la incorporación de TIC durante los próximos años.

2. El mercado de transporte

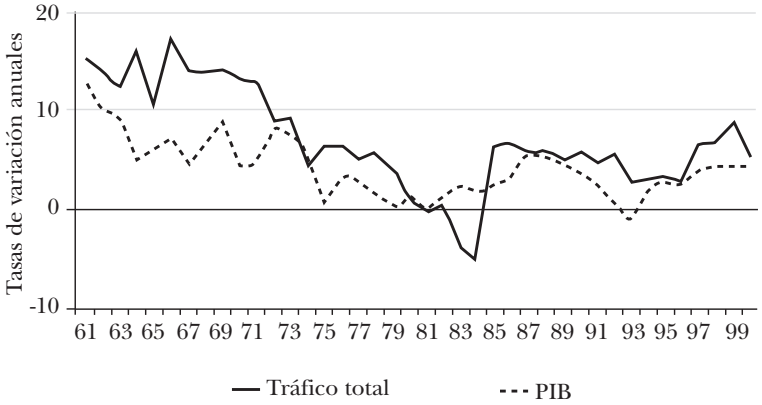
EN este capítulo se analizan en detalle los principales rasgos del mercado de transporte español que tienen interés con los objetivos perseguidos. En particular, se estudian los aspectos de la evolución de la demanda y el reparto modal, mostrando los principales factores causales de los importantes cambios acaecidos, competencia entre modos de transporte, magnitudes de las diferentes elasticidades respecto al precio y, finalmente, los costes sociales asociados a cada modo de transporte.

2.1. Demanda de viajeros

2.1.1. Evolución

Un primer rasgo que caracteriza la demanda del transporte de viajeros en España es que ha crecido de forma prácticamente continua a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Únicamente

GRÁFICO 2.1: Evolución del tráfico interior de viajeros



Fuente: Ministerio de Fomento e INE.

en algunos años de la primera mitad de la década de los ochenta se registran tasas anuales de variación negativas.

Con un mayor detalle temporal, se observa en el gráfico 2.1 —que muestra las tasas anuales de variación del tráfico total de viajeros y del PIB—[14] que el despegue se inicia en la segunda mitad de la década de los cincuenta, alcanzando tasas de crecimiento anuales superiores al 10% en todos los años del decenio de los sesenta. Asimismo, de forma paralela a la evolución de la actividad económica, en los años setenta se reducen significativamente las tasas de crecimiento, con valores situados alrededor del 5% a partir de 1973.

La crisis económica, que en España muestra toda su virulencia a comienzo de la década de los ochenta con un *lag* respecto a los países desarrollados, se traduce, respecto al tráfico de viajeros, en que en dichos años se manifiesten por primera vez tasas de variación negativas, inferiores incluso al –5% anual. Una vez agotados los efectos de la crisis económica, el tráfico de viajeros vuelve a recuperarse, creciendo de nuevo a un ritmo anual en torno al 5%. Finalmente, este paralelismo en la evolución del PIB y del volumen de tráfico de viajeros también se observa en la década de los noventa, tanto durante el período de bajo ritmo de crecimiento (primeros años del decenio) como en los años de expansión (segunda mitad de esta década).

2.1.2. Demanda modal

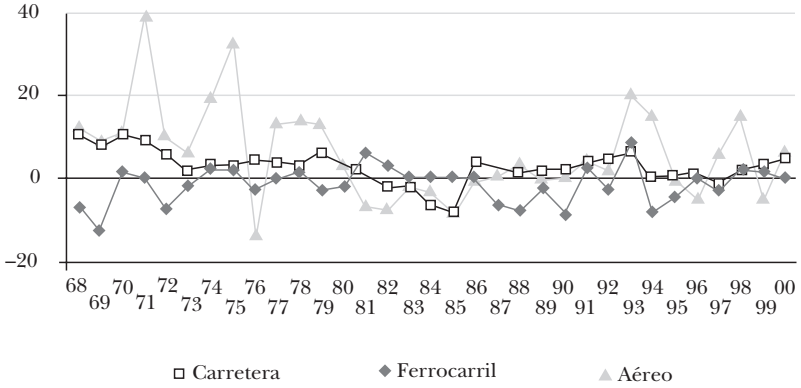
Aun cuando durante el período analizado en todos los modos de transporte de viajeros se muestra una tendencia claramente creciente, las magnitudes de las tasas de crecimiento varían muy significativamente entre los diferentes modos. Así, mientras que durante el período 1960-2000 los tráficos de viajeros por carretera y aéreo se multiplican por 17 y 29 respectivamente, el tráfico ferroviario no llega a triplicar su valor inicial del período.

Desde la perspectiva del ciclo económico, el gráfico 2.2, que representa la diferencia de las tasas de variación anuales del PIB con las correspondientes a los tres modos de transporte analizados, nos muestra que mientras el tráfico por carretera crece a un ritmo

---

[14] En puridad, como variable económica de referencia debería utilizarse la renta disponible en lugar del PIB, al tratarse de transporte de viajeros. De cualquier modo las conclusiones no deberían cambiar significativamente.

GRÁFICO 2.2: Diferencias entre las tasas de variación de los tráficos modales de viajeros con las del PIB



Fuente: Ministerio de Fomento e INE.

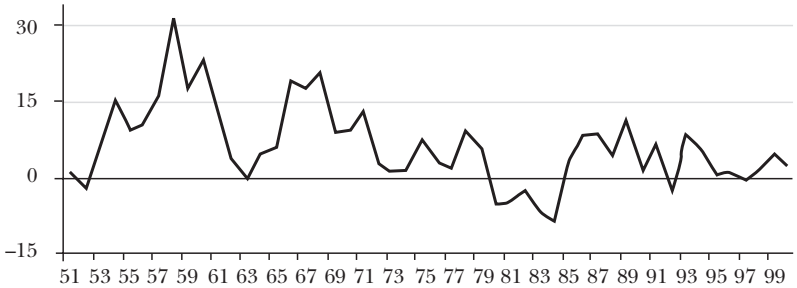
superior al del PIB prácticamente en todo el período analizado, excepto en los años de crisis energética,[15] las tasas de variación del transporte ferroviario crecen por debajo de las del PIB en la mayor parte del período analizado, salvo precisamente en los años de menor crecimiento económico.[16] También cabe destacar el particular comportamiento del tráfico aéreo respecto al PIB, ya que la diferencia entre las magnitudes de sus respectivas tasas de variación es muy alta, tanto en un sentido como en el otro, incluso alcanzando en algunos años valores superiores al 20%. Este comportamiento parece indicar una elevada sensibilidad de la demanda de transporte aéreo a las pulsaciones de la actividad económica.

Corroborando las tendencias señaladas, tal y como se observa en el gráfico 2.3 que representa la diferencia de las tasas de variación anuales entre carretera y ferrocarril, el tráfico ferroviario crece por encima del de carretera en muy pocos años, principalmente en los períodos de crisis económica.[17] En el resto de los años, el transporte por carretera crece a un ritmo muy superior al ferroviario, alcanzándose diferencias porcentuales superiores al 10% en los períodos de mayor bonanza económica (por ejemplo, 1986-1989).

---

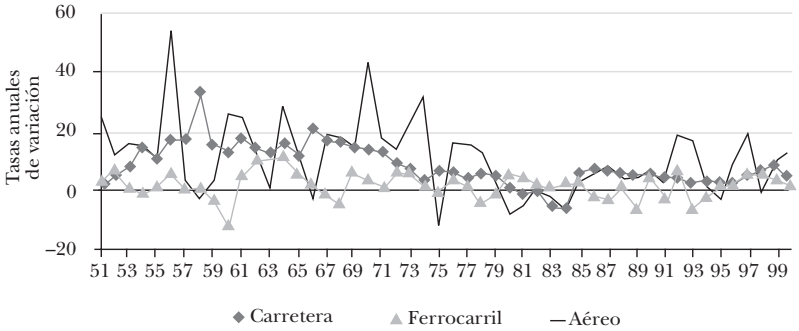
[15] Por ejemplo, en los años 1984 y 1985.
[16] Por ejemplo, en los períodos 1962-1965 y 1979-1985.
[17] Por ejemplo, durante 1980-1984.

GRÁFICO 2.3: Diferencia entre las tasas de variación del tráfico de viajeros por carretera y ferroviario



Fuente: Ministerio de Fomento.

GRÁFICO 2.4: Evolución del tráfico interior de viajeros por modos de transporte



Fuente: Ministerio de Fomento.

En esta misma línea, un análisis particularizado de la evolución de cada modo de transporte en el período 1950-2000 nos permite comprobar en el gráfico 2.4 que, en el caso del transporte por carretera, las mayores tasas de crecimiento se producen durante los años sesenta (con tasas anuales de variación superiores al 10%), mientras que tan sólo en los años 1983 y 1984 se manifiestan tasas negativas de variación.

Asimismo, un rasgo característico de la demanda de transporte aéreo es su elevada dispersión y volatilidad, que se pone de manifiesto en la evolución de sus tasas de variación, llegándose a alcanzar en el período analizado tasas de crecimiento superiores

al 40% durante la década de los cincuenta, junto a otras negativas del 10% en el decenio de los setenta.

Finalmente, en el transporte ferroviario se observa que en numerosos años[18] su tasa de variación es negativa y, particularmente, su ritmo de crecimiento se ralentiza profundamente a partir de la década de los ochenta.

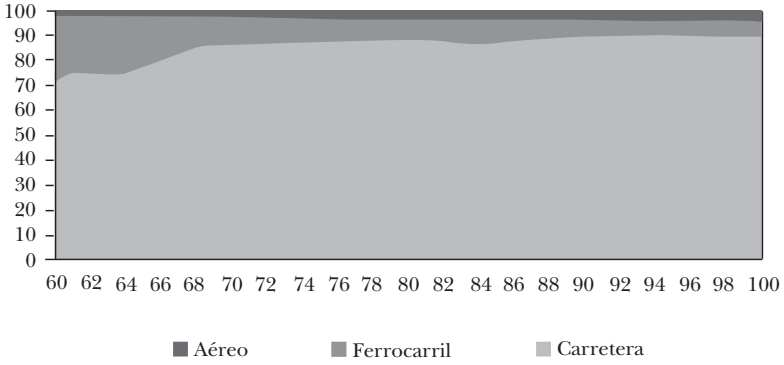
2.1.3. Reparto modal

Este cúmulo de transcendentales cambios en la demanda de transporte tiene su reflejo en la evolución del reparto modal. En este sentido, al analizar la distribución modal del transporte interior de viajeros en nuestro país, el rasgo principal que se observa radica en el peso cada vez mayor del transporte por carretera, que se convierte en el modo de transporte claramente hegemónico.

En efecto, en el gráfico 2.5 se observa que, a pesar del incremento importante del tráfico aéreo, el transporte por carretera alcanza cuotas modales próximas al 90% del tráfico total, mientras que el ferrocarril, que a principios de los años sesenta tenía un peso porcentual del 30%, no supera actualmente el 6%.

GRÁFICO 2.5: Evolución de la distribución modal del tráfico interior de viajeros

(porcentajes modales)



Fuente: Ministerio de Fomento.

[18] Las tasas anuales de variación del tráfico ferroviario son negativas en 13 de los 50 años analizados.

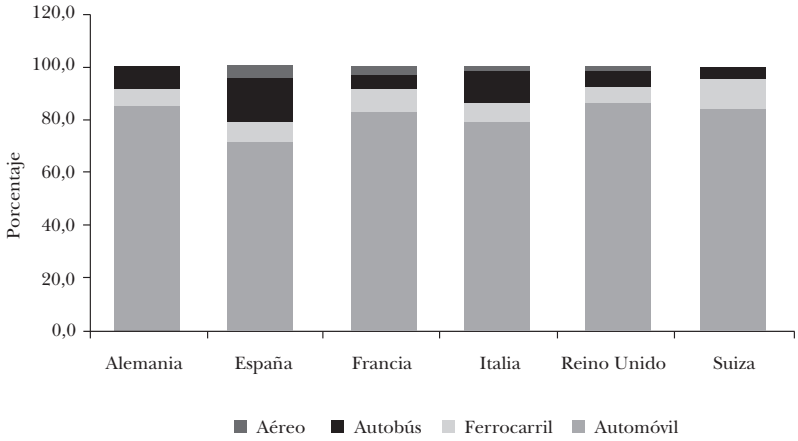
En definitiva, mientras que los tráficos del transporte por carretera y aéreo han crecido sustancialmente, el transporte ferroviario lo ha hecho con mucha menor intensidad, mostrando una clara tendencia a convertirse en un modo marginal si no se produce una verdadera ruptura en el patrón de comportamiento tendencial del mercado de transporte de viajeros.

2.1.4. Panorámica internacional

Como muestra el gráfico 2.6, en todos los países europeos analizados se observa una tendencia generalizada a la reducción del peso del ferrocarril en el transporte de viajeros, alcanzando en el año 1998 porcentajes inferiores al 10% en todos los casos, excepto en Suiza. Cabe destacar que la introducción de la alta velocidad ferroviaria en Francia sólo ha supuesto que el modo ferroviario alcance una cuota del 9% respecto del total de viajeros.

GRÁFICO 2.6: Distribución modal del tráfico interior en diferentes países europeos (1998)

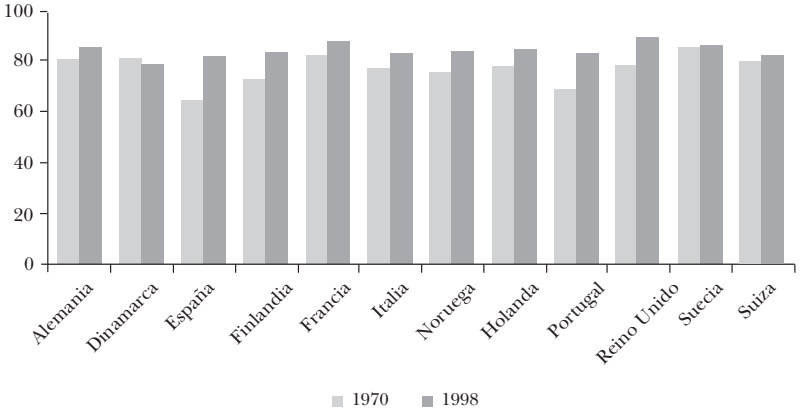
(porcentaje)



Fuente: CEMT.

Por el contrario, como muestra el gráfico 2.7, en 1998 la participación porcentual del coche en el reparto modal es superior al 70% en todos los países analizados. Además, su cuota modal ha

GRÁFICO 2.7: Evolución de la cuota modal del coche en el transporte terrestre de viajeros en diferentes países europeos



Fuente: CEMT.

crecido significativamente durante el período analizado (1970-1998) en todos los países de la muestra. Dicho aumento es especialmente significativo en Reino Unido, España y Portugal.

Asimismo, cabe destacar el importante peso del transporte aéreo en España, que es, incluso, superior al de países de gran extensión como Francia e Italia. También, en relación con los países europeos analizados, la participación modal del autocar es muy alta en España. De hecho, Italia y España son los países donde la cuota modal del transporte en autobús es superior.

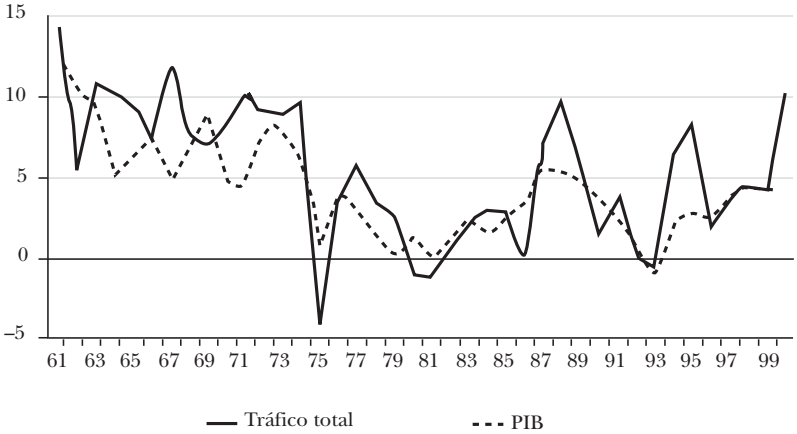
2.2. Demanda de mercancías

2.2.1. Demanda total

El principal rasgo tendencial que se observa en el gráfico 2.8, referente a la evolución del tráfico de mercancías, es su crecimiento durante prácticamente todo el período 1960-2000, excepto en los años 1975, 1980-1983 y 1992-1993, que corresponden a bajos niveles de la actividad económica. Dentro de una trayectoria paralela a la evolución del PIB, aunque con mayor amplitud de sus tasas de variación, se observa un período inicial caracterizado por tasas muy altas de

GRÁFICO 2.8: Evolución del tráfico total de mercancías y del PIB

(tasas de variación anuales)



Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

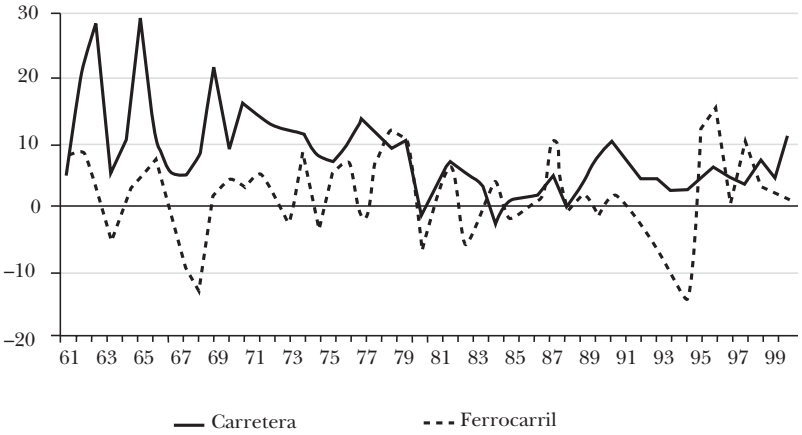
crecimiento, que finaliza en 1974. Posteriormente, las tasas de crecimiento son más moderadas, hasta los últimos años de la década de los ochenta. Finalmente, el tráfico de mercancías vuelve a manifestar un elevado ritmo de crecimiento hasta el final del período analizado.

2.2.2. Demanda modal

Al analizar la evolución de cada modo por separado, podemos observar en el gráfico 2.9 un comportamiento muy diferenciado en cada uno de ellos, creciendo el transporte por carretera a un ritmo muy superior al ferroviario. Así, en el transporte de mercancías por carretera, se observa que durante el período 1950-1973 el ritmo de crecimiento es muy alto, alcanzándose en varios años tasas de crecimiento superiores al 15%. A partir del año 1974, el ritmo de crecimiento es menor, observándose incluso tasas de variación negativas en los años 1974 y 1979. Finalmente, en los últimos años de las décadas de los ochenta y noventa también se alcanzan magnitudes muy altas de sus tasas de variación. Para comprobar el elevado ritmo de crecimiento, basta con citar que en el año 2000 el volumen de mercancías transportadas en este medio de transporte prácticamente se ha multiplicado por 38 respecto al existente en 1950.

GRÁFICO 2.9: Evolución del tráfico modal en el transporte terrestre de mercancías

(tasas de variación anuales)



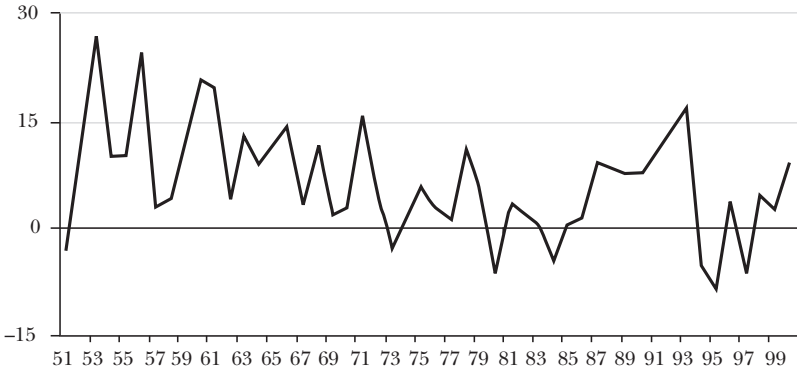
Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

Por el contrario, en el transporte ferroviario de mercancías, ya incluso durante los años cincuenta y sesenta se observan tasas anuales de variación negativas, y su magnitud prácticamente no crece durante el período analizado (1950-2000). Además, como regla general, sus tasas de variación son sensiblemente menores que las del transporte por carretera. La observación del gráfico 2.10, que representa la diferencia entre las tasas de variación anuales de ambos modos de transporte, nos muestra que, excepto en 7 de los 50 años analizados, el transporte por carretera crece a un ritmo más rápido que el ferroviario.

En esta misma línea, la observación del gráfico 2.10, que muestra la diferencia entre las tasas de variación del PIB con las de ambos modos de transporte, nos confirma que el tráfico de mercancías por ferrocarril crece generalmente a un ritmo muy inferior al del PIB, excepto en los períodos caracterizados por sus bajos niveles de actividad económica.[19] Por el contrario, en el caso de la carretera se mantiene un ritmo de crecimiento muy superior al del PIB prácticamente durante todo el período analizado. Dentro de estos patrones modales globales, cabe destacar que la evolución del tráfico ha sido muy diferente según el tipo de producto transportado.

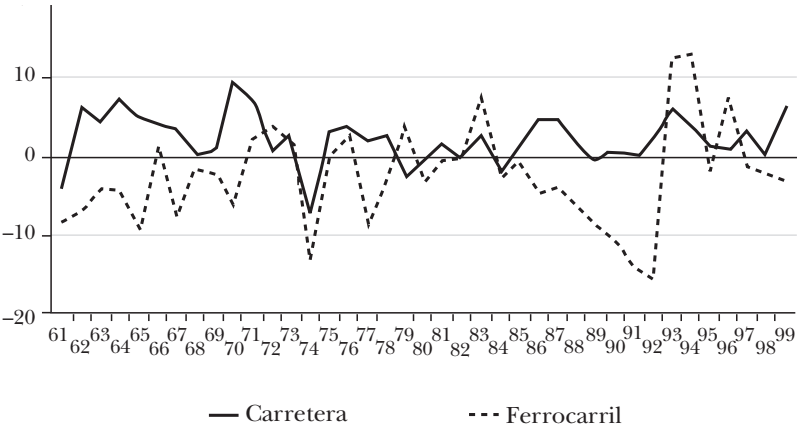
[19] Por ejemplo, en los años 1967, 1970, 1973, 1974, 1977, 1980 y 1984.

GRÁFICO 2.10: Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos por carretera y ferroviario



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

GRÁFICO 2.11: Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos modales de mercancías con las del PIB

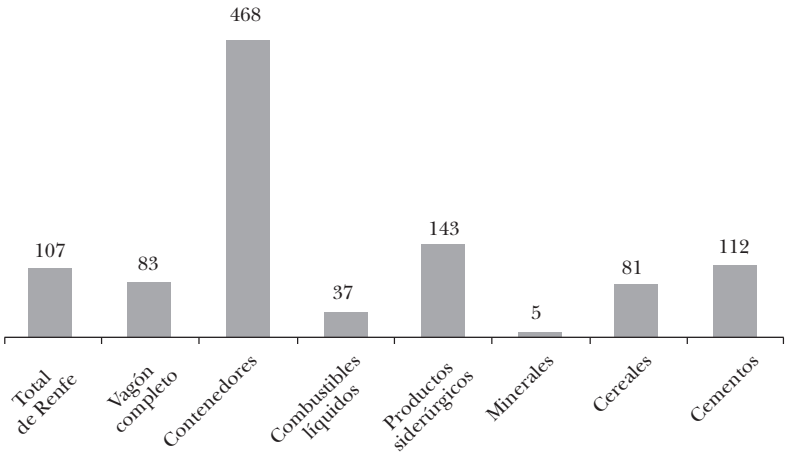


Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

Por ejemplo, como se observa en el gráfico 2.12 para el transporte ferroviario, mientras que el volumen de mercancías transportadas en contenedores se multiplica por más de cuatro durante el período 1980-2000, el transportado en vagón completo disminuye en cerca del 17%. Incluso dentro del vagón completo hay grupos de productos como los minerales cuyo

GRÁFICO 2.12: Evolución del tráfico ferroviario de mercancías por tipo de producto en el período 1980-2000

(toneladas-kilómetro. Valor 100 en 1980)



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

volumen transportado se ha reducido en un 95% durante dicho período.

2.2.3. La distribución modal

Como consecuencia de las pautas citadas en el punto anterior, el transporte ferroviario de mercancías ha ido perdiendo peso aceleradamente respecto al transporte por carretera. En este sentido, si consideramos únicamente las mercancías transportadas por ambos modos, cabe citar, como dato ciertamente revelador de las profundas alteraciones del reparto modal, que, mientras en 1950 los volúmenes de mercancías transportadas por ferrocarril y carretera eran similares, durante el año 2000, por el contrario, se transporta por carretera, prácticamente, el 96% del total de las mercancías transportadas por ambos modos (gráfico 2.13).

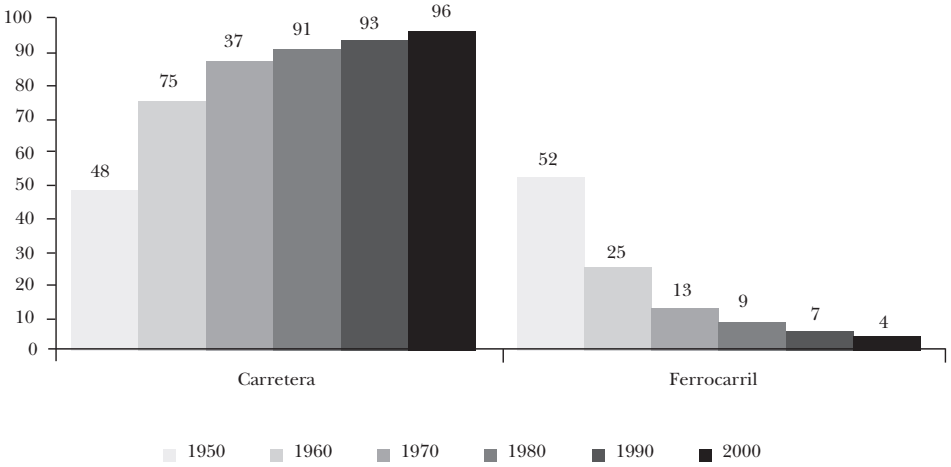
2.2.3.1. Por tipo de producto

Para realizar la comparación entre la carretera y el ferrocarril, los parámetros que se muestran especialmente relevantes son el tipo de producto transportado y la longitud del recorrido. En este sentido,

observando el cuadro 2.1 se comprueba que el peso porcentual del ferrocarril varía ampliamente según la mercancía transportada. Por ejemplo, el modo ferroviario es incluso predominante en productos como carbones (56%), mientras que en otros no alcanza ni siquiera el 4%, como sucede con los cementos y materiales de construcción.

GRÁFICO 2.13: Evolución del reparto modal entre carretera y ferrocarril en el transporte interior de mercancías

(porcentaje)



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

2.2.4. Comparación internacional

Este predominio de la carretera en el reparto modal del transporte de mercancías, también sucede, excepto en casos puntuales,[20] en los países europeos analizados, tal y como se observa en los gráficos 2.14 y 2.15, donde se representan datos[21] del reparto modal en diversos países pertenecientes a la Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT).

---

[20] Por ejemplo, en Holanda el transporte por vías navegables tiene también un gran peso.

[21] Es importante hacer notar que los datos utilizados no incluyen dentro del transporte por carretera al transporte de mercancías por cuenta propia, lo que evidentemente se refleja en una reducción en el peso porcentual de dicho modo de transporte.

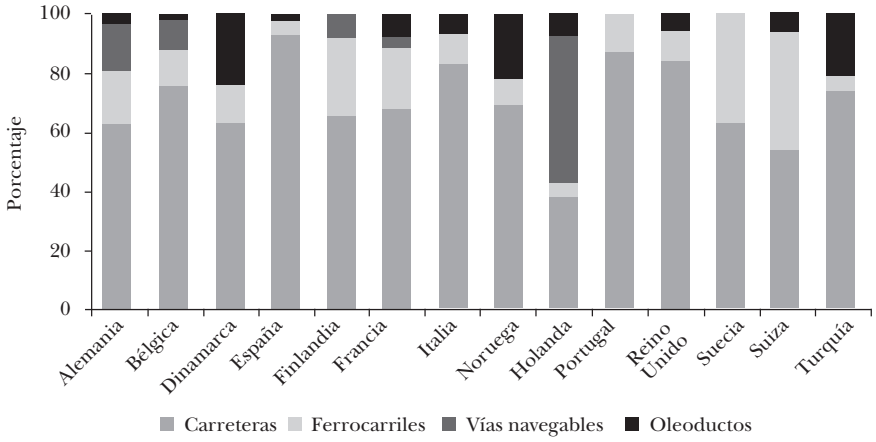
CUADRO 2.1: Distribución modal en el transporte de mercancías según tipo de producto

(porcentajes sobre toneladas-kilómetro)

Tipo de producto	Modo de transporte		
	Carretera (Cuenta ajena)	Carretera (Cuenta propia)	Ferrocarril
Cereales	67	12	21
Carbones minerales	42	2	56
Cemento y materiales de construcción	95	1	4
Minerales	70	5	25
Productos siderúrgicos	68	4	28
Combustibles líquidos, gas	51	10	39
Productos químicos	84	8	8
Abonos	70	2	28
Maderas	78	10	12
Contenedores	36	1	63
Resto de productos	77	13	10

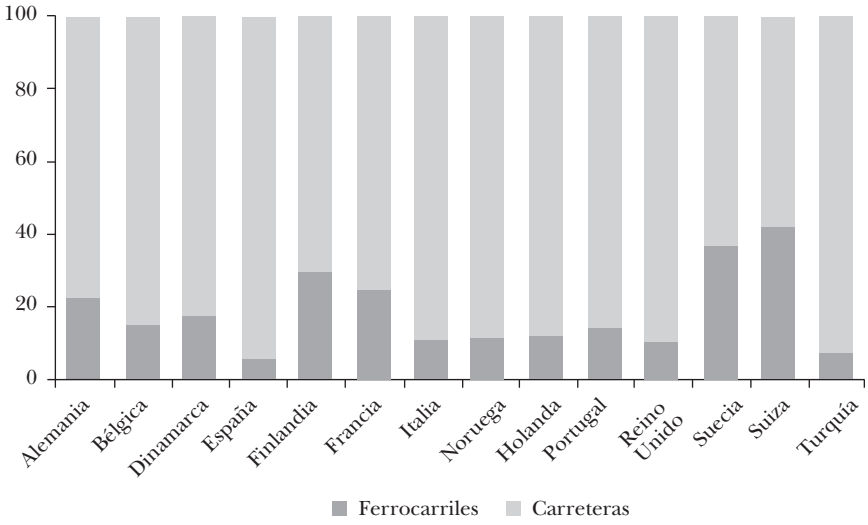
Fuente: MTTC (1991) y elaboración propia.

GRÁFICO 2.14: Reparto modal en el transporte de mercancías para diversos países europeos (1998)



Fuente: CEMT (1998).

GRÁFICO 2.15: Reparto modal del transporte terrestre de mercancías (ferrocarril y carretera) dentro de la CEMT (1998)

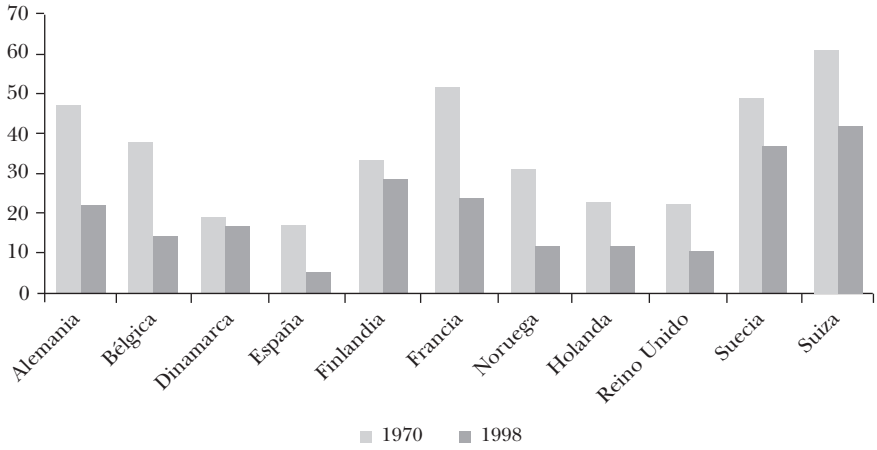


Fuente: CEMT (1998).

En la evolución modal del transporte ferroviario de mercancías cabe señalar, como rasgo más significativo, que dicho modo de transporte ha ido perdiendo peso paulatinamente en todos los países considerados. En este sentido, en el gráfico 2.16 se observa que, dentro de los países europeos analizados, únicamente en Austria el ferrocarril no ha perdido un porcentaje significativo de las mercancías transportadas. Asimismo, cabe destacar que, en el año 1998, España es el país donde el transporte ferroviario presenta un menor peso porcentual en relación con el total del transporte terrestre de mercancías, no llegando a alcanzar el 5% del total.

El análisis realizado a partir de los datos disponibles del volumen de tráfico sobre los modos de transporte considerados —aéreo, por carretera y ferroviario para viajeros, así como ferroviario y carretera para mercancías—, con un enfoque meramente descriptivo, nos permite extraer unas primeras conclusiones ciertamente significativas. En este sentido, un primer rasgo relevante es que la demanda de transporte, tanto de viajeros como de

GRÁFICO 2.16: Evolución de la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías en diversos países europeos



Fuente: CEMT (1998).

mercancías, ha crecido drásticamente, en nuestro país, durante los últimos cincuenta años. Asimismo, su evolución ha seguido una trayectoria paralela a la de la actividad económica aunque con un ritmo superior, tanto en los períodos alcistas como en los momentos bajos del ciclo.

Sin embargo, no se puede hablar en absoluto de unas pautas generalizadas en este crecimiento tendencial de la demanda de todos los modos de transporte, ya que el aumento del volumen de tráfico ferroviario ha sido sensiblemente menor respecto al de sus competidores, especialmente al de la carretera. De hecho, únicamente en los escasos períodos de débil actividad económica, el tráfico ferroviario crece por encima de los otros modos. Todo este proceso se ha traducido en un descenso acelerado de la participación modal ferroviaria, tanto para el transporte de viajeros como, aún en mayor volumen, para el de mercancías.

En relación con este acusado predominio de la carretera sobre el ferrocarril, cabe señalar que, en el caso del transporte de viajeros, únicamente en el corredor Madrid-Sevilla, debido a la introducción del tren de alta velocidad en el año 1992, el ferrocarril supera a la carretera en volumen de tráfico. Más aún, en ninguno

de los corredores analizados la cuota de participación modal del ferrocarril es superior al 20%.

Este papel cada vez más protagonista del transporte por carretera se observa, incluso con más énfasis, en el caso del transporte de mercancías, ya que únicamente en distancias largas, superiores a 600 kilómetros, y para el transporte de determinados productos, por ejemplo minerales o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Asimismo, esta tendencia es prácticamente generalizada para todos los corredores españoles.

Finalmente, la extensión a otros países del análisis realizado nos permite afirmar que las pautas observadas en el caso español son extrapolables, en líneas generales, aunque la pérdida de participación modal del transporte ferroviario es mucho menos acusada que en nuestro país.

2.3. Competencia intermodal

Como se ha podido comprobar ampliamente en el capítulo anterior, el reparto modal de la demanda de transporte en España, tanto de viajeros como mercancías, ha sufrido drásticas modificaciones durante las últimas décadas que han traído consigo, como consecuencia más destacada, una importante reducción del peso del ferrocarril como medio de transporte. En este sentido, no es aventurado afirmar que, de continuar dicha tendencia en el futuro, el modo ferroviario se convertirá en un breve espacio de tiempo en un medio de transporte marginal.

Para intentar desentrañar toda la casuística subyacente en esta tendencia y como paso previo al intento de modelizar la demanda de transporte, conviene hacer un análisis, esencialmente de carácter descriptivo, del impacto que los diversos factores moduladores de dicha demanda han ejercido sobre el reparto modal. Para ello, observaremos conjuntamente la evolución durante las últimas décadas, tanto de la demanda de transporte, como la de sus posibles factores explicativos. Este proceso, realizado para cada modo de transporte, nos permitirá incluso adelantar el orden de magnitud de dichos impactos.

Dentro de este conjunto de factores explicativos, existen unos que son comunes[22] al transporte de mercancías y viajeros, mientras que otros son específicos[23] de cada uno de ellos. Por ello, en primer lugar, se analizarán las variables causales comunes, para luego estudiar por separado las variables explicativas específicas de la demanda de viajeros y de mercancías.

2.3.1. Factores explicativos comunes

2.3.1.1. La oferta de infraestructuras

La mejora sustancial de la oferta de infraestructura viaria, especialmente en sus niveles de calidad, ha sido un factor sumamente relevante para explicar los cambios producidos en el reparto modal. En este sentido, el extraordinario crecimiento[24] de la longitud de la red de vías de alta capacidad (autopistas y autovías), que puede observarse en el gráfico 2.17, ha permitido mejores condiciones de fiabilidad, frecuencia, seguridad y velocidad en el transporte por carretera, disminuyendo sensiblemente, de esta forma, el coste generalizado[25] en este modo de transporte.

Por el contrario, la infraestructura ferroviaria ha permanecido prácticamente invariable, tanto en cantidad como en calidad, hasta el año 1989, donde las inversiones ferroviarias manifiestan un fuerte impulso debido a la construcción de la infraestructura del tren de alta velocidad Madrid-Sevilla, finalizada en 1992.[26]

Corroborando la proposición anterior, al analizar la evolución de las inversiones realizadas en los distintos modos de transporte desde 1970, utilizando como factor explicativo al cociente de la

---

[22] El ejemplo más evidente de factor explicativo común es la propia infraestructura que es utilizada para transportar conjuntamente viajeros y mercancías.

[23] Por ejemplo, los precios de cada medio de transporte.

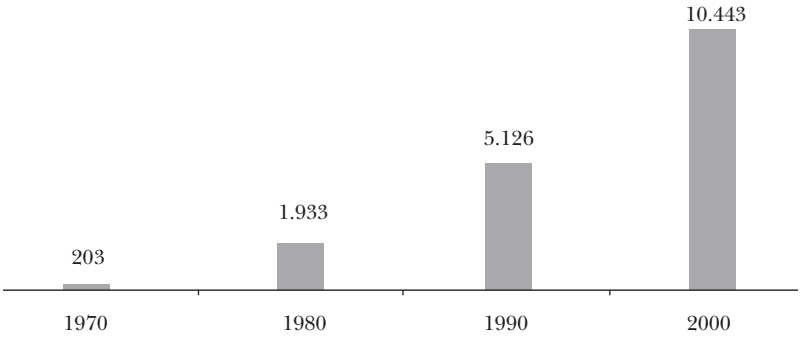
[24] La longitud de esta red, que en 1970 era de 203 kilómetros, aumenta hasta 10.443 kilómetros en el año 2000.

[25] La conversión de una carretera convencional en autovía con calzadas separadas supone para los coches un incremento medio de la velocidad de 20 km/h, que en términos monetarios significa, aproximadamente, una reducción de 1 céntimo de euro por viajero-kilómetro. A este resultado habría que añadir las reducciones, muy significativas, producidas en otros componentes del coste generalizado, como es el caso de la accidentalidad.

[26] Cabe señalar que este modo de transporte ha sido concebido únicamente para el transporte de viajeros.

GRÁFICO 2.17: Evolución de la red de carreteras de gran capacidad

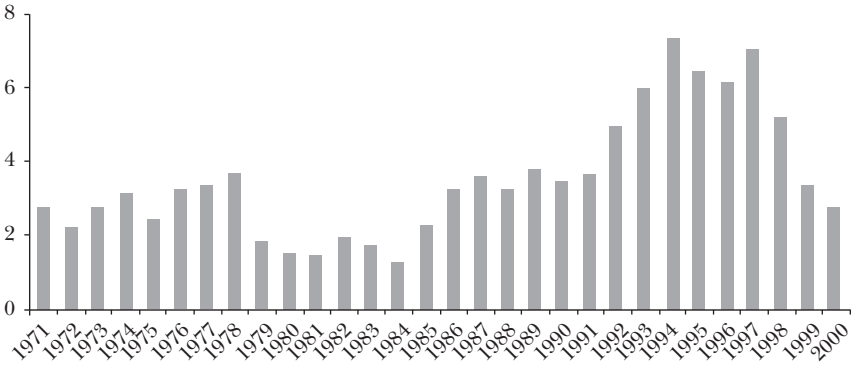
(longitud en kilómetros)



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

inversión en carreteras por la ferroviaria, que es representado en el gráfico 2.18, se observa que, excepto en el período 1979-1984 y los últimos años de la década de los noventa, dicha ratio ha crecido muy significativamente. Este incremento adquiere especial énfasis durante el período 1986-1992, debido a la puesta en marcha del Plan de Autovías. Así, en el año 1994 la inversión en carreteras llega a representar más de siete veces la destinada a la infraestructura ferroviaria.

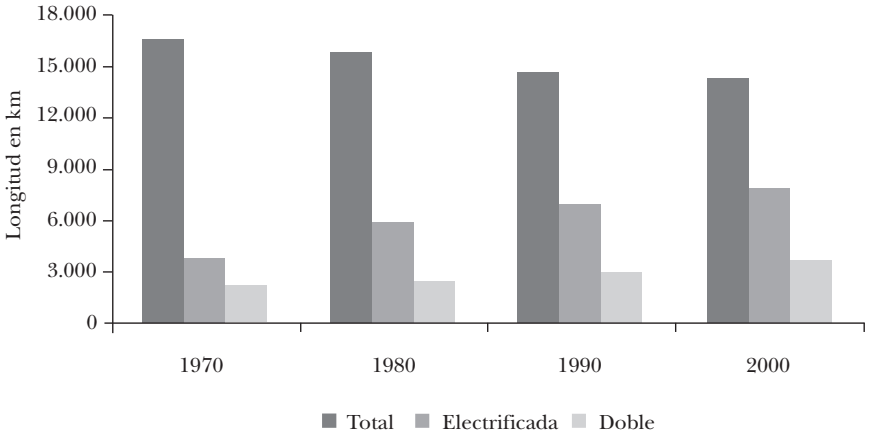
GRÁFICO 2.18: Evolución de la ratio entre inversión en carreteras e infraestructura ferroviaria



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

Estas mismas pautas se pueden observar también, analizando la evolución de las longitudes de las correspondientes redes. Así, cabe destacar que la longitud de la red ferroviaria ha disminuido desde 16.507 kilómetros en 1970 hasta 14.301 en 2000, aunque debe señalarse que, como se muestra en el gráfico 2.19, la calidad[27] de dicha infraestructura ha mejorado sensiblemente al aumentar preferentemente la longitud de la red con vía doble y electrificada.

GRÁFICO 2.19: Evolución de las características cualitativas de la red ferroviaria

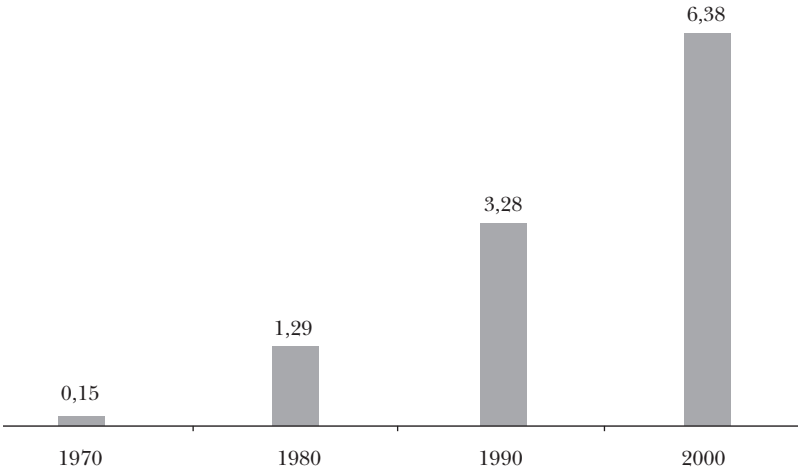


Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

Paralelamente al elevado ritmo de crecimiento de las inversiones en carreteras, se produce una mejora sustancial de la calidad de la red viaria. Como se observa en el gráfico 2.20, el porcentaje que representa la longitud de las vías de gran capacidad respecto a la red total ha aumentado muy significativamente, ya que el 0,15% de la longitud total de la red de carreteras que este tipo de vías representaba en 1970, se convierte en el 6,38% para el año 2000.

[27] En este sentido, la longitud de vía doble electrificada ha aumentado desde 1.497 kilómetros en 1970 hasta 3.643 kilómetros en el año 2000.

GRÁFICO 2.20: Evolución del porcentaje que representa la red de gran capacidad respecto a la red total de carreteras



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

Cabe concluir, por tanto, que la sustancial reducción de los diversos componentes del coste generalizado del transporte por carretera, debida a la mejora sustancial de las prestaciones de la red viaria, es un factor fundamental a la hora de explicar la reducción porcentual del ferrocarril como modo de transporte, tanto de viajeros[28] como de mercancías.

2.3.2. Viajeros

El análisis de la movilidad, entendida como demanda de servicios de transporte, puede realizarse, al igual que cualquier otro bien o servicio, desde una perspectiva microeconómica. Con este enfoque, los factores explicativos del volumen y de la estructura de la demanda de transporte son análogos a los de cualquier otro bien o servicio.[29] Sin embargo, ciertas características peculiares del transporte nos obligan a incluir otros factores intrínsecos en la causalidad de la movilidad.

[28] Bel (1993 y 1994) estima que la reducción del tiempo de desplazamiento en el transporte por carretera es un factor altamente significativo a la hora de explicar la importante pérdida del ferrocarril en el reparto modal del transporte de viajeros.

[29] Esencialmente, renta disponible y precio relativo.

En efecto, ciertos factores de carácter demográfico[30] se muestran esenciales para desentrañar los rasgos más significativos de la movilidad. Asimismo, cabe resaltar, como rasgo diferencial del servicio de transporte, la inclusión dentro del denominado precio generalizado de dicho producto, de otros componentes[31] diferentes de los estrictamente monetarios. Dichos factores representan, en la mayoría de los casos, un porcentaje del precio o coste generalizado total muy superior al del componente estrictamente monetario.[32]

Otro punto imprescindible para el conocimiento de los factores moduladores del mercado del transporte es la segmentación de dicho mercado, que surge como consecuencia de que el transporte no se puede considerar como un bien simple, sino como una etiqueta que sirve para calificar a un conglomerado de servicios que satisfacen distintas necesidades y tienen un carácter económico muy diferente.[33] En esta misma línea, cabe resaltar que la imposibilidad de su almacenamiento produce una atomización del mercado y refuerza el peso de las dimensiones territorial y temporal en el análisis de la movilidad. Sin embargo, la existencia de intensas interrelaciones entre dichos mercados nos permite analizar la movilidad dentro de grandes grupos, que podrían asimilarse de alguna forma a los modos tradicionales de transporte.

2.3.2.1. Renta

Las Encuestas de Presupuestos Familiares nos facilitan, a través del conocimiento de la evolución del gasto del transporte de los hogares, el estudio del comportamiento de dicho gasto con respecto a la renta familiar. Un análisis transversal de los datos de

---

[30] Entre dichos factores, caben destacar a los siguientes: edad, sexo, estructura de hogares, estrato socioeconómico y área de residencia.

[31] Como se explica detenidamente en García, Cillero y Rodríguez (1998), cabe citar entre dichos componentes el tiempo y otros rasgos de la oferta (frecuencia, regularidad, etc.).

[32] Goodwin (1990) equipara en términos monetarios el coste del componente temporal con cuatro veces el coste estrictamente monetario.

[33] En efecto, la casuística de un viaje de vacaciones en el vehículo propio, normalmente con un recorrido de larga distancia, es radicalmente distinta a la de un desplazamiento en transporte público de carácter recurrente, con origen en la residencia y destino el lugar de trabajo.

dichas encuestas nos muestra que, en general, en los estratos de población con mayor renta se destina una mayor proporción de los ingresos al consumo de transporte. Sin embargo, este comportamiento no se manifiesta para todos los componentes del gasto ya que, como cabe comprobar en el cuadro 2.2, el porcentaje respecto al gasto total, correspondiente al transporte público, se mantiene prácticamente estable para todos los estratos de renta.[34] Por el contrario, en los otros capítulos —compra de vehículo y gastos de utilización—, asociados al transporte privado, se observa que es dentro de los estratos poblacionales de mayores ingresos donde se dedica un porcentaje sensiblemente mayor de su gasto total a dicho servicio.[35]

En este sentido, un análisis del gasto en transporte a partir de sus dos componentes, coste monetario y tiempo, nos permite observar que, al realizar un viaje, los grupos poblacionales de

CUADRO 2.2: Gasto anual en transporte por decilas de ingresos (1980-1981)

(tanto por mil)

Ingresos (decilas)	Gasto total en transporte	Compra de vehículos	Gasto en utilización de vehículos	Gasto en servicio de transportes
Primera	41	7,4	21,8	11,8
Segunda	65,4	12,0	38,3	15,1
Tercera	87,4	21,7	52,1	13,6
Cuarta	108,3	29,6	66,0	12,7
Quinta	112,8	24,9	74,5	13,4
Sexta	126,6	33,4	80,7	12,5
Séptima	136,3	37,7	85,7	12,9
Octava	145,7	41,4	90,7	13,6
Novena	144,3	39,7	90,1	14,5
Décima	151,6	44,3	92,5	14,8

Fuente: Encuesta de Presupuestos Familiares 1980-1981 (INE) y elaboración propia.

[34] Dentro de este componente el porcentaje mayor de gasto corresponde a los hogares pertenecientes a la segunda decila por orden de ingresos.

[35] El porcentaje de gasto destinado a este capítulo para los hogares pertenecientes a la decila de mayores ingresos, prácticamente quintuplica al que dedican los hogares correspondientes a la decila de menores ingresos.

mayor renta incurren en una menor desutilidad que los de nivel inferior de renta.[36]

Paralelamente, un estudio longitudinal de la evolución temporal del gasto en transporte nos permite corroborar estas primeras conclusiones. En efecto, el gasto anual de los hogares españoles, dentro del capítulo de transporte y comunicaciones, expresado en porcentaje respecto al gasto total, ha crecido sensiblemente a lo largo del tiempo de acuerdo con los datos de las diferentes Encuestas de Presupuestos Familiares realizadas (cuadro 2.3).

CUADRO 2.3: Evolución de la estructura porcentual del gasto anual medio por persona en el grupo transporte y comunicaciones

	1964-1965	1973-1974	1980-1981	1990-1991
Transporte y comunicaciones	3,7	9,4	13,7	13,8

Fuente: Encuestas de Presupuestos Familiares y elaboración propia.

Al desagregar por capítulos el gasto anual en transporte, se observa en el cuadro 2.4 que esta tendencia de crecimiento del gasto en términos relativos se debe exclusivamente al comportamiento de los dos grupos incluidos dentro del transporte privado, cuyos gastos porcentuales (expresados en porcentajes respecto al gasto total) aumentan sensiblemente en cada una de las encuestas realizadas. Por el contrario, dicho porcentaje disminuye pronunciadamente para el capítulo que integra el transporte público.[37]

[36] Para demostrarlo basta con, en la misma línea de Goodwin (1990), utilizar la expresión del gasto G = T + M/V, es decir, utilizando como numerario al tiempo. Si se considera que el componente temporal es mucho más importante que el monetario (hasta tres o cuatro veces mayor) que la utilidad marginal relativa del tiempo respecto al coste monetario es mucho mayor al aumentar la renta, y que finalmente el comportamiento respecto al tiempo es estable entre los diferentes grupos de renta, cabe deducir que el gasto, en forma de desutilidad por kilómetro de viaje, es superior para los estratos de menor renta que para los de renta más elevada.

[37] Al analizar los resultados de las Encuestas 1980-1981 y 1990-1991, que presentan los datos con un mayor nivel de desagregación, se observa que esta reducción se debe principalmente al transporte público interurbano, ya que el porcentaje correspondiente al urbano incluso aumenta.

CUADRO 2.4: Gasto anual de los hogares en transportes

(tanto por mil)

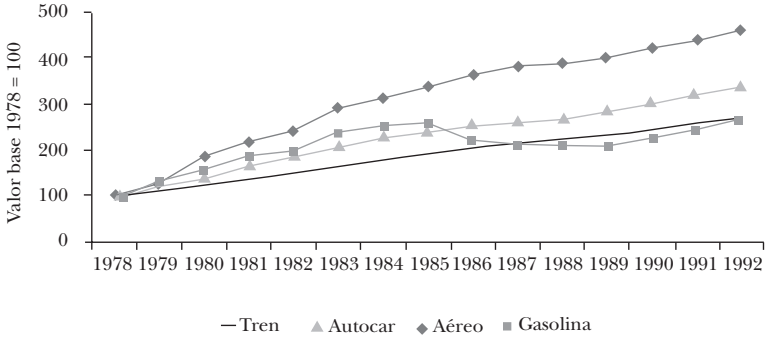
Grupos	Años	
	1974	1990-1991
Compra de vehículos para transporte personal	24,7	43,2
Gastos de utilización de vehículos	44,6	56,2
Servicios de transporte	18,9	11,3

Fuente: Encuestas de Presupuestos Familiares y elaboración propia.

2.3.2.2. Precios

Como se observa en el gráfico 2.21, los cambios acaecidos en las tarifas de los diferentes modos no parecen haber constituido un determinante esencial para explicar las alteraciones observadas en el reparto modal del transporte de viajeros. En efecto, en el período 1978-1993 el incremento mayor de las tarifas corresponde al transporte aéreo, cuyo precio prácticamente se multiplica por cinco, mientras que los crecimientos menores corresponden al coche[38] y ferrocarril.[39]

GRÁFICO 2.21: Evolución de los precios modales en el transporte de viajeros



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

[38] El precio del transporte privado por carretera ha sido aproximado por el de la gasolina.

[39] Es interesante resaltar que, excepto para el caso del transporte aéreo, el crecimiento de las tarifas del transporte es menor que el del IPC.

2.3.3. Mercancías

Como se ha podido comprobar al analizar la evolución del reparto modal, el modo ferroviario ha perdido, de forma continuada, peso porcentual dentro del transporte de mercancías. Dentro de un primer grupo de factores explicativos de esta tendencia estarían incluidas todas aquellas variables íntimamente relacionadas con el funcionamiento del propio mercado de transporte. En este grupo debería incluirse, junto a las tarifas de cada modo de transporte y otros factores intrínsecos de la oferta, la mejora sustancial de las infraestructuras en el transporte por carretera, tal y como se ha mostrado con anterioridad, que incide en una reducción del coste generalizado a través de sus componentes no estrictamente monetarios. En un segundo grupo estarían incluidos, debido a que el transporte de mercancías es por su propia naturaleza un producto esencialmente intermedio, aquellos factores directamente entroncados con los profundos cambios acaecidos en los procesos productivos.

2.3.3.1. Precios

Como se observa en el gráfico 2.22, las variaciones que han tenido lugar en los precios relativos de los modos de transporte no constituyen uno de los motivos de la importante pérdida porcentual que ha sufrido el transporte ferroviario, ya que, durante el período 1978-1992, el crecimiento del precio del transporte ferroviario de mercancías ha sido menor que los de la economía[40] y del transporte de mercancías por carretera.

2.3.3.2. Otros factores de oferta

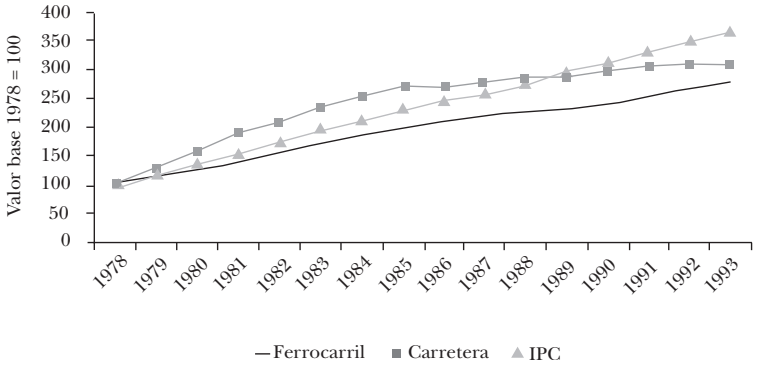
Junto a la mejora sustancial, tanto cualitativa como cuantitativa, de la red de carreteras, Bernadet (1993) señala otros factores tecnológicos y relacionados con la organización del propio sector[41] para explicar el mayor ritmo de crecimiento del transporte por carretera.

---

[40] Se ha considerado el índice general de precios al consumo (IPC) como *proxy*.

[41] Entre los del primer tipo destaca las mejoras tecnológicas y la calidad de los materiales de los vehículos del transporte por carretera, mientras que entre los organizativos incluye al aumento del grado de competencia en el sector del transporte por carretera.

GRÁFICO 2.22: Evolución de las tarifas modales en el transporte de mercancías



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

En general, los estudios realizados sobre el proceso de elección modal en el transporte de mercancías muestran la gran importancia de los componentes no monetarios de la oferta. En este sentido cabe señalar que McGinnis (1989), después de analizar 11 estudios realizados con diferentes metodologías, encuentra en todos ellos que variables como la fiabilidad[42] y el tiempo de transporte son sensiblemente más relevantes que las tarifas para explicar la elección del modo de transporte. Asimismo Cheung (1990), al describir el modelo nacional de transporte para Holanda, cita la velocidad como un factor más influyente incluso que el propio precio. Otros factores importantes que señala son la fiabilidad, frecuencia y puntualidad. Al intentar explicar la tendencia observada de un aumento acelerado de la participación modal del transporte por carretera resalta particularmente su mayor flexibilidad, que adquiere un carácter especialmente relevante ante el auge acelerado de la aplicación del concepto de *just in time* a la logística y el control de inventarios. Todo ello se traduce en la reducción del número de grandes centros de almacenamiento, demandándose cantidades menores en cada operación de transporte pero con una

[42] Como Jeffs y Hills (1990) señalan, el concepto de fiabilidad incluye diversos componentes —puntualidad, frecuencia, seguridad—, que son esenciales en el proceso de elección del modo de transporte.

frecuencia mayor. Como dato ciertamente significativo afirma que son necesarias reducciones en el precio del 30 al 50% para que se produzca un cambio en el modo de transporte elegido.

En esta misma línea de pensamiento, Wilson (1980) señala que el peso de los componentes cualitativos de la oferta ha ido aumentando a lo largo del tiempo debido a diversas causas: creciente diferenciación del producto, tipos de interés mayores que traen consigo más altos costes de almacenamiento y por lo tanto requieren una mayor calidad en el transporte, tendencia hacia un incremento de la demanda de bienes de mayor calidad y con mayor valor unitario, mayor especialización y, finalmente, mejores sistemas de gestión que requieren sistemas de distribución cuidadosamente controlados.

2.3.3.3. Cambios en los procesos de producción y distribución

Dentro de este grupo de factores, se incluyen todos los cambios en los sistemas logísticos empresariales, es decir, en los procesos de producción y distribución, que afectan a la demanda de transporte en alguno de sus dos componentes: peso de la carga[43] y distancia. Para analizar el impacto de la faceta estrictamente productiva, se ha estudiado[44] para España, en primer lugar, los efectos que los cambios surgidos en la estructura productiva generan sobre el reparto modal en el transporte de mercancías.[45] En este sentido, un primer resultado del estudio realizado consiste en que, en términos generales, los productos que tradicionalmente han sido transportados preferentemente mediante el ferrocarril[46] han perdido peso

---

[43] Es importante resaltar que la cadena producción-consumo de una mercancía abarca varias operaciones de transporte por lo que, en general, el número de toneladas transportadas es superior al peso de la mercancía. En este sentido, Mckinnon y Woodburn (1993) indican que el número medio de relaciones de transporte en dicha cadena es de cuatro a seis, por lo que las toneladas trasportadas representan, aproximadamente, de cuatro a seis veces el peso de la mercancía.

[44] En este análisis se han seguido las mismas líneas metodológicas de los trabajos de Bernadet (1993) y Mckinnon y Woodburn *(*1993*)*.

[45] Se han estudiado los cambios en la estructura productiva para 88 sectores industriales durante el período 1978-1991, a partir de los datos suministrados por las Encuestas Industriales que el Instituto Nacional de Estadística realiza con periodicidad anual. También se han estudiado los cambios dentro del sector agrario y en las importaciones.

[46] Coquerías, abonos, minerales metálicos, siderúrgicos y producción de metales no férreos.

dentro de la producción industrial total, siendo los que presentan menores tasas de crecimiento durante el período de estudio.

Por el contrario, los pesos porcentuales respecto a la producción industrial total de otros sectores productivos,[47] caracterizados tanto por su mayor valor unitario como por su menor volumen y que, por lo tanto, son evidentemente más susceptibles de ser transportados por carretera, han aumentado drásticamente. Por ejemplo, mientras las producciones de coquerías, abonos y productos siderúrgicos han aumentado respectivamente el 50, 97 y 113% en el período de tiempo de estudio, los volúmenes de producción de cemento, joyería, productos farmacéuticos y máquinas de oficina han aumentado, respectivamente, el 220, 380, 457 y 1.614%.

Asimismo, otro importante cambio acaecido en los procesos productivos ha sido la reducción observada en el número de establecimientos, consecuencia directa de un grado superior de especialización de la producción,[48] que ha traído consigo un mayor recorrido medio de las mercancías transportadas. Este hecho no sólo ha producido un incremento de las toneladas/kilómetro transportadas, sino que también ha favorecido significativamente a la carretera, que se muestra más preparada para satisfacer los nuevos requerimientos de la demanda de transporte por su mayor fiabilidad y flexibilidad.

A partir de la evolución temporal del número de establecimientos se ha estudiado dicha cuestión para el caso español. Un primer resultado ciertamente relevante consiste en que el volumen de la producción medio por planta ha aumentado significativamente,[49] multiplicándose prácticamente por cuatro durante el período analizado. Asimismo, siguiendo la tendencia observada en la mayoría de los países europeos, el número de establecimientos se reduce sensiblemente durante el período analizado[50] en la mayor parte[51] de los sectores industriales.

---

[47] Como máquinas de oficina, jabones detergentes y perfumería, productos farmacéuticos, joyería y bisutería, y productos alimenticios diversos.

[48] Esta concentración espacial de la actividad económica se ha visto favorecida por diversos factores como la desregulación del transporte, la creación del mercado único, y el Programa de Redes Transeuropeas de Transporte.

[49] El aumento en este período es del 402%.

[50] En términos absolutos representa pasar de 201.090 establecimientos en 1978 a 162.393 en 1991.

[51] Este incremento del volumen de producción medio por planta se observa en 74 de los 89 sectores analizados.

Continuando dentro del ámbito de la producción, cabe señalar que un rasgo característico de la economía actual[52] es que todo el desarrollo del propio proceso de producción está dirigido a la medida de cada consumidor, guiado de acuerdo a sus especificaciones. En la actual sociedad de la información las decisiones tomadas dentro de las empresas se basan, cada vez en mayor grado, en información en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información están haciendo posible una respuesta cada vez más rápida de la oferta a las características cambiantes de la demanda. Indudablemente este nuevo escenario favorece al transporte por carretera, dado que por su mayor grado de flexibilidad es capaz de satisfacer más rápidamente las demandas de transporte.

Finalmente, otro cambio importante en las pautas observadas en los procesos productivos hace referencia al grado de integración vertical. En las décadas de los sesenta y setenta predominó nítidamente una tendencia a la integración vertical. Mediante esta estrategia se buscaba la internalización del mayor número de operaciones posibles, con el fin de lograr la maximización del control y del valor añadido. Posteriormente se ha producido una verdadera desintegración vertical, consecuencia de la tendencia creciente hacia un mayor grado de especialización, aumentando drásticamente los niveles de contratación externa. Este hecho se puede comprobar a través de la disminución, observada desde los años setenta, en la ratio del valor añadido sobre la producción bruta, lo que implica de alguna forma que el valor añadido se está trasladando a otros puntos de la cadena de oferta.

Desde la perspectiva del transporte, cabe recordar que cuanto mayor es dicho porcentaje, mayor será también el número de operaciones intermedias necesarias para obtener un producto terminado y, al ser estas operaciones realizadas en distintos desplazamientos, se generará un incremento de los dos componentes de la demanda de transporte de mercancías: peso de la carga y distancia recorrida.[53]

Con el fin de comprobar empíricamente este rasgo para la economía española, se ha realizado el correspondiente

---

[52] Muchos analistas la llaman *nueva economía*.

[53] La posible penalización en términos de un mayor coste de transporte se ha visto amortiguada por el desarrollo sustancial de la red de carreteras, permitiendo el mantenimiento de los costes monetarios y temporales.

estudio, obteniéndose que la participación del valor añadido sobre la producción bruta o valor de los bienes producidos se ha reducido sensiblemente desde un 40,22% en 1978 hasta un 38,02% en 1991.[54] Con mayor nivel de detalle cabe citar que, de los 89 sectores industriales analizados, en 54 de ellos se ha producido una reducción significativa del porcentaje del valor añadido sobre la producción bruta. El resultado obtenido para el caso español nos hace concluir que, en este aspecto, el comportamiento de nuestra economía es muy parecido al de los demás países europeos, como es el caso de Reino Unido. Sin embargo, presenta profundas divergencias con los países asiáticos más desarrollados, como Japón y Corea, donde dicho porcentaje se reduce al 18%, mostrando, por lo tanto, un grado muy alto de dinamicidad en su economía.

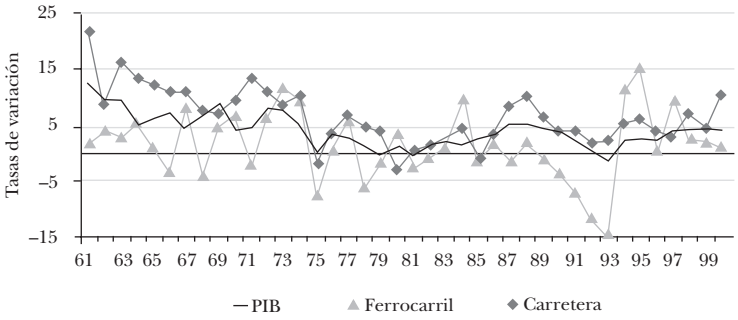
Finalmente, en el ámbito de la distribución se está produciendo un proceso generalizado de reducción de inventarios, consustancial al auge de la logística y los nuevos sistemas *just in time*. Todo ello requiere disponer de sistemas eficientes de transporte, basados en una red de infraestructuras de alta calidad y dotados de un elevado grado de flexibilidad, que permitan acompasar su funcionamiento a las necesidades cambiantes surgidas en las operaciones de las empresas. De nuevo, el transporte por carretera está situado en mejor posición para afrontar este reto.

En definitiva, como consecuencia de todos estos profundos cambios acaecidos en los procesos de producción y distribución, el transporte de mercancías por ferrocarril, como se observa en el gráfico 2.23, muestra una elasticidad respecto al PIB significativamente menor que la unidad y, por lo tanto, una tendencia regresiva en relación con su participación modal en el mercado de transporte. Por el contrario, la elasticidad del transporte por carretera respecto al nivel de actividad económica parece ser significativamente superior a la unidad y, por lo tanto, cada vez tiene una posición más hegemónica en el mercado de transporte de mercancías.

---

[54] Dato medio de los 89 sectores analizados.

GRÁFICO 2.23: Evolución del PIB y de los tráficos modales de mercancías



Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

2.3.4. Grado de competencia en los diferentes sectores

Junto a los factores analizados en los epígrafes anteriores, otra característica que tiene una importancia sumamente relevante sobre los profundos cambios acaecidos en el mercado de transporte en las últimas décadas es sin duda la profunda diferencia existente entre los niveles de competencia en los diferentes modos de transporte.

En este sentido, como señalan Hernández y Calderón (1999), cabe destacar como ejemplos paradigmáticos de ambos lados de la balanza el caso del transporte de mercancías por carretera, con un nivel de competencia feroz y una oferta compuesta de numerosas empresas de muy reducida dimensión, frente al ejemplo del ferrocarril, donde solamente ahora se está empezando a introducir la competencia en la prestación del servicio de transporte ferroviario de mercancías, impulsado por diferentes Directivas de la Unión Europea. Este comportamiento asimétrico de la oferta ha sido indudablemente una de las causas de la pérdida de participación modal del ferrocarril en beneficio del transporte de mercancías por carretera. También en el sector aéreo se ha producido un proceso de liberalización, iniciado a partir de 1997, que sin duda ha traído consigo la creciente utilización de este modo de transporte.[55]

[55] Asimismo, en Coto e Inglada (1999) y en Marín (1999) se analiza la evolución del proceso de liberalización de los diferentes modos de transporte.

En el caso del ferrocarril, Nash (1999) coincide en que este modo de transporte presenta unos alarmantes descensos en su cuota modal frente a unas subvenciones crecientes. Ante este problema, plantea diversas medidas como la separación de la gestión de las infraestructuras y la prestación del servicio que favorecería la competencia en dicho sector, aunque siempre manteniendo las regulaciones estrictamente necesarias. Todo ello se recoge también en Campos y Cantos (1999), donde se describen los principales rasgos de la evolución histórica del ferrocarril.

2.4. Elasticidades

2.4.1. Revisión metodológica

Una vez realizado el estudio descriptivo del comportamiento de la demanda de los diversos modos de transporte, el paso siguiente en el desarrollo de esta investigación consiste en el análisis de los valores de las elasticidades respecto al precio del propio modo y respecto a los precios de los modos de transporte alternativos, tanto en el transporte de viajeros como en el de mercancías.

En este sentido, conviene hacer una revisión tanto sobre los aspectos puramente metodológicos, como sobre los resultados obtenidos para las elasticidades de la demanda de transporte de viajeros y mercancías.

2.4.1.1. Viajeros

Los primeros modelos que se han utilizado para determinar la demanda de transporte de viajeros, fueron los *modelos agregados de reparto modal*.[56] Este tipo de modelos se caracteriza básicamente por que intentan determinar el número de viajes para un deter-

[56] Constituye una de las fases de la modelización en cuatro etapas que se basa en las siguientes decisiones: decisión de viajar, elección de destino, elección del modo de transporte y elección del itinerario. Los modelos correspondientes a cada etapa son, respectivamente, de: atracción-generación de viajes, distribución zonal, reparto modal y asignación del itinerario. En Aymerich et al. (1994) y en Ortúzar y Willumsen (1990) se describen ampliamente estos tipos de modelos.

minado conjunto de modos de transporte entre dos ciudades, teniendo en cuenta las características específicas de los viajeros.[57] Con el fin de mejorar los modelos anteriores, se desarrollaron diversos modelos de la demanda agregada del transporte de pasajeros basados en el comportamiento observado del viajero. En este tipo de modelos se optimiza la utilidad del viajero, en línea con la teoría clásica de la demanda y del comportamiento del consumidor.[58]

Paralelamente, se han desarrollado los modelos de transporte desagregados basados en el comportamiento del pasajero.[59] En este tipo de trabajos, el viajero realiza una elección discreta de un modo de transporte entre las diferentes alternativas existentes (tren, avión, carretera, etc.), con base en la optimización de su utilidad. Partiendo de la premisa básica de que la utilización de un modo particular de transporte es completamente aleatoria entre los usuarios, se obtiene una función de probabilidad para el modo de transporte elegido. Dependiendo de las hipótesis de partida acerca de la distribución de los errores, se obtendrá o bien una multinomial *logit,*[60] si los errores se distribuyen de acuerdo al método de distribución del valor extremo, o un modelo multinomial *probit*, si los errores están normalmente distribuidos.

Los modelos de elección conjunta aparecen más recientemente. En este tipo de modelos, la elección del modo de viaje se toma considerando conjuntamente el resto de actividades económicas. Dentro de este grupo, cabe incluir a los denominados sistemas completos de

---

[57] Este tipo de estudios, tales como los de Quandt y Baumol (1966), Boyer (1977) y Levin (1978), fueron criticados por Oum y Gillen (1981) y Winston (1983), entre otros, basándose en el corto número de variables usadas para determinar el comportamiento del viajero y por partir de relaciones lineales simples en sus estimaciones.

[58] El trabajo de Oum y Gillen (1981), para analizar la demanda de viajeros en Canadá, basado en el comportamiento del usuario, es un típico ejemplo de este tipo de modelos.

[59] Cabe destacar los modelos desarrollados por McFadden (1973 y 1974).

[60] Por ejemplo, dos estudios que han usado modelos logit multinomial para estimar la demanda del transporte interurbano de viajeros, son los de Grayson (1982) y Morrison y Winston (1985).

demanda.[61] Apoyándose en la teoría clásica del comportamiento del consumidor y admitiendo el cumplimiento de las hipótesis convencionales, es factible obtener las funciones de demanda ordinaria o marshalliana del consumidor, con respecto a cada servicio de transporte. Además, de acuerdo con Winston (1986), las funciones de demanda marshalliana pueden ser obtenidas a partir de la función indirecta de utilidad del usuario, aplicando la identidad de Roy. Las funciones de demanda agregada son obtenidas del comportamiento del individuo bajo las hipótesis convencionales.

2.4.1.2. Mercancías

Una forma útil de clasificar los modelos de demanda de transporte de mercancías consiste en distinguir entre modelos agregados y desagregados.[62] Los primeros utilizan, como unidad básica de observación, el porcentaje que representa cada modo de transporte de mercancías a un nivel nacional o regional, mientras que los desagregados están basados en la elección por los agentes de un modo concreto para una mercancía determinada. Sin embargo, es importante destacar que ambos tipos de modelos proceden directa o indirectamente del comportamiento individual de cada empresa, radicando la distinción entre ambas metodologías en la naturaleza de los datos empleados. En general, los modelos agregados se han basado en comportamientos minimizadores de costes por parte de las empresas, mientras que los modelos desagregados han insistido más en el estudio de los procesos de decisión.

El modelo agregado básico, que ha sido utilizado para estimar la demanda de mercancías, es denominado comúnmente mode-

---

[61] Algunos ejemplos son el denominado sistema de gasto lineal (Stone 1954), el modelo de Rótterdam (Theil 1965; Barten 1968), el modelo Translog (Christiansen, Jorgenson y Lau 1975) y el sistema de demanda casi lineal (AIDS) (Deaton y Muelbauer 1980). Hay una extensa literatura sobre dichos modelos en relación con el estudio de la estructura del gasto y de la demanda agregada para bienes, como es el caso de la alimentación, pero no abundan las aplicaciones a la demanda de transporte. El motivo de este hecho podría consistir en las dificultades para disponer de encuestas sobre el consumo de servicios de transporte que tengan un carácter suficientemente desagregado. Más recientemente, Villaverde y Coto (2000) y Molina (2000) han empleado este método para analizar la demanda de transporte en España, utilizando datos sobre el gasto de los hogares.

[62] En Winston (1983) se justifica ampliamente la utilización de esta clasificación.

lo *agregado de reparto modal*[63] que intenta explicar la distribución modal en función de las diferencias entre los valores de los diferentes atributos modales, tales como precio y tiempo de viaje. Frecuentemente estos modelos han seguido una estructura similar a los citados en el apartado anterior para el transporte de viajeros, que se componen de cuatro etapas: generación, distribución, reparto modal y asignación de tráficos.

Como respuesta a las insuficiencias consustanciales a este tipo de modelos, se han desarrollado los modelos agregados neoclásicos de demanda de mercancías,[64] basados en la consideración del transporte como un *input* adicional a los factores clásicos de producción.[65] Aunque estos modelos neoclásicos son más atractivos que los modelos agregados de reparto modal, tanto desde una perspectiva teórica como empírica, no debe olvidarse que siguen adoleciendo del defecto de la utilización de datos a nivel muy agregado y de poseer una limitada sensibilidad a las variables que determinan el nivel de servicio.

Para solventar los inconvenientes de este tipo de modelo se han desarrollado los denominados modelos desagregados, basados en las teorías del comportamiento subyacente dentro

---

[63] En Boyer (1977) y Levin (1978) se desarrollan detalladamente dichos modelos. Este tipo de modelo puede ser especificado de la forma siguiente:

$$\log \frac{S_i}{S_j} = a_0 + a_l (P_i - P_j) + \sum_{k=2}^{K} a_k (X_{ik} - X_{jk}),$$

donde S_i/S_j es el cociente entre las cuotas de mercado de los modos *i* y *j*, respectivamente, $P_i - P_j$ es la diferencia entre los precios de ambos modos y $X_{ik} - X_{jk}$ es la diferencia entre los valores que otras variables *k* toman para cada modo de transporte. Entre estas variables se ha considerado al tiempo del transporte. Entre los inconvenientes de esta forma funcional lineal destaca la restricción consistente en que las elasticidades cruzadas de las probabilidades de elegir varios modos de transporte con respecto un modo dado deben ser iguales.

[64] Un ejemplo de estos modelos se encuentra en Oum (1979).

[65] De esta forma, se puede derivar la demanda para transporte de una empresa a partir de la especificación de una función de coste $C = C(Y, q, w, p_t)$, donde *C* representa el coste total, *Y* el *output*, *q* el vector de las características de las mercancías, *w* es el vector de precios de los factores, excluyendo precios de transporte y P_t es el vector de precios de transporte correspondientes a los diferentes modos. Aplicando el lema de Shephard (Varian 1992), la demanda para el transporte de mercancías para el modo *i*, X_t^i, sería simplemente $\frac{\partial C(\cdot)}{\partial P_t^i} = X_t^i (Y, q, w, p_t)$. Para poder obtener una estimación de la demanda, a partir de esta metodología, se debe especificar una forma funcional para la función de costes, que podría ser, por ejemplo, la función translog.

de los procesos de decisión de las empresas sobre el medio de transporte. Entre las numerosas ventajas de este tipo de modelos cabe señalar que nos permite conocer el comportamiento de cada modo de transporte respecto a variables representativas del nivel de servicio o del tamaño de la mercancía. De esta forma, se obtienen elasticidades más precisas que con datos agregados. Sin embargo, también existen inconvenientes en este tipo de modelos, como por ejemplo la necesidad de disponer de un volumen numeroso de datos, tanto respecto a las características de cada modo de transporte como para las propias decisiones modales de las empresas incluidas en la muestra utilizada. Existen dos tipos de modelos desagregados de demanda de mercancías, denominados, respectivamente, de comportamiento y de inventario. El primer modelo se basa en las decisiones de elección modal tomadas dentro del proceso de distribución de las empresas. El segundo tipo de modelo, basado en la gestión de inventarios, introduce, dentro del proceso de elección modal, variables relacionadas con el proceso de producción tales como tamaño de la mercancía y frecuencia de los envíos. Aunque en la literatura de transporte este tipo de modelos ha recibido una amplia atención teórica, han sido escasas sus aplicaciones prácticas.

2.4.2. Revisión de resultados

2.4.2.1. Viajeros

Dentro de la literatura existente en la disciplina de economía de transporte, existen varios trabajos donde se revisan de forma generalizada los valores de las elasticidades respecto al precio para el transporte de viajeros que nos permiten disponer de un amplio panorama sobre el intervalo de valores que pueden llegar a alcanzar. En este sentido, Goodwin (1992) revisa un considerable número de estudios sobre las elasticidades respecto al precio de la demanda de viajeros en coche y del consumo de gasolina. Asimismo analiza las elasticidades del transporte ferroviario y por autobús, tanto propias como cruzadas. Por otro lado, Oum, Waters y Jong (1992) extienden dicha revisión al resto de modos de transporte, después de analizar los conceptos de elasticidad ordinaria y compensada, tanto para la demanda de viajeros como

de mercancías. Finalmente, para completar esta panorámica de resultados se han considerado otros trabajos seminales.[66]

CUADRO 2.5: Elasticidades respecto al propio precio en el transporte de viajeros

	Coche	Gasolina	Tren	Avión	Autobús
Quinet (1993)	—	—	1,3	1,4	—
Winston (1986)	0,45		1,20	0,38	0,69
Owen y Philips (1987)	—	—	0,69[1] 1,08[2]	—	—
Laferriere (1993)	0,40	—	1,45	1,49	1,46
Matas (1991)	0,11[3]	—	—	—	0,15[3]
Fridstrom (1989, 1991 y 1998)	0,25	—	0,69[1] 1,63	0,45	0,46
Oum, Waters y Jong (1992)	0,3	—	0,83	1,4	0,35[3]
Goodwin (1992)	—	0,27[1] 0,71[2]	0,79	—	0,41[3]
Eltony (1993)	—	0,21[1] 0,31[2]	—	—	0,55[3]

[1] Corto plazo.
[2] Largo plazo.
[3] Urbano.
Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas en el texto.

Al analizar los resultados de las elasticidades modales respecto al propio precio, que se muestran en el cuadro 2.5, se comprueba que la demanda de utilización del coche es claramente inelástica, con unos valores para las elasticidades respecto al propio precio sensiblemente menores a la unidad. En el caso de los modos de transporte aéreo y ferroviario, el abanico de los valores observados para las elasticidades respecto al precio presenta una gran dispersión,[67] con magnitudes generalmente superiores a la unidad en ambos modos de transporte.

[66] Como los de Owen y Phillips (1987), Goodwin (1992) y las elasticidades del modelo noruego de demanda de viajeros recogidas en Fridstrom et al. (1991).

[67] En Oum, Waters y Jong (1992) se justifica esta elevada dispersión por diversos factores: grado de competencia intermodal, utilización de diversas formas funcionales, diferentes lugares y horizontes temporales y, finalmente, el grado de agregación existente.

En relación con las elasticidades cruzadas respecto al precio de los modos de transporte alternativos, cabe destacar que, como regla general, se observan unos valores muy pequeños, especialmente del coche respecto a los modos alternativos.[68]

2.4.2.2. Mercancías

Una síntesis de los valores más representativos obtenidos en diferentes estudios para la elasticidad respecto al precio en el transporte de mercancías se muestra en el cuadro 2.6.

Una primera conclusión que se obtiene de la revisión efectuada es que la demanda de transporte de mercancías es claramente inelástica, con valores muy bajos para las elasticidades respecto al precio en ambos modos de transporte. Asimismo cabe resaltar que el grado

CUADRO 2.6: Panorámica de elasticidades respecto al propio precio para el transporte de mercancías

	Camión	Ferrocarril
Winston (1985)	–0,30	–0,30
Fridstrom (1991)	–0,05	–0,08
Oum (1979)	–0,15	–0,29
Oum, Waters y Jong (1992) (utilizando funciones translog)	–0,69	–0,39

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas.

[68] Owen y Philips (1987) obtienen para estas elasticidades un valor de –0,07 para el ferrocarril respecto al precio del autobús y un valor no significativo en relación con el avión. Cantos (1995) obtiene valores próximos a 0,3 para ambas elasticidades cruzadas, pero su estudio se refiere al trayecto Madrid-Valencia, donde hay un elevado grado de competencia. Incluso Villaverde y Coto (2000) y Molina (2000) encuentran relaciones de complementariedad entre transporte público y privado para el caso español. Fridstrom et al. (1991) encuentran valores de las elasticidades cruzadas muy pequeños para el coche respecto a los precios de los otros modos (0,01 y 0,02 para tren y avión, respectivamente). Quinet (1993) cita valores del modelo MATISSE, que dependen de la longitud del viaje. Los valores obtenidos para las elasticidades cruzadas varían entre 0,05 para el caso de la demanda de viajes en coche respecto al precio del tren y 0,4 del tren de alta velocidad respecto al precio del transporte aéreo. Goodwin (1992) indica una elasticidad cruzada del transporte público respecto a los precios de la gasolina de 0,34. Acutt y Dogson (1995) obtienen en el transporte interurbano unos valores de las elasticidades cruzadas de 0,09 para la demanda de transporte ferroviario respecto al precio de la gasolina y de 0,04 para el consumo de la gasolina respecto al ferrocarril.

de competencia modal es muy pequeño, no mostrándose significativas las elasticidades cruzadas, y que incluso podrían existir relaciones de complementariedad entre ambos modos de transporte.[69]

2.4.3. El caso español

Para el caso español, Coto, Baños-Pino e Inglada (1997) estiman las magnitudes de las elasticidades respecto al precio de cada modo de transporte de viajeros en España. El enfoque metodológico utilizado es el siguiente.

La modelización de la demanda del servicio de transporte de pasajeros constituye la segunda fase de un proceso de decisión presupuestaria intertemporal bietápico. En la primera etapa, los individuos reparten su renta de modo óptimo entre dos grandes categorías de gasto: servicios de transporte de viajeros y el resto de los bienes y servicios. En la segunda fase, se decide cuál es el gasto en los bienes y servicios contenidos en cada una de estas dos categorías. Así, la función de utilidad individual[70] es la siguiente:

$$U = U(X_1, X_2, \ldots X_k; X_{k+1}, \ldots, X_n).$$ [71]

El equilibrio del consumidor quedará reducido, por lo tanto, a la resolución del problema de la maximización de la utilidad, sujeta a la restricción presupuestaria. Es decir:

$$\max U(X_i; X_j)$$
$$\text{sujeto a: } P_i \times X_i + P_j \times X_j = Y,$$

---

[69] Winston (1983) encuentra valores muy bajos para las elasticidades cruzadas, sugiriendo que influyen más otros factores como el tiempo y la calidad del servicio. Fridstrom et al. (1991) encuentran incluso relaciones de complementariedad entre los modos de transporte de mercancías.

[70] Con el fin de que cada categoría pueda ser tratada como un solo bien, se supone normalmente la existencia de preferencias débilmente separables entre los diferentes agregados de bienes y servicios. Para ello es condición necesaria y suficiente que la relación marginal de sustitución entre dos bienes cualesquiera de un grupo sea independiente de las cantidades poseídas de los bienes que no pertenezcan a dicho grupo.

[71] Donde el vector $X_i = (X_1, X_2, \ldots, X_k)$; con $i = 1,2,\ldots,k$; representa los diferentes servicios de transporte de viajeros; el vector $X_j = (X_{k+1}, \ldots, X_n)$; $j = k+1,\ldots,n$, representa todos los bienes y servicios, excepto aquellos correspondientes al transporte de pasajeros y, finalmente, U representa una función de utilidad que es continua, diferenciable, monótona creciente y estrictamente cuasicóncava.

donde los precios correspondientes son: $P_i = (P_1, P_2, ..., P_k)$ y $P_j = (P_{k+1} ..., P_n)$, mientras que Y representa el nivel de renta del usuario. Las condiciones de primer orden del problema del máximo condicionado anterior permiten obtener las funciones de demanda marshallianas, dadas por las expresiones siguientes:

$$X_i = X_i(P_i, P_j, Y) \tag{2.1}$$

$$X_j = X_j(P_i, P_j, Y). \tag{2.2}$$

De estas funciones de demanda, la primera es especialmente relevante para esta investigación, ya que correspondería al servicio de transporte de pasajeros. Este enfoque uniecuacional, basado en la estimación de la ecuación (2.1), aún cuando presenta algunos problemas metodológicos[72] relacionados con la distribución de la renta entre los diferentes agentes y la exigencia del cumplimiento de las condiciones de separabilidad débil, permite de una manera rigurosa la obtención de las elasticidades del precio de los diferentes modos de transporte.

En Coto et al. (2005) se ofrece una panorámica de las magnitudes que alcanzan las elasticidades respecto al precio y renta modales del transporte de viajeros y mercancías en España que incluyen las citadas anteriormente. Todas ellas se muestran en el cuadro 2.7.

---

[72] Un primer problema corresponde a que las funciones de demanda del tipo citado deberían ser válidas para cualquier distribución de renta entre los diferentes agentes económicos. Si éste no fuera el caso, dicha ecuación nos podría suministrar tantos valores como distribuciones de la renta fueran posibles para los usuarios y, por lo tanto, esta función no existiría. Para resolver este problema, cabe suponer que todos los usuarios de los diferentes modos de transporte tienen la misma renta o al menos se encuentran en un mismo grupo de renta. Además, puede suponerse que la renta se distribuye de acuerdo con un reparto específico. Una vez que este esquema de reparto ha sido establecido, se verifican las condiciones de integrabilidad y se garantiza la existencia de las funciones de demanda agregada marshallianas (Varian 1992). Otro problema de estos modelos uniecuacionales es que, al suponer la existencia de al menos separabilidad débil, únicamente captan relaciones de sustituibilidad y no de complementariedad. Esto es, se está restringiendo la existencia de relaciones de complementariedad entre, por ejemplo, los servicios de reparación o consumo de combustible con los servicios de transporte y los demás bienes y servicios existentes en la economía.

CUADRO 2.7: Magnitudes de las elasticidades respecto al precio y renta modales del transporte en España

Modo de transporte	Elasticidad propio precio		Elasticidad precio cruzada		Elasticidad renta	
	Largo plazo	Corto plazo	Largo plazo	Corto plazo	Largo plazo	Corto plazo
Ferrocarril (larga distancia)	–1,21	–0,79	0,42	0,51	—	—
Ferrocarril (Talgo)	–1,81	–0,94	0,61	0,58	1,31	—
Aéreo	–1,38	–0,40	—	0,42	1,47	—
Carretera	–0,31	—	—	0,34	1,11	—
Urbano	–0,30	—	—	—	—	—
Marítimo (mercancía general)	–0,24	–0,29	0,60	0,489	1,08	1,07
Marítimo (graneles sólidos)	–0,24	–0,06	0,92	0,485	0,23	0,83
Marítimo (graneles líquidos)	–0,03	–0,13	—	—	0,40	1,18

Fuente: Coto et al. (2005).

A partir de estos valores cabe destacar las siguientes conclusiones:

Los valores de las elasticidades en el largo plazo del transporte ferroviario en Talgo, con respecto al PIB (en torno a 1,3), nos muestran que se trata de un bien normal, y los valores de las elasticidades respecto al precio propio (–1,8) y cruzada (0,61) respecto al precio del transporte por carretera nos indican la existencia de sustitución bruta entre ambos modos de transporte.

La elasticidad para el resto del transporte ferroviario en el largo plazo respecto al propio precio (–1,21) es menor que para el segmento de demanda ferroviaria correspondiente al Talgo. Asimismo, la elasticidad respecto al PIB es menor en este caso. Por el contrario, la magnitud de la elasticidad respecto al precio del transporte por carretera (0,42) es sensiblemente mayor, lo cual parece implicar la existencia de un mayor grado de sustitución respecto al transporte por carretera, que está en concordancia con las características específicas de este estrato de la demanda de transporte ferroviario.

Cabe destacar los valores muy bajos de las elasticidades en el transporte por carretera respecto al propio precio. Estos resulta-

dos nos muestran que su demanda es sumamente inelástica. Asimismo, cabe destacar que únicamente existe un valor significativo de las diferentes elasticidades cruzadas, que corresponde al caso de la demanda de transporte ferroviario respecto al precio del transporte por carretera.

2.5. Costes sociales del transporte

2.5.1. Introducción

Ha constituido una constante histórica el importante papel desempeñado por el sector del transporte en el devenir de la actividad económica de cualquier país, independientemente de su grado de desarrollo.[73] Aparte de su importancia *per se,* el transporte, debido a su elevado *efecto arrastre,* es una actividad esencial para la mayoría de los sectores económicos, tanto durante la fase de la construcción de la infraestructura como durante su utilización. Yuxtapuesto a este tradicional efecto de índole keynesiana basado esencialmente en una óptica de demanda, ha emergido con singular fuerza, a partir del trabajo seminal de Aschauer (1989), un nuevo papel de la inversión en infraestructuras como impulsora de la productividad y, en definitiva, de la competitividad de cualquier economía. No es de extrañar, por todo ello, que la inversión en infraestructuras haya sido uno de los pilares esenciales en los programas económicos de numerosos gobiernos.

Sin embargo, desde una perspectiva radicalmente diferente, no debe olvidarse que el transporte constituye una de las fuentes más importantes de deterioro del medio ambiente.[74] Este hecho adquiere especial relevancia debido a que el *input* ambiental se

---

[73] La lectura de cualquier manual de economía de transporte, por ejemplo, Aymerich et al. (1994) o Thompson (1974), donde se comparan diversas magnitudes económicas de dicho sector —valor añadido, empleo, etc.— respecto al total de la economía nacional, nos permite comprobar la importancia de este sector en la actividad económica. En este sentido, Greene y Jones (1997) afirman que el transporte está envuelto en todos los bienes y servicios producidos en la economía y es un ingrediente esencial para la vida diaria. Incluso señalan que sin el transporte las sociedades humanas actuales difícilmente podrían existir y que prácticamente retrocederíamos a la Edad de Piedra.

[74] Una definición del transporte ciertamente esclarecedora sobre su importante daño ambiental es la de industria sobre ruedas realizada por Thompson (1974).

ha convertido, tanto en el ámbito económico como social, en un factor de primera magnitud, constituyendo junto a la eficiencia y equidad uno de los objetivos esenciales en el diseño de la política económica.[75] Asimismo, los crecientes niveles de congestión en el transporte, especialmente en los grandes centros urbanos, con sus correspondientes sobrecostes operativos y temporales, están afectando de forma sensible a la competitividad.

Es decir, junto a los beneficios económicos sobre los sectores empresariales y los consumidores al permitir un mayor abanico de posibilidades de consumo como consecuencia directa de la reducción de tiempo en los desplazamientos, se manifiesta un amplio conjunto de efectos negativos de índole ambiental: ruido, partículas, vibración, accidentes, emisiones, destrucción de recursos naturales, congestión, intrusión visual, etc., que representan un importante coste en forma de pérdida de bienestar social para la economía y la sociedad.[76] La mayoría de estos efectos ambientales por su propia naturaleza no están sometidos a un precio, es decir, no existe un sistema claro de mercado que provea suficientes señales al consumidor, en el sentido de cargar todos los costes sociales al causante del daño.[77]

Por lo tanto, desde un enfoque económico neoclásico, se produce una distorsión en el funcionamiento del mercado, ya que la función de costes sociales no coincide con la de los costes privados. Al no actuar el mecanismo de los precios, se produce un exceso de utilización del servicio por encima del correspondiente al equilibrio social del mercado de transporte. En definitiva, hay deficiencias y barreras al funcionamiento eficiente de los mercados y el precio actual está por debajo del óptimo.

Además, este hecho se ve agravado por las tendencias observadas de un mayor crecimiento en los modos de transporte que generan mayores deseconomías externas. Singularmente el transporte

---

[75] De hecho, el término *desarrollo económico sostenible* es comúnmente utilizado como objetivo en el diseño de la política económica.

[76] Resumiendo los resultados de numerosos trabajos realizados en diferentes países, Quinet (1994 y 1997) da los siguientes valores de estos costes sociales expresados en porcentaje del PIB: accidentes, 2%; ruido, 0,3%; contaminación local, 0,4%; congestión, 2%, y contaminación global, del 1 al 10%.

[77] El principio «quien contamina paga».

por carretera, tanto de mercancías como de viajeros, ha observado en su evolución, especialmente desde los años setenta, un crecimiento pronunciado, relegando otros modos, como el ferrocarril, que a priori, y de acuerdo con la opinión mayoritaria de los analistas, producen un menor volumen de efectos externos negativos.

Incluso este problema puede adquirir mayores tintes de gravedad en el futuro si se considera la evolución previsible de las variables que inciden decisivamente en las pautas de evolución de la movilidad de viajeros y mercancías. Los cambios demográficos, el crecimiento económico, la especialización productiva, el mayor tiempo disponible para el ocio, las libertades de circulación y la Unión Económica, además de la globalización, hacen prever unas tasas de crecimiento muy elevadas en los próximos años para el tráfico de viajeros y mercancías en nuestro país que, si continúan las tendencias observadas, será absorbido en su gran mayoría por la carretera, agravándose los problemas ambientales.

No es de extrañar, ante todo lo expuesto, que cuestiones tales como los costes sociales y externalidades del transporte y sus posibles vías de internalización formen parte de los temas más frecuentemente tratados dentro del debate económico actual en el campo del transporte y en el ámbito de la política y planificación de infraestructuras. En este sentido, basta con observar los numerosos monográficos de revistas especializadas[78] en el campo del transporte, así como una gran parte de los volúmenes publicados de la Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT 1998) que profundizan sobre dichas cuestiones. Asimismo, en los países con un mayor nivel de desarrollo en el ámbito de la economía del transporte y de las infraestructuras[79] se han

---

[78] Por ejemplo, *Transportation* (vol. 19, n.º 4 de 1992), *Transportation Research* (vol. 28, n.º 4 de 1994) y *Transportation Planning and Technology* (vol. 19, n.os 3-4 de 1996).

[79] Como son los casos de Reino Unido, Suecia, Alemania, Holanda o Estados Unidos, donde en 1995 se constituyó dentro del Departamento de Transportes una Comisión de expertos para la «Medición de los costes sociales del transporte». En Canadá se creó en 1992 una Comisión sobre transporte nacional de pasajeros para realizar un estudio como respuesta al debate existente sobre si los costes sociales modales en el transporte interurbano de viajeros justificaban la subvención del ferrocarril. En Estados Unidos se realizan cuatro estudios financiados con recursos públicos entre 1993 y 1994. En Europa se centra especialmente el debate actual sobre el transporte de mercancías en orden a penalizar el transporte por carretera para subsidiar el transporte ferroviario.

creado numerosos grupos de trabajo para la elaboración de un diseño óptimo de precios que considere los diferentes componentes del coste social marginal. Análogamente, el estudio de los costes sociales y efectos externos del transporte constituye uno de los temas preferidos dentro de los proyectos de investigación incluidos en los diferentes programas de I+D nacionales y de la Comisión Europea.[80]

En esta misma línea, la Comisión Europea, en los sucesivos *Libros Blanco* y *Verde*[81] publicados, analiza con especial detalle las interacciones de transporte y medio ambiente y el Tratado de Maastricht sobre la Unión Europea lo recoge expresamente.[82]

2.5.2. Tipología

En el cuadro 2.8 aparecen reflejados los distintos tipos de costes sociales existentes en el transporte, que incluyen los correspondientes a la infraestructura (construcción y mantenimiento) y los asociados a la utilización de la infraestructura para actividades de transporte. Son la suma de los internos o privados y de los externos. Parte de estos costes son privados, es decir, el usuario los percibe cuando toma la decisión sobre cómo y cuándo utilizar la infraestructura del transporte. Éstos pueden ser privados desde el principio (tiempo propio gastado en el viaje, combustible sin impuestos y la amortización del vehículo) o llegar a convertirse en privados a través de las intervenciones del gobierno.[83] El resto de los costes son externos (accidentes, ambientales, etc.).

---

[80] Dentro de esta línea de investigación cabe citar los proyectos EXTERN-E, PETS, CAPRI, QUITS, MC-ICAM y UNITE pertenecientes a los sucesivos programas-marco de investigación de la Comisión Europea.

[81] Publicados en 1992, 1996 y 2001.

[82] Aparte de que en el artículo 130 se recoge el principio «quien contamine paga», en el artículo 2 se cita textualmente: «un desarrollo equilibrado de las actividades económicas y un crecimiento sostenible respetando el medio ambiente».

[83] Mediante, por ejemplo, los impuestos, instalación de catalizador o el seguro obligatorio. En el transporte público, el coste privado correspondería al precio pagado por el billete. Las externalidades ambientales actúan sobre el resto de la sociedad mientras que existen otras, como los accidentes y la congestión, que recaen sobre el resto de usuarios de la infraestructura.

2.5.3. Resultados

Para estudiar las externalidades dentro del transporte es útil, de acuerdo con el criterio generalizado entre los analistas del tema, partir de una clasificación en tres grupos claramente diferenciados: costes de congestión, costes de accidentes y costes íntimamente relacionados con el daño producido al medio ambiente, como son el ruido, la contaminación y el cambio climático.

CUADRO 2.8: Tipología de costes sociales en el transporte

Costes sociales	Costes externos	Costes ambientales	Ruido
			Contaminación
			Otros[1]
		Congestión	
		Accidentes	
		Costes de la infraestructura	
	Costes internos	Costes privados	Combustible
			Mantenimiento
			Seguros
			Amortización

[1] Por ejemplo, efectos paisajísticos, ocupación del suelo, consumo de energía, vibraciones, efectos sobre la fauna y la flora, etc.
Fuente: Elaboración propia a partir de Gastaldi et al. (1996).

En el cuadro 2.9 se muestran los valores obtenidos en el estudio de INFRAS/IWW (2000) para los costes sociales externos modales del transporte de viajeros y mercancías en 1995.

De los resultados mostrados, cabe destacar que en el transporte de viajeros el coche es el modo de transporte con un coste externo mayor (5,66 céntimos por viajero-kilómetro) seguido del transporte aéreo (4,08 céntimos por viajero-kilómetro). Por el contrario, los modos de transporte con un menor coste externo son el autocar (1,67 céntimos por viajero-kilómetro) y el ferrocarril (1,29 céntimos por viajero-kilómetro).

CUADRO 2.9: Costes sociales del transporte en España (1995)

	Viajeros (euros por 1.000 pkm)				Mercancías (euros por 1.000 tkm)				
	Coche	Autocar	Ferrocarril	Aviación	Camioneta	Camión	Total carretera	Ferrocarril	Aviación
Accidentes	27	1,8	0,3	0,5	92	6	16	0,0	0,0
Ruido	3	0,6	4,9	1,8	26	4	6	6,0	7
Contaminación	10	7,4	2,4	0,5	103	23	32	3,6	1,8
Cambio climático	13	5,0	5,3	38	141	15	20	8,0	137
Congestión	3,6	1,9	0	0	22,1	1,9	4,1	0	0
Total	56,6	16,7	12,9	40,8	384,1	49,9	78,1	17,6	145,8

Fuente: INFRAS/IWW (2000).

Análogamente para el transporte de mercancías, los mayores costes externos corresponden al transporte por carretera (38,41 y 4,99 céntimos por tonelada-kilómetro, dependiendo del tamaño del camión) y al transporte aéreo (14,58 céntimos por tonelada-kilómetro). Por el contrario, el transporte ferroviario tiene el menor coste externo (1,76 céntimos por tonelada-kilómetro).

2.6. Conclusiones

El análisis realizado a partir de los datos disponibles del volumen de tráfico sobre los modos de transporte considerados —aéreo, carretera y ferroviario para viajeros, así como ferroviario y carretera para mercancías—, con un enfoque meramente descriptivo, nos permite concluir que la demanda de transporte, tanto de viajeros como de mercancías, ha crecido drásticamente en nuestro país durante los últimos cincuenta años. Asimismo, su evolución ha seguido una trayectoria paralela a la de la actividad económica aunque con un ritmo superior, tanto en los períodos alcistas como en los momentos bajos del ciclo económico.

Sin embargo, no se puede hablar en absoluto de unas pautas generalizadas en este crecimiento tendencial de la demanda de todos los modos de transporte, ya que el ritmo de crecimiento

del volumen de tráfico ferroviario ha sido sensiblemente menor que el de sus competidores, especialmente el del transporte por carretera. Todo este proceso se ha traducido en un descenso acelerado de la participación modal ferroviaria, tanto para el transporte de viajeros como, aún en mayor volumen, para el de mercancías. En este sentido, no es aventurado afirmar que, de continuar dicha tendencia en el futuro, el modo ferroviario se convertirá en un breve espacio de tiempo en un medio de transporte marginal.

Este papel cada vez más protagonista del transporte por carretera se observa, incluso con más énfasis, en el caso del transporte de mercancías, ya que únicamente en distancias largas, superiores a 600 kilómetros, y para el transporte de determinados productos, por ejemplo minerales o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Esta tendencia es prácticamente generalizada para todos los corredores españoles.

La extensión a otros países europeos del análisis realizado nos permite afirmar que las pautas observadas en la evolución de la demanda de transporte son similares en líneas generales a las españolas, aunque la pérdida de participación modal del transporte ferroviario es menos acusada que en nuestro país.

El estudio realizado en este capítulo sobre la casuística subyacente en los profundos cambios acaecidos en el reparto modal de la demanda de transporte durante las últimas décadas nos permite entrever la complejidad de dicho proceso, caracterizado por la existencia de numerosos factores causales que en su mayoría han actuado a favor de la carretera y en perjuicio del transporte ferroviario.

El primero de ellos es el comportamiento asimétrico que se observa en el grado de competencia entre el transporte por carretera y aéreo frente al ferroviario. En este sentido, mientras que en el transporte de mercancías la competencia es muy alta con un gran número de empresas que compiten entre sí, en el transporte ferroviario se están dando los primeros pasos en el proceso de liberalización del mercado.

Otro factor relevante consiste en la sustancial mejora, especialmente de carácter cualitativo, de nuestra red de carreteras con la incorporación de más de 7.000 kilómetros de vías de gran

capacidad (autopistas y autovías) en el período 1980-2000. Por el contrario, la infraestructura ferroviaria española ha permanecido prácticamente invariable, con la salvedad de la nueva línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, utilizable únicamente para el transporte de viajeros. Asimismo, en términos de recursos financieros absorbidos por cada modo de transporte, la ratio entre inversiones en carreteras e infraestructuras ferroviarias, que en los primeros años de la década de los ochenta era inferior a dos, llega a ser superior a siete en la década de los noventa.

En el ámbito específico del transporte de viajeros, la información sobre la estructura del gasto de las familias españolas, suministrada por las Encuestas de Presupuestos Familiares, nos muestra que el transporte privado presenta un valor de su elasticidad respecto a la renta sensiblemente mayor que el del transporte público. Todo ello se traduce en que el grado de participación del coche en el reparto modal de la demanda de transporte de viajeros sea cada vez mayor.

Asimismo, en el ámbito del transporte de mercancías es indudable que los cambios transcendentales acaecidos en el proceso productivo y en la cadena de distribución han impulsado el papel del transporte por carretera, debido a su mayor fiabilidad y flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda. En este sentido, las profundas transformaciones acaecidas en la estructura productiva de los diferentes sectores industriales han traído consigo que las mercancías que tradicionalmente eran transportadas predominantemente por ferrocarril hayan perdido sensiblemente peso porcentual dentro de la producción industrial total, siendo los productos que presentan menores tasas de crecimiento durante el período de estudio. Por el contrario, el peso porcentual, respecto del total de la producción industrial total, de otros sectores productivos, caracterizados tanto por su mayor valor unitario como por su menor volumen, y que por lo tanto son más susceptibles de ser transportados por carretera, ha aumentado drásticamente.

Como consecuencia de todos estos profundos cambios acaecidos en los procesos de producción y distribución, el transporte de mercancías por ferrocarril muestra una elasticidad respecto al nivel de actividad económica significativamente menor que la del transporte

por carretera y, por lo tanto, una tendencia regresiva en su participación modal en el mercado de transporte de mercancías.

Finalmente, del análisis descriptivo realizado sobre la evolución de los precios modales parece concluirse que el precio no ha constituido un factor explicativo especialmente relevante de esta tendencia de debilitamiento del transporte ferroviario ya que, tanto en viajeros como en mercancías, la tarifa del modo ferroviario no ha crecido a un ritmo superior al de los modos alternativos.

Una vez realizado este estudio previo, se ha abordado el análisis de las magnitudes de las elasticidades de precio para nuestro país en los diferentes modos de transporte de viajeros y mercancías. La revisión efectuada de la literatura internacional nos permite comprobar la elevada rigidez de la demanda de gasolina, utilizada como *proxy* del transporte de viajeros en vehículo propio, así como la reducida existencia de relaciones de sustitución entre los diferentes modos de transporte de viajeros en relación con el precio de los diferentes productos.

Asimismo, los resultados obtenidos para las elasticidades de precio en el transporte de mercancías por carretera nos muestran su alta rigidez al precio, así como la práctica inexistencia de una relación de sustitución con el modo ferroviario. Todo ello está en consonancia con los resultados obtenidos para otros países, donde incluso en algunos casos aparecen relaciones de complementariedad entre ambos modos. Indudablemente, determinadas características de la oferta del transporte de mercancías, como el tiempo y la fiabilidad, tienen un peso más relevante en la toma de decisión sobre la elección del modo de transporte.

Finalmente, el análisis efectuado sobre los costes sociales de cada modo de transporte de viajeros y mercancías nos permite concluir que al transporte por carretera y aéreo les corresponden los mayores costes sociales unitarios. Se trata de un problema particularmente grave en cuanto que, de acuerdo con el análisis realizado, todas las previsiones apuntan a que estos modos de transporte con mayor coste social serán los que presenten en el futuro un ritmo de crecimiento más elevado, lo que incrementará la magnitud de los costes sociales asociados al transporte.

3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte

3.1. Introducción

Existe un amplio consenso en que los vertiginosos cambios acaecidos en la última década, englobados bajo el nombre *nueva economía* y asociados al vertiginoso desarrollo de las TIC, van a traer consigo importantes efectos económicos y sociales.

La nueva economía viene acompañada por cambios relevantes en los procesos de producción y distribución que generan efectos significativos sobre los diferentes sectores económicos. En BBVA (2000) se concluye que el transporte es uno de los sectores más afectados. La causa fundamental es su alto grado de interrelación tecnológica, medida por los coeficientes técnicos de la tabla *input-output,* con todos los sectores y, en particular, sobre los propios de la nueva economía: máquinas de oficina y tratamiento de la información, que son los que concentran las mayores ganancias potenciales en términos de reducción de precios.

Golob y Regan (2001) afirman que, desde la perspectiva del transporte, se observan tres cambios tecnológicos fundamentales. En primer lugar, equipos informáticos cada vez más potentes ya que, de acuerdo con la ley de Moore, su potencia de procesamiento se duplica cada 18 meses. Asimismo, Internet ha sido decisivo en este proceso, permitiendo el desarrollo vertiginoso de los ordenadores, especialmente en los hogares, de acuerdo con las economías de red y la ley de Metcalfe: el valor de la red se eleva al cuadrado cada vez que se incorpora un nuevo usuario. Finalmente, otro factor clave ha sido la aparición y rápido desarrollo de los teléfonos móviles y de los sistemas de comunicación, tales como los sistemas de posicionamiento y comunicación vía satélite.

En este sentido, cabe señalar que, si bien las investigaciones realizadas acerca de los impactos macroeconómicos y sobre los

diferentes sectores productivos han sido ciertamente numerosas, son escasas las que tienen por objetivo el conocimiento de los efectos sobre el transporte de mercancías y viajeros.

Este *déficit* de investigación sobre dicho tema adquiere un carácter particularmente relevante si se tiene en cuenta que los estudios realizados coinciden en señalar que el sector del transporte se ve afectado muy significativamente por la introducción de las nuevas tecnologías. Estos resultados están de acuerdo con la propia caracterización del transporte como un servicio esencial para la actividad económica, tanto en su acepción de *input* intermedio utilizado en la mayor parte de las actividades productivas como en la de servicio que constituye una parte esencial del consumo que realizan las personas para poder llevar a cabo sus actividades cotidianas.

El objetivo primario de este capítulo es contribuir al conocimiento de la trama de las complejas implicaciones que la nueva economía genera en el mercado del transporte en España. Para alcanzar este objetivo se delimitan, en primer lugar, de entre los profundos cambios que la nueva economía está produciendo, todos aquellos que afecten al transporte.

En particular, aparte de las implicaciones anejas al comercio electrónico o al teletrabajo, por ejemplo, también se analiza el impacto de las nuevas tecnologías aplicadas al propio sector del transporte, como son los sistemas inteligentes de transporte (ITS). Los impactos se desglosan tanto en su faceta de viajeros y mercancías como en los diferentes ámbitos internacional, interurbano y urbano. Dentro de cada uno de estos ámbitos se estudian los efectos sobre múltiples variables: demanda y reparto modal, localización de actividades empresariales y residenciales, etc. Finalmente, se analizan los impactos ambientales producidos por estos cambios en el transporte.

3.2. Tipología de efectos

Para poder estudiar la amplia y compleja tipología de efectos de la nueva economía sobre el transporte, conviene clasificarlos de acuerdo a las propias características que definen la sociedad de la información.

3.2.1. Globalización

En primer lugar, como Lehto e Himanen (2001) sugieren, dos de estas características —crecimiento económico y globalización— generan un aumento de la demanda de transporte. En el caso del crecimiento económico la causa fundamental de este incremento de la movilidad descansa en que la elasticidad de la demanda de transporte respecto a la renta es superior a la unidad. Finalmente, la globalización incrementa la longitud de los viajes, favoreciendo particularmente el transporte aéreo.

3.2.2. Actividades telemáticas

Por otro lado, desde la vertiente de utilización de las nuevas tecnologías, cabe observar la existencia de otros dos tipos de efectos sobre el transporte: indirectos y directos. Los primeros corresponden a la utilización de las nuevas tecnologías en todo el espectro de actividades económicas y sociales. Los del segundo tipo son los efectos producidos por la introducción de las nuevas tecnologías en el ámbito del transporte.

Los efectos indirectos surgen de la demanda del transporte como *input* intermedio para la producción de mercancías y para la realización de las diferentes actividades de las personas (turismo, compras, ocio, trabajo, etc.). Como afirman Mason y Deakin (2001), los individuos normalmente no realizan un viaje por el placer de hacerlo, sino por algún motivo. Los cambios en los procesos de producción y distribución de los diferentes sectores económicos o en las actividades realizadas por las personas, como la compra *on line,* influyen, por tanto, en el sector del transporte.

Con las nuevas tecnologías de información y comunicación, una parte de las actividades diarias (telemáticas) puede realizarse desde el propio hogar o el lugar de trabajo sin tener que desplazarse y reduciéndose, por tanto, la necesidad de transporte. Algunas de estas actividades son: el teletrabajo, la telecompra, la videoconferencia, el telemarketing y la teleenseñanza.

El impacto sobre el transporte se produce, como se observa en el cuadro 3.1, a través de las relaciones entre consumidores y empresas (C2B, B2C), entre consumidores (C2C) y entre em-

presas (B2B). En el grupo C2B se incluyen las relaciones entre trabajadores y las empresas donde están empleados. El teletrabajo o realización de toda o una parte de la actividad laboral fuera del lugar de trabajo es un ejemplo de este grupo. Un ejemplo de B2C corresponde a las compras realizadas *on line*. También cabe incluir en este grupo las realizadas por teléfono y televisión. No siempre este proceso desemboca en una compra. Otros ejemplos son la telemedicina, el pago de impuestos, examen de catálogo, banca electrónica, etc. Dentro del grupo C2C, las comunicaciones a través de teléfonos móviles e Internet (correo electrónico) están experimentando un elevado crecimiento.

CUADRO 3.1: **Comercio electrónico y otras aplicaciones mediante Internet**

	Gobierno	**Empresas**	**Consumidor**
Gobierno	G2G Coordinación	G2B Información	G2C Información
Empresas	B2G Suministros	B2B Comercio electrónico	B2C Comercio electrónico
Consumidor	C2G Impuestos	C2B Comparación de precios	C2C Subastas

Fuente: Elaboración propia.

Un ejemplo esclarecedor del impacto de estas nuevas tecnologías corresponde al caso de los viajes en transporte aéreo, tanto por motivo de turismo como de trabajo. Las compañías de transporte aéreo han podido reducir sus precios debido a los ahorros generados por los menores costes de transacción al realizarse las reservas *on line*. El acceso a Internet permite a los consumidores disfrutar de tarifas más económicas. Todo ello se traduce en un crecimiento de los viajes en el transporte aéreo.

El conjunto de ambos efectos tiene importantes consecuencias sobre el mercado del transporte, ya que los efectos son diferentes según el modo de transporte (marítimo, carretera, ferroviario, aéreo) y el tipo de desplazamiento (urbano, interurbano e internacional).

Indirectamente, estos cambios en el transporte tendrán otras consecuencias importantes como son los efectos ambientales y sobre la localización de las actividades productivas y residenciales.

3.2.3. Sistemas inteligentes de transporte

Finalmente, para todos los modos de transporte existen numerosas aplicaciones de las nuevas tecnologías de información y comunicación que tienen importantes efectos sobre el transporte. Dentro de los denominados sistemas inteligentes de transporte (ITS) se incluyen, por ejemplo, los sistemas de ayudas a la navegación y seguimiento vía satélite, información al viajero, gestión de emergencias, optimización de flotas, señalización y control de accesos, gestión del tráfico, etc.

En el cuadro 3.2 se muestran algunos de los posibles tipos de efectos que la nueva economía produce sobre el transporte a través de las diferentes vías indicadas anteriormente.

3.3. Tipos de relaciones entre nueva economía y transporte

Para el estudio de las relaciones entre nueva economía y transporte se utilizan dos vías complementarias —sistemas completos de demanda y análisis *input-output*— que nos permiten contemplar todos los aspectos que enmarcan dichas relaciones. En este sentido, mediante la metodología de los sistemas completos de demanda se analizan las relaciones entre los componentes del gasto de las personas, vinculados respectivamente a comunicaciones y transporte. Asimismo, mediante el análisis *input-ouput* nos fijamos en el gasto de las empresas en los capítulos relacionados con transporte y comunicaciones.

3.3.1. Sistemas completos de demanda

Para estudiar empíricamente las interrelaciones entre la nueva economía y el transporte de viajeros en el caso español, determinando si son de sustitución o complementariedad, se ha utilizado el enfoque metodológico multiecuacional de sistemas completos de demanda (SCD), que nos permite analizar detalladamente el comportamiento de la demanda de transportes de viajeros.

CUADRO 3.2: Tipología de impactos de la nueva economía sobre el transporte

Mecanismo	Tipo de impacto	Ejemplos de posibles efectos
B2C	Viajes de compras	Menos viajes en automóvil
	Transporte urbano de mercancías	Aumento de emisiones
	Transporte de mercancías internacional	Incremento de mercancías transportadas y de importaciones y exportaciones.
	Transporte interurbano de mercancías	Incremento de mercancías transportadas especialmente en carretera por su flexibilidad
C2C	Transporte de viajeros	Reducción de viajes
C2B	Transporte de viajeros urbano	Reducción de viajes al trabajo
	Territorio	Dispersión de hogares
B2B	Transporte de mercancías	Incremento de mercancías transportadas
	Transporte de viajeros	Reducción de los viajes aéreos de trabajo
	Territorio	Concentración de empresas
ITS	Operadores logísticos y empresas de mercancías	Incremento de productividad
	Usuarios de la infraestructura	Menores costes (tiempo, combustible...) por sistemas de gestión del tráfico

Fuente: Elaboración propia.

Existen otros enfoques para analizar la demanda de los servicios de transportes, tales como los proporcionados por modelos uniecuacionales y por modelos probit y logit. Sin embargo, estos enfoques proporcionan un tipo de información diferente a la suministrada por los SCD ya que recogen, esencialmente, relaciones de sustituibilidad entre los distintos servicios de transportes y sólo en muy escasa medida relaciones de complementariedad, por un lado, de los transportes entre sí y, por otro, entre los transportes y otro tipo de bienes y servicios que nos interesan particularmente en esta investigación.

En el enfoque de SCD, la base estadística aparece referida a los distintos grupos de gasto a los que el consumidor destina su renta, lo que permite calibrar una información económica del conjunto presupuestario más rica y precisa que la proporcionada por los enfoques uniecuacionales; además, el enfoque SCD permite comparar algunos de los resultados fundamentales con los obtenidos por métodos uniecuacionales, en particular los referidos a las elasticidades respecto a la renta y precio de cada servicio de transporte considerado.

A partir de la primera mitad de los años cincuenta se empezó a estimar SCD de bienes y servicios, principalmente con dos objetivos: el primero, obtener los rasgos más característicos de los mercados de estos bienes y servicios, y el segundo, realizar predicciones acerca del comportamiento de los consumidores.

La persecución de estos objetivos ha llevado también a que se formularan diferentes especificaciones para los SCD, especificaciones que han intentado recoger más efectos y menos restricciones que las iniciales, tratando, en definitiva, de proporcionar SCD cada vez más perfeccionados. En concreto, dos son los SCD más utilizados: el sistema lineal del gasto (o *Linear Expenditure System,* LE) propuesto por Stone (1954) y el sistema de demanda casi ideal (o *Almost Ideal Demand System,* AIDS) elaborado por Deaton and Muellbauer (1980a, 1980b y 1981). De ambos, el que ha tenido más éxito es el último, ya que no sólo impone un menor número de restricciones sino que, además, presenta una forma funcional más flexible y permite chequear, a posteriori, las principales propiedades de los SCD: agregación de Engel y Cournot, homogeneidad, integrabilidad y negatividad. Dada su importancia, se ofrece más adelante un apartado sobre estas propiedades y su contrastación empírica.

Los SCD han sido aplicados generalmente a grandes agregados de bienes y servicios, tales como alimentación, vestido y calzado, alquileres, energía, etc., apareciendo los transportes encuadrados dentro de un grupo de servicios de gasto muy amplio y heterogéneo, generalmente comprendido bajo la rúbrica de transportes y comunicaciones. La vertiente empírica de la literatura económica se ha centrado, sobre todo, en los gastos de estos grandes agregados, tal y como ponen de manifiesto, entre otros,

los trabajos ya clásicos de Stone (1954) y de Pollak y Wales (1978). En España, los trabajos más significativos sobre grandes grupos de gasto han sido los realizados por Lorenzo (1988), Contreras y Sancho (1992) y Carrascal (1995 y 1996), aunque también existen estudios para algunas desagregaciones de gastos particulares, como el de Molina (1993), para productos alimenticios, bebidas alcohólicas y tabaco.

Son prácticamente inexistentes, sin embargo, los estudios referidos al sector de los transportes, constituyendo la aportación de Rolle (1997) una excepción al respecto. De hecho, en los resúmenes al uso sobre literatura de economía del transporte —como son, por ejemplo, los de Waters II (1984 y 1989), Winston (1986), Oum, Waters II y Yong (1992), y Goodwin (1992)— no aparecen referenciados trabajos con este enfoque. En Europa, sólo Suiza (el trabajo ya mencionado de Rolle) dispone de un trabajo que considera la desagregación para el transporte de ferrocarril interurbano y el transporte privado, a partir de un sistema de demanda casi ideal.

A continuación, se procede a contrastar empíricamente un AIDS para una agrupación de gasto, que contiene siete grupos o categorías de gasto, de las que tres corresponden al máximo nivel de desagregación posible para los grupos de servicios de transportes: *transporte público interurbano, transporte público urbano* y *transporte privado*. Aquí se presentan las elasticidades estimadas: precio cruzadas y renta, y se comparan sus valores con los resultados obtenidos a partir de los modelos uniecuacionales en otros trabajos. Todas las elasticidades estimadas alcanzan valores razonables desde el punto de vista de la teoría económica convencional.

3.3.1.1. Metodología

La metodología empleada consiste, en primer lugar, en obtener unas funciones de demanda hicksianas a partir de la función de gasto. En segundo lugar, se derivan, de la función de gasto, las funciones de proporción de factores para cada grupo de bienes y servicios y, finalmente, se estima el sistema, procediendo a chequear las condiciones de agregación, homogeneidad, integrabilidades y negatividad.

Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) deriva a partir de una función de gasto tal como:

$$G(p,u) = a(p) \cdot b(p)^{u},$$

donde $G(p,u)$ es la función de gasto para el vector de precios p y el nivel de utilidad u, por otro lado, a y b son dos parámetros. Tomando logaritmos en la expresión anterior se obtiene que:

$$\log G(p,u) = \log a(p) + u \log b(p),$$

donde

$$\log a(p) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_i \log p_m,$$

y

$$\log b(p) = \beta_0 \prod_i p_i^{\beta_i}$$

donde α_0, α_1, y, γ_{ij}, β_0, β_i son parámetros a estimar.

En consecuencia, dado que log aparece expresado en función de log $a(p)$ y log $b(p)$ se cumple que:

$$\log G(p,u) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_i \log p_m + u\beta_0 \prod_i p_i^{\beta_i}$$

Aplicando ahora el teorema de Hotelling, es posible obtener las funciones de demanda hicksianas o compensadas a partir de:

$$\frac{\partial \log G(p,u)}{\partial \log p_i} = \frac{h_i(p,u)\, p_i}{G(p,u)} = S_i,$$

en donde S_i es la participación en el gasto del grupo i.

Puesto que tales funciones de demanda hicksianas no son empíricamente observables, lo normal es proceder a estimar un sistema de proporción del gasto del tipo siguiente:

$$S_i = \alpha_i + \sum_{j=i}^{k} \gamma_{ij} \log p_i + \beta_i \log \left(\frac{y}{P} \right),$$

donde P es el índice de precios que viene dado por la expresión:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} \gamma_{ij} \log p_i p_j .$$

El sistema es casi lineal, con la excepción del término P que representa el índice de precios.

Las condiciones de este sistema de demanda son:

1. Condición de agregación (Engel y Cournot):

$$\sum_i \alpha_i = 1 \quad \text{y} \quad \sum_i \beta_i = \sum_i \gamma_{ij} = 0;$$

2. Homogeneidad: $\sum_{i=1}^{n} \gamma_{ij} = 0$;
3. Simetría (o integrabilidad): $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ $(i, j,..,n)$;
4. Negatividad: que (S_{ij}) sea semidefinida negativa de grado $(n–1)$.

En las estimaciones empíricas hay que contrastar el cumplimiento de estas restricciones, por ejemplo a través de la suma de los residuos al cuadrado de la ecuación restringida frente a la no restringida; no obstante, también se pueden imponer las restricciones a priori, con lo cual su cumplimiento estaría siempre garantizado. Las condiciones de agregación, homogeneidad y simetría (o integrabilidad) se contrastan generalmente a través de la ratio del logaritmo de la verosimilitud, mientras que la hipótesis de negatividad se contrasta a partir de la observación de los elementos de la diagonal principal de la matriz de los efectos de sustitución cruzados, esto es, comprobando que las elasticidades hicksianas del propio precio sean todas negativas.

3.3.1.2. Principales resultados

Las series estadísticas utilizadas para la estimación de nuestro sistema completo de demanda de transportes proceden de la Encuesta de Presupuestos Familiares 1990-1991. Esta encuesta —que ofrece información sobre consumo, renta y composición demo-

gráfica de las familias— es acometida por el Instituto Nacional de Estadística aproximadamente cada diez años.

Aunque la Encuesta realiza un muestreo de los datos de consumo, renta y composición demográfica de 21.155 familias españolas distribuidas por todo el territorio nacional, se ha procedido, con la finalidad de eliminar datos extraños, a su filtrado, reduciéndose así el número de familias a 20.583. El tamaño de la muestra se ha reducido un poco, pero aun así es muy amplio, destacando el detalle de la información que ofrece, tanto en lo que se refiere a las características de las unidades informantes como a la desagregación de los gastos. Para un análisis más detallado de estos datos, puede consultarse el trabajo de Carrascal (1995) y las fuentes originales del INE (1992, 1993a y 1993b).

En nuestro caso, efectuamos la estimación del SCD para las agrupaciones del gasto total en las siete categorías siguientes:

- *Grupo 1:* alimentos, bebidas y tabaco, vestido y calzado, alquiler (real o imputado) de la vivienda y resto de gastos de vivienda.
- *Grupo 2:* gran mobiliario del hogar, servicios médicos y gastos sanitarios, esparcimiento, espectáculos, enseñanza y cultura, otros bienes y servicios, otros gastos no mencionados anteriormente.
- *Grupo 3 (Transporte privado):* compra de vehículos de uso personal, neumáticos, recambios, gastos de reparación y mantenimiento, carburantes y lubricantes, garaje, parking, peaje, autoescuela, alquiler de vehículos y otros gastos, resto.
- *Grupo 4 (Transporte público urbano):* transportes colectivos urbanos y suburbanos, incluido el escolar, taxi, tarjetas de transporte urbano y otros medios de transporte local.
- *Grupo 5 (Transporte público interurbano):* transporte interurbano colectivo de carretera, incluido el escolar, ferrocarril, aéreo, marítimo y otros transportes interurbanos.
- *Grupo 6:* correos y comunicaciones.
- *Grupo 7:* teléfonos y telégrafos.

En este caso (siete grupos de gasto: cuatro de bienes y servicios y tres de transportes), hay que estimar siete ecuaciones

correspondientes a las siete partidas o grupos de gasto definidos anteriormente. El número de parámetros a estimar es muy elevado (49), procediéndose a su estimación mediante la aplicación del método de sistema de ecuaciones aparentemente incorrelacionadas (SURE) del tipo Zellner (1962). La incorrelación entre las perturbaciones correspondientes a distintas familias es razonable dado que la muestra es aleatoria. El modelo estimado ha permitido obtener las elasticidades reseñadas en la tabla 3.1.

TABLA 3.1: Magnitudes de las elasticidades estimadas

E_{11}	–0,88308	E_{21}	–0,10781	E_{31}	–0,13376	E_{41}	–0,14182	E_{51}	–0,07591	E_{61}	–0,34773	E_{71}	–0,03842
E_{12}	–0,1702	E_{22}	–0,78646	E_{32}	–0,07654	E_{42}	–0,02618	E_{52}	0,025684	E_{62}	0,099802	E_{72}	–0,07526
E_{13}	–0,01653	E_{23}	0,002191	E_{33}	–0,8849	E_{43}	–0,02864	E_{53}	–0,00704	E_{63}	0,008566	E_{73}	–0,02002
E_{14}	–0,00476	E_{24}	–0,00022	E_{34}	–0,00654	E_{44}	–0,71485	E_{54}	–0,03164	E_{64}	–0,03625	E_{74}	–0,00335
E_{15}	–0,00205	E_{25}	0,000215	E_{35}	–0,00193	E_{45}	–0,01658	E_{55}	–0,78287	E_{65}	–0,04523	E_{75}	0,003864
E_{16}	–0,00139	E_{26}	–7,6E–05	**E_{36}**	**–0,00045**	**E_{46}**	**–0,00421**	**E_{56}**	**–0,00961**	E_{66}	–0,28556	E_{76}	0,001161
E_{17}	–0,00302	E_{27}	–0,00182	**E_{37}**	**–0,0065**	**E_{47}**	**–0,00419**	**E_{57}**	**0,010742**	E_{67}	0,01921	E_{77}	–0,813
E_{1X}	1,081023	E_{2X}	0,893992	E_{3X}	1,110626	E_{4X}	0,936417	E_{5X}	0,870709	E_{6X}	0,587482	E_{7X}	0,945002
Dif.	–2,5E–06		3,04E–06		8,59E–06		–4,8E–05		5,5E–05		0,00028		–1,7E-05

En relación con la consecución del objetivo de esta investigación —efectos de la nueva economía sobre el transporte—, nos interesan particularmente los resultados estimados para las elasticidades de los grupos de transporte (3, 4 y 5) respecto a los precios de los grupos de comunicaciones y de teléfonos (6 y 7). En la tabla 3.1 se observa que todas estas elasticidades, excepto la E_{57}, son negativas.[84] Si bien sus magnitudes son pequeñas, lo que nos interesa básicamente desde la perspectiva de esta investigación es el signo de las elasticidades obtenidas, que, al ser negativo, nos indica la existencia de relaciones de complementariedad entre los diferentes tipos de transporte de viajeros y los sectores propios de la nueva economía.

[84] Todas ellas son significativas a un nivel de confianza del 95%.

Por otro lado, otro resultado obtenido es que la elasticidad cruzada entre el transporte público interurbano y el transporte privado es muy baja y negativa (–0,007); y entre el transporte público urbano y el transporte privado de nuevo es muy baja (–0,006). Estos resultados son similares a los citados en el capítulo segundo, obtenidos mediante la estimación de modelos uniecuacionales, tanto urbano como interurbano, frente al transporte público urbano e interurbano.

3.3.2. Análisis *input-output*

Un enfoque alternativo para delimitar la posible existencia de relaciones de complementariedad o sustitución entre nueva economía y transporte se basa en el análisis *input-output* que se presenta a continuación.

Como se ha mencionado anteriormente, a priori cabe esperar que las diversas manifestaciones de la nueva economía: videoconferencia, teletrabajo, telecompra, enseñanza a distancia, etc., reducen la necesidad del transporte y, por tanto, TIC y transporte serían sustitutivos. Sin embargo, por otro lado cabe recordar que existen otros tipos de efectos alternativos de las TIC sobre el transporte, diferentes de la sustitución. En particular, se ha mencionado la posibilidad de que se produzca la generación de más viajes o efecto de complementariedad.

Este efecto último puede generarse a partir de dos vías, que Salomón (1986) denomina como impulso y eficiencia. La primera vía se refiere al impacto directo de un modo de comunicación (por ejemplo, telecomunicaciones) sobre la demanda de otro modo (por ejemplo, transporte). Un ejemplo de ello consiste en la utilización creciente de Internet para obtener información acerca de personas, actividades y lugares de interés, que podría estimular la demanda de viajes con el fin de visitar aquellos lugares o personas, o realizar aquellas actividades.

La segunda vía, que denomina de eficiencia, se refiere a la utilización de un producto, por ejemplo telecomunicaciones, para mejorar el funcionamiento de otro producto, caso del transporte. El efecto sobre la demanda de transporte en este caso es indirecto, ya que el incremento de la oferta efectiva de transporte y la correspondiente reducción de costes generalizados del transporte causa el aumento de la demanda de transporte.

Cabe concluir, por tanto, que dentro del complejo entramado de relaciones entre las TIC y el transporte coexisten efectos de sustitución y complementariedad. En este sentido, en el cuadro 3.3 se muestran varios ejemplos de posibles relaciones de sustitución entre transporte y comunicaciones que nos permite confirmar la existencia de numerosas aplicaciones derivadas de la utilización de las TIC que producen una reducción del transporte.

Sin embargo, como se muestra en el cuadro 3.4, también existen numerosas alternativas de aplicaciones de las TIC que generan relaciones de complementariedad entre transporte y comunicaciones, generando un aumento de la demanda de transporte.

CUADRO 3.3: Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (sustitución)

Ejemplos	Efectos sobre			
	Transporte		Comunicaciones	
	Industria	Servicios	Industria	Servicios
Fax y correo electrónico sustituyen el reparto físico de documentos	Menor consumo de combustible	Menor utilización de servicios de distribución	Más equipos de fax y ordenadores	Mayor utilización de servicio telefónico
Teléfono y videoconferencia sustituyen el desplazamiento físico de las personas	Menor consumo de combustible, menos turismos de empresa	Menos transporte aéreo	Más equipos de videoconferencia y red	Mayor utilización de servicio telefónico
Información de prensa es transmitida e impresa localmente en vez de transporte a larga distancia	Menos gasolina, menores flotas de vehículos	Menor uso de transportistas de mercancías	Más ordenadores, satélites	Más utilización de satélites y otros servicios de red
Instrumentos de control remoto sustituyen la recogida manual de datos	Menor consumo de combustible		Más terminales de control remoto, más equipamiento de red	Mayor utilización de servicios de comunicaciones
Las TIC (sistemas de transporte inteligentes) incrementan la optimización del transporte de mercancías	Menor consumo de combustible, menos vehículos de distribución	Menor utilización de servicios de distribución	Más ordenadores, más equipamiento de red	Mayor utilización de servicios de comunicaciones

Fuente: Lee y Mokhtarian (2004) y elaboración propia.

CUADRO 3.4: Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (complementariedad)

Ejemplos	Tipos de efectos sobre			
	Transporte		Comunicaciones	
	Industria	Servicios	Industria	Servicios
TIC permite la descentralización de las empresas incrementando el transporte entre lugares distantes	Mayor consumo de combustible, más vehículos de transporte	Mayor utilización de servicios de transporte	Más equipos de TIC	Mayor utilización de servicios de comunicaciones
Mercados crecientemente globales envolviendo más viajes internacionales de trabajo y mayor utilización de las comunicaciones	Más consumo de combustible, gasolina y crecimiento de los viajes en avión	Más utilización de servicios de transporte aéreo	Más equipos de TIC	Mayor utilización de servicios de comunicaciones.
Cadenas de suministro globales que requieren componentes producidos en todo el mundo	Más consumo de combustible	Más uso de servicios de transporte (terrestre, aéreo y marítimo)	Más teléfono, fax y equipos de comuni-caciones	Más uso de teléfono e Internet
Instalación de fábricas en países en desarrollo donde el factor trabajo es más barato.	Más consumo de combustible	Mayor utilización de servicios de distribución		Mayor utilización de servicios TIC
El aumento de demanda para distribución *just-in-time* a causa de las TIC se traduce en repartos menos eficientes y menores factores de ocupación y cargas completas	Más consumo de combustible		Más equipos de TIC	Mayor utilización de servicios TIC
El incremento de eficiencia propiciado por las TIC libera tiempo para la realización de más viajes de trabajo	Más consumo de combustible	Más transporte aéreo, más transporte de mercancías	Más equipo de comuni-caciones	Mayor utilización de servicios TIC
TIC mejora la eficiencia de la red de transporte reduciendo el coste efectivo de viajar y por tanto aumentando la demanda de transporte	Mayor consumo de combustible, más vehículos de transporte	Mayor utilización de servicios de transporte		Mayor utilización de servicios TIC

Fuente: Lee y Mokhtarian (2004) y elaboración propia.

En definitiva, podría pensarse que los argumentos empíricos a favor de que el efecto neto final entre nueva economía y transporte sea de sustitución son una mera consecuencia de utilizar una perspectiva incardinada en el corto plazo, que no abarca todo el amplio espectro de las tecnologías de comunicación e información. Por el contrario, cuando el enfoque se amplía y se considera un período de tiempo más amplio y todas las posibles tecnologías, podría emerger incluso un efecto neto de complementariedad.

En este sentido, adquiere un carácter sumamente relevante partir de una visión integral de las aplicaciones de las TIC que vaya más allá del estudio de los efectos de simples aplicaciones. Este enfoque agregado es el adoptado precisamente en este apartado de la investigación para estudiar los impactos netos de la nueva economía en el transporte.

3.3.2.1. Revisión

Un primer trabajo basado en este enfoque integral es el de Plaut (1997), que utiliza el análisis *input-output* para investigar el tipo de relaciones entre comunicaciones y transporte en su calidad de *inputs* de 44 sectores industriales para nueve países de la Unión Europea en el año 1980. Encontró que en la mayoría de los países existían correlaciones positivas significativas estadísticamente entre los *inputs* de transporte y los de comunicaciones para los sectores manufactureros considerados. En definitiva, su principal conclusión consiste en que para los sectores industriales existe una relación de complementariedad entre las actividades de comunicaciones y transporte.

Posteriormente, Plaut (1999) investiga los vínculos entre comunicaciones y transporte para varios países: Israel, Canadá y Estados Unidos. Los resultados obtenidos parecen mostrar nuevamente la existencia de relaciones de complementariedad para todos los países analizados. En su investigación utiliza la correlación de Spearman como medida de las relaciones entre los *inputs* de transporte y comunicaciones.[85]

---

[85] La ventaja fundamental de la correlación de Spearman sobre la de Pearson, que es la utilizada normalmente, consiste en que se trata una medida no paramétrica. No realiza ninguna suposición acerca de la distribución de datos, que es importante en nuestro caso, dado que los coeficiente *input-output* no están normalmente distribuidos como requiere la correlación Pearson.

Finalmente, Lee y Mokhtarian (2004) estudian exhaustivamente las relaciones entre transporte y comunicaciones a nivel agregado para Estados Unidos, utilizando el análisis y la tabla *input-output* y considerando ambos productos como *inputs* de las diferentes ramas manufactureras. Dentro del transporte y de las telecomunicaciones distingue entre bienes de equipo y servicios. A partir de los resultados obtenidos concluyen que existen diversas relaciones de complementariedad y de sustitución según se consideren bienes de equipo o servicios. Este trabajo es utilizado como base para nuestra investigación.

3.3.2.2. Metodología

La metodología utilizada se basa en determinar, a partir de la tabla *input-output* de un año, el grado de correlación entre los diferentes sectores manufactureros en relación con la demanda de los *inputs* transporte y comunicaciones.

Para analizar la posible correlación existente entre transporte y comunicaciones se utilizan los coeficientes *inputs* en la tabla *input-output* que se obtienen de la forma siguiente, dependiendo de si se dispone de la tabla simétrica o la de destino.

Para la matriz simétrica utilizaremos como coeficientes *inputs* a los denominados coeficientes técnicos de producción que se definen de la forma siguiente:

$$A_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j},$$

donde x_{ij} son los consumos intermedios del sector i que incorpora en su producción el sector j y X_j la producción del sector j.

En nuestro caso, los sectores i elegidos corresponden a las diferentes ramas manufactureras y los dos sectores j corresponden respectivamente a la rama transporte, que agrupa todos los sectores del transporte, y a la rama comunicaciones. Para el caso de no disponer en ese año de matriz simétrica, utilizaremos los coeficientes técnicos asociados a la matriz de destino.

Tenemos, por tanto, para cada rama manufacturera *i* un coeficiente *input* directo del transporte A_{iT} y análogamente un coeficiente A_{iC} para comunicaciones.[86]

En ambos casos ponderamos los coeficientes técnicos por los porcentajes que representan las producciones que realiza cada sector sobre la producción final del total de producto que se distribuye a la economía. Así, obtenemos relaciones económicamente más realistas entre transporte y comunicaciones que las relaciones no ponderadas que dan a cada *output* industrial igual peso independientemente de su tamaño.

La medida de correlación que utilizamos es la de Spearman:

$$Corr_i \left(A_{iT}, A_{iC} \right).$$

Un resultado del coeficiente de correlación positivo indica que existe un efecto de complementariedad; los sectores que requieren una gran cantidad de transporte también tienden a requerir una gran cantidad de comunicaciones e, inversamente, un coeficiente de correlación negativo indica que existe un efecto de sustitución.

Entre las limitaciones que presenta esta metodología cabe destacar las siguientes:

a) Los coeficientes *input* son calculados usando valores monetarios que pueden diferir de los resultados basados en la actividad.
b) Al utilizar la correlación como instrumento metodológico no es posible contrastar el sentido de la causalidad.
c) Sin embargo, los numerosos argumentos y ejemplos citados a lo largo de esta investigación ilustran algunas de las formas en que una relación causal puede tener lugar y por tanto es plausible esperar que las relaciones observadas tengan algún fundamento causal.
d) Carácter estático de las tablas *input-output*.
e) Para solventar este inconveniente, se consideran varios años.

---

[86] Es decir, A_{iT} es el valor en euros del transporte requerido para producir una unidad de *output* de la industria *i* (véase INE 2001).

3.3.2.3. Resultados

En el cuadro 3.5 se muestran los resultados obtenidos, aplicando la metodología citada, para los coeficientes de correlación Spearman entre comunicaciones y transporte en 1985, 1995 y 2000. Todos los valores obtenidos son positivos, próximos a la unidad y estadísticamente significativos al 99% de confianza.

CUADRO 3.5: Valores de los coeficientes de correlación Spearman entre transporte y comunicaciones para diferentes años

Años	1985	1995	2000
Coeficientes de correlación	0,7505	0,7622	0,7609

Nota: Significativos al 99% de confianza.

Aun con sus limitaciones, esta metodología nos proporciona una primera aproximación integral sobre el impacto neto de las TIC sobre el transporte. A partir de los resultados, cabe concluir que parece existir una relación de complementariedad entre comunicaciones y transporte.

3.4. Efectos sobre el transporte de viajeros

3.4.1. Introducción

En Golob y Regan (2001) e Iglesias (2002) se estudian con detalle los posibles efectos del comercio electrónico B2C sobre el transporte de viajeros. Este proceso de sustitución de la movilidad física por la movilidad virtual puede llegar a tener un impacto importante sobre los viajes urbanos por motivo de compras. En este sentido, como Gould y Golob (2002) señalan, el incremento en el comercio electrónico B2C puede traer importantes cambios en las pautas y actividades del transporte al tratarse de actividades intensivas en utilización del vehículo privado.

Browne (2001) afirma que el comercio electrónico actualmente está concentrado en artículos como libros, *software,* música, viajes (transporte aéreo), ropa y electrónica, aunque también hay un

rápido desarrollo en otros tipos de productos como los alimentos y artículos del hogar. Desde la perspectiva del impacto sobre el transporte, estos dos últimos tipos de compras son de particular interés porque son mucho más frecuentes.

La sustitución de estos tipos de viaje podría tener efectos beneficiosos sobre el transporte, reduciendo el nivel de congestión durante las horas punta de las compras. Incluso podría reducir la necesidad de nuevos centros comerciales, facilitando la sustitución de los viajes en coche por viajes a pie a centros de distribución próximos al hogar, que incluso podrían ser los pequeños comercios.

Para conocer el impacto final sobre el transporte de viajeros, es también importante conocer si el tiempo ahorrado es destinado a realizar otros viajes con diferente motivo. De hecho, podría ocurrir que se produjeran viajes a los mismos centros donde se realizan las compras *on line,* pero en esta nueva ocasión sólo por motivos de ocio. En este sentido, de los resultados de las diversas encuestas de movilidad parece deducirse una tendencia a combinar entretenimiento con compras.

La emergencia de las nuevas tecnologías de información y comunicación ha producido importantes efectos sobre las pautas observadas en las actividades y en la movilidad de las personas.

En este sentido, adquiere un carácter sumamente relevante determinar los efectos de las nuevas tecnologías sobre las actividades de los hogares y cuál es su potencial para eliminar, reducir o modificar el transporte de viajeros.

Este interés es común a diversos sectores y agentes; por ejemplo, para los empresarios, ya que están interesados en aumentar el grado de flexibilidad de las relaciones laborales, reducir los capítulos de costes generales, mejorar la eficiencia productiva y reducir los costes de transporte en sus empleados.

Asimismo, el sector comercial tiene interés en ofrecer alternativas atractivas a los consumidores para el tiempo liberado por la reducción de viajes al trabajo. Finalmente, los grupos ecologistas y los respectivos gobiernos contemplan la posibilidad de que las TIC ahorren energía y contribuyan a reducir la congestión y a mejorar la calidad medioambiental.

3.4.2. Tipos de actividades

A priori, una proposición lógica que surge en el análisis previo consiste en que las TIC reducirán la necesidad de utilización del automóvil. La principal razón es que las TIC eliminan en muchos casos la necesidad de desplazamiento para realizar la actividad, sustituyendo viaje físico por virtual. Particularmente interesante es la reducción de los viajes *commuting* en hora punta, ya que tendría efectos muy beneficiosos sobre la reducción de los niveles de congestión.

Sin embargo, en estos últimos años, contradiciendo dicha proposición, se ha producido un crecimiento paralelo de ambos ítems: transporte y TIC, lo cual muestra que es necesario profundizar en el estudio de las relaciones entre ellos, ya que su conocimiento, aunque creciente, es todavía limitado.

Para poder realizar el estudio de las conexiones entre las TIC y el transporte, conviene, como realizan Bhat y Koppelman (1991), comenzar delimitando tres tipos de actividades realizadas por las personas y que son susceptibles de verse modificadas por la introducción de las TIC con las consiguientes implicaciones sobre el transporte.

a) subsistencia: son actividades generadoras de renta, tales como el trabajo, los servicios de empresas e incluso la escolar. La mayoría de los viajes correspondientes a esta actividad son del tipo *commuting*.
b) mantenimiento: son actividades de compra y consumo de bienes y servicios por los individuos.
c) ocio o discrecionales: en este grupo se incluyen las diversas actividades realizadas en el tiempo libre y que no son de subsistencia (trabajo) o mantenimiento.

3.4.3. Efectos sobre el transporte

3.4.3.1. Tipología

Hace ya cerca de veinte años que Salomón (1986) señalaba cuatro posibles tipos de efectos de las TIC sobre el transporte de viajeros:

a) efecto sustitución: corresponde a los viajes que dejan de realizarse por la introducción de las TIC. Un ejemplo de este efecto consiste en la sustitución de viajes de subsistencia debido al teletrabajo.

b) efecto modificación: corresponde a los viajes que son modificados, por ejemplo, espacial (cambio de ruta) o temporalmente (cambio de hora de viaje). Incluso puede llegar a cambiarse el modo de transporte. En este sentido, la modificación temporal desde la hora punta a otro momento es particularmente interesante por su contribución a la reducción de los niveles de congestión.

c) efecto generación de nuevos viajes: se trata de un componente cuya magnitud es ciertamente difícil de valorar y corresponde a los viajes generados que no se hubieran realizado.

d) efecto neutral: corresponde al caso de que las TIC no produzcan ningún tipo de efectos sobre el transporte de viajeros.

3.4.3.2. Efectos finales

La irrupción de las TIC está produciendo cambios transcendentales en la forma de desarrollar los cuatro tipos de actividades citados anteriormente, lo que a su vez tiene implicaciones importantes sobre el transporte de viajeros (Krizek y Johnson 2003). En el cuadro 3.6 se muestran varios ejemplos de los efectos que

CUADRO 3.6: Tipología de efectos de las TIC sobre el transporte según tipo de actividad

Tipos de actividad	Tipos de efectos sobre el transporte		
	Sustitución	**Modificación**	**Generación**
Subsistencia	Teletrabajo	Revisar correo electrónico del trabajo desde el hogar	Videoconferencia para iniciar contactos
Mantenimiento	Comparación de precios para compras por Internet (p. ej., turismos)	Viajes de compras durante los días de teletrabajo	Demanda adicional por la distribución para los productos comprados
Ocio	Compra de entradas de espectáculos por Internet	Mayor flexibilidad de citas con amigos por la utilización de teléfonos móviles	Anuncios en Internet que generan nuevos viajes para compras o de ocio

Fuente: Krizek y Johnson (2003) y elaboración propia.

la introducción de las TIC en el desarrollo de las actividades de las personas produce sobre el transporte. Todo ello se analiza a continuación.

3.4.3.2.1. Subsistencia

En este tipo de actividades relacionadas con el trabajo, desde la perspectiva de las TIC cabe mencionar, por ejemplo, el teletrabajo o los telecentros. El efecto producido sobre el transporte es ciertamente importante porque este tipo de viajes *(commuting)* representa una parte significativa de los viajes de los hogares. Sin embargo, los resultados obtenidos sobre su impacto neto final son contradictorios, ya que algunos analistas han podido comprobar la generación de otros viajes durante el tiempo ahorrado y de diferente tipo que el *commuting,* como es el caso de la compra.

3.4.3.2.2. Mantenimiento

Con el desarrollo del comercio electrónico y de Internet, crece el interés de este tipo de actividades, entre las cabe incluir, por ejemplo, la telecompra. Representa una parte importante de los viajes realizados por los hogares. En general, se observa una falta de conocimiento sobre sus efectos finales en el transporte. La mayoría de los estudios realizados han versado sobre la actividad de compra por Internet.

Dentro de esta actividad cabe diferenciar varias subactividades. Por ejemplo, antes de comprar se puede consultar la información sobre los precios y otras características de los productos. Con mayor detalle, dentro del proceso de compra cabe distinguir diferentes etapas: entrada en el mercado, elección entre modos de compra, información, evaluación de la información y elección final entre comprar o salir del mercado.

Handy y Yantis (1997) estudian tres tipos de actividades: contemplar películas, compra de productos no alimenticios y gestiones bancarias. A partir de los resultados que obtienen, parece deducirse la existencia de complejas relaciones entre las actividades que tienen lugar en el hogar y aquellas que requieren desplazamiento. Para la mayoría de las actividades se encuentran diferencias sustantivas entre las que se realizan fuera y las que tienen lugar dentro del hogar.

Un resultado importante es que cada producto tiene un potencial diferente para la utilización del comercio electrónico. Gould y Golob (1997) señalan que los consumidores toman sus decisiones basándose en los cuatro componentes principales del coste asociados al proceso de compra: el precio del producto, el del tiempo necesario para buscarlo en Internet, el tiempo de viaje y el gasto monetario asociado al viaje. Los usuarios perciben diferencias significativas en relación con el grado de aptitud de los diferentes productos para la compra *on line*. Las encuestas realizadas parecen mostrar que los productos electrónicos, ordenadores y *software* son los más adecuados, y ropa la que menos. Hay que tener en cuenta que la compra en el comercio ofrece también aspectos gratificantes para el comprador, especialmente de interacción social. También puede detectarse el gran potencial que para la compra *on line* tienen otros productos, particularmente libros, música y películas, billetes de viaje y de teatro.

3.4.3.2.3. Discrecionales

Dentro del análisis de las implicaciones de la irrupción de las TIC sobre el transporte de viajeros, los vínculos con este tipo de actividades constituyen posiblemente el tema menos estudiado. En este sentido, cabe destacar dos premisas básicas:

a) Muchas de las interacciones sociales y de los contactos humanos son imposibles de valorar y no pueden ser provistos por vía electrónica.
b) La segunda es que pocas actividades de ocio pueden ser replicadas electrónicamente de forma exacta (teatro, deportes, etc.). No produce, por ejemplo, la misma utilidad al individuo alquilar una película que ir al cine. El ir al cine supone una pantalla de mayor dimensión, películas más modernas, mejor sonido, salir de casa con amigos o familiares. Todo ello es difícil de conseguir desde el propio hogar.

Ambas consideraciones sugieren que las versiones electrónicas de productos y servicios disponibles en el hogar no son probablemente sustitutos viables para las versiones físicas fuera del hogar.

Por estas razones no se debe esperar reducciones importantes en el número de viajes en este tipo de actividades.

Incluso podría llegar a incrementarse el número de viajes de este tipo debido a que el tiempo liberado en otras actividades por la emergencia de las TIC puede destinarse a actividades de ocio, con generación de los correspondientes nuevos desplazamientos.

Además, la existencia de efectos cruzados entre los diferentes tipos de actividades pone de manifiesto la complejidad del análisis de las implicaciones de las TIC sobre la movilidad de las personas. Como muestra de ello cabe citar los ejemplos siguientes:

a) El tiempo ahorrado por la práctica del teletrabajo puede destinarse a la realización de compras en horario laboral, aprovechando la existencia de menos aglomeraciones. El efecto final es, por tanto, un cambio horario del viaje de mantenimiento.

b) El tiempo liberado por la utilización del comercio electrónico para realizar la compra de productos, por ejemplo alimenticios, puede destinarse a actividades de ocio con la realización del correspondiente desplazamiento a una cafetería, por ejemplo. Es decir, la sustitución de viajes de mantenimiento puede incrementar el tiempo gastado en actividades discrecionales.

c) El proceso de compra electrónica de un producto incluye varias actividades aparte del propio proceso de compra, como es obtener información sobre las diversas alternativas. Así, la utilización de las TIC en la compra de un coche puede reducir los viajes destinados a buscar información sobre varios compradores, pero puede ser que no se reduzcan los viajes asociados a la propia actividad de compra del vehículo.

3.5. Efectos sobre el transporte de mercancías

3.5.1. Conceptos básicos

En la actividad logística no sólo se incluye el transporte, sino también los flujos de información, almacenamiento, sistemas de seguimiento de la mercancía, etc. Con B2B y B2C se ha produci-

do una importante reducción de diversos capítulos de los costes, como es el caso de los administrativos. En este nuevo escenario ya es factible que un único operador logístico canalice todas las relaciones entre productor y consumidor. La convergencia de las prácticas *just in time* con el desarrollo de las nuevas tecnologías de comunicación está generando cambios significativos en las necesidades de almacenes y de centros de consolidación de mercancías.

Analizando por separado el impacto de cada tipo de comercio electrónico sobre el transporte de mercancías, se observa que el B2B trae consigo flujos de mercancías más difíciles de predecir, órdenes de menor tamaño realizadas más frecuentemente y la simplificación de las cadenas de distribución.

Asimismo, el B2C tiene importantes consecuencias sobre el transporte de mercancías en los diversos ámbitos urbano, interurbano e internacional. La cada vez más frecuente descarga directa *on line* de determinados productos, como vídeos y música, se traduce en una reducción del volumen de tráfico del transporte de mercancías. Gould y Golob (1997 y 2002) detectan, junto a la reducción de viajes, un efecto de sustitución por otro tipo de desplazamientos basados en un motivo diferente. Otra consecuencia del desarrollo del comercio electrónico es, de acuerdo con Golob y Regan (2001), la tendencia hacia la distribución de productos altamente fragmentados dentro de un horario muy estricto y a un bajo coste.

Las pautas de distribución están cambiando global y localmente. Se incrementa el *outsourcing* y la consolidación de las actividades logísticas, no sólo entre proveedores de servicios de transporte sino entre productores y proveedores de servicios de transporte, para incrementar la eficiencia. La consolidación puede contribuir a que el factor de ocupación sea mayor, incrementándose los niveles de eficiencia.

Finalmente, los efectos en el largo plazo de la utilización de las nuevas tecnologías pueden ser muy diferentes de los del corto plazo. Krizek y Johnson (2003), por ejemplo, citan entre los factores incidentes en el largo plazo el mayor conocimiento de las nuevas tecnologías por parte de los jóvenes actuales respecto a generaciones de mayor edad.

3.5.2. Larga distancia

Un rasgo característico de la economía actual es que todo el desarrollo del propio proceso de producción está dirigido a la medida de cada consumidor, guiado de acuerdo a sus especificaciones. En la actual sociedad de la información las decisiones tomadas dentro de las empresas se basan, cada vez en mayor grado, en información en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información están haciendo posible una respuesta cada vez más rápida de la oferta a las características cambiantes de la demanda. Indudablemente, este nuevo escenario favorece al transporte por carretera, dado que por su mayor grado de flexibilidad es capaz de satisfacer más rápidamente las demandas de transporte.

En este sentido, Golob y Regan (2001), después de revisar numerosos estudios, concluyen en que los factores más influyentes en la selección del transportista son la fiabilidad del servicio por encima del propio precio. Como consecuencia de ello cabe concluir que los sistemas de distribución y producción *just in time* favorecen al transporte por carretera y aéreo frente al ferroviario.

Determinadas cuestiones relacionadas con las aduanas (armonización de protocolos para intercambios de información, desarrollo de estándares, procedimientos eficientes) adquieren un carácter sumamente relevante para un eficiente y competitivo transporte internacional de mercancías.

El comercio electrónico incrementa la necesidad de transporte en toneladas-kilómetro, pero no necesariamente en vehículos-kilómetro si se toman medidas para mejorar la eficiencia. En este sentido, debe fomentarse la utilización de las tecnologías de información y comunicación en el transporte para maximizar la eficiencia logística. Asimismo, una mayor utilización del transporte intermodal podría contribuir al incremento de los niveles de eficiencia.

3.5.3. Distribución local e impacto ambiental

En su forma actual, el comercio electrónico está basado en el reparto al hogar, que conduce a repartos menos consolidados y un mayor tráfico de mercancías, particularmente en el ámbito urbano. Esto causará impactos sociales y ambientales y tiene importantes implicaciones sobre el coste, ya que la eficiencia del

reparto puede reducirse drásticamente y, por lo tanto, los costes operativos pueden aumentar significativamente.

Puede traducirse en incrementos del volumen de transporte, especialmente en el transporte por carretera en áreas urbanas donde puede resultar no sostenible. En este sentido, el reparto a los hogares con cargas altamente fragmentadas puede causar impactos sociales y ambientales en áreas residenciales.

La necesidad de la presencia del cliente durante el reparto podría generar un incremento del volumen de transporte, ya que si no estuviera en el hogar habría que repetir el viaje en otro momento. Una primera alternativa para solucionar este problema consiste en la utilización de depósitos en los hogares donde se almacenen los productos. Otras alternativas son los puntos de recogida de los productos, situados en la proximidad de la residencia. Por todo ello, en el transporte local debe fomentarse la consolidación con creación de terminales intermedios, reduciéndose de esta forma los costes ambientales y de transporte.

3.6. Logística

3.6.1. Introducción

También en el ámbito de la logística se producen efectos muy significativos por la acción del comercio electrónico. En esta línea, Hultkranz y Lumsden (2001) sostienen que el comercio electrónico es un nuevo fenómeno que está teniendo un impacto formidable sobre la manera en que las empresas realizan sus compras, gestionan sus actividades y distribuyen sus productos. El aumento exponencial producido en el acceso a Internet necesita verse acompañado de mejoras y cambios en las estructuras de distribución con el fin de asegurar que las mercancías puedan ser transportadas rápida y eficientemente.

En este nuevo contexto, por tanto, los sistemas logísticos y de distribución desempeñan un papel fundamental, debiendo crearse nuevas soluciones que sean efectivas para competir en este mercado radicalmente distinto.

Cabe recordar que algunas características que definen al comercio electrónico desde la perspectiva logística son las siguientes:

a) El consumidor demanda recibir los productos solicitados mucho más rápidamente que en la distribución tradicional.
b) Significa la reducción de los intermediarios físicos.
c) Se caracteriza por un menor número de desplazamientos en automóvil, pero por el contrario aumentan los realizados en camionetas con pedidos más pequeños y a distancias mayores.
d) Los costes directos serán superiores, mientras que los costes indirectos de los consumidores para buscar, ordenar y disponer de los productos comprados en su hogar serán menores.
e) Surgen oportunidades para la formación de nuevos sistemas de distribución que envuelven diferentes corrientes de flujos que los tradicionales.

Las compañías que puedan satisfacer estas demandas con nuevos métodos de producción y distribución serán capaces de crear nuevas oportunidades de negocio y de estar preparadas para un mercado mucho más amplio para sus productos.

3.6.2. Canales de distribución

En la distribución convencional las mercancías pasan por varios nodos o terminales antes de llegar al cliente. Así las mercancías, después de su proceso de producción y muy frecuentemente de su almacenamiento, son transportadas a un centro de distribución donde son almacenadas, consolidadas, cargadas de nuevo y finalmente distribuidas al siguiente punto de la cadena que es el centro de distribución local. En este punto las mercancías sufren el mismo proceso de manipulación que en el centro nacional y son transportadas al comercio donde finalmente son vendidas al cliente. Dado que durante la mayor parte del tiempo que las mercancías pasan en los nodos no se genera valor, cuantos más nodos existan en un canal de distribución menos eficiente es el proceso total.

En la distribución convencional el punto donde el cliente hace su pedido y realiza su compra es el comercio. Paralelamente, la compañía realiza sus previsiones sobre la futura demanda y las

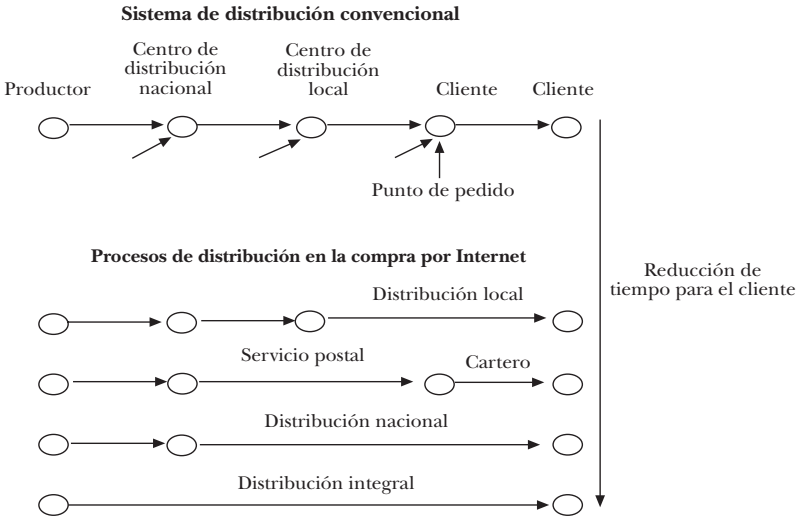
mercancías producidas son transportadas a través del canal de distribución constituido por múltiples nodos.

La clave del comercio electrónico radica en que desaparecen uno o varios de estos nodos. Por ejemplo, el producto puede distribuirse directamente desde el fabricante o desde un almacén central.

Incluso muy frecuentemente los clientes tienen la posibilidad de elegir el tiempo que tardarán en recibir su producto. Cuanto mayor sea la disposición a pagar, más rápidamente recibirán sus productos y los modelos de distribución asociados serán diferentes.

En el esquema 3.1 se observan varias alternativas de canales de distribución. La básica corresponde a la distribución tradicional. Un ejemplo de ésta corresponde a la industria alimenticia. Un producto fabricado en otro país (Francia, por ejemplo) es transportado a un centro de distribución nacional en camión o ferrocarril. En este centro de distribución las mercancías son almacenadas, vueltas a cargar, consolidadas con otros productos y finalmente transportadas a un centro local de distribución. En este centro tiene lugar un proceso similar. Finalmente son distribuidas al comercio donde se realiza la venta y desde donde el comprador lo transporta a su hogar.

ESQUEMA 3.1: Estructuras de distribución para la compra por Internet



3.6.3. Distribución con el comercio electrónico

Como se observa en el esquema 3.1, una primera alternativa de distribución para el caso del comercio electrónico consiste en suprimir la figura del comerciante minorista y distribuir directamente el producto desde el almacén local al hogar del consumidor. Es el caso, por ejemplo, de las flores compradas por Internet.

La segunda posible alternativa de distribución consiste en suprimir la figura del centro de distribución local y usar, por ejemplo, el servicio postal para distribuir la mercancía desde el centro de distribución nacional hasta el hogar del consumidor. En este caso, el cartero se encarga de repartirlo al consumidor.

Una tercera alternativa consiste en la distribución de la mercancía desde el centro nacional al consumidor. Finalmente, otra posibilidad es el transporte directo desde el productor hasta el hogar del cliente.

Cabe concluir, por tanto, que la irrupción del comercio electrónico produce un desplazamiento hacia el productor del punto donde se distribuye la mercancía al consumidor. Todo ello conduce a que los niveles de inventario sean menores, con la correspondiente reducción de los costes.

Desde la perspectiva de la distribución final, cabe resaltar que el comercio electrónico genera tamaños más reducidos en cada transporte, ya que el consumidor necesita menores cantidades que el comerciante minorista. Dado que el consumo final probablemente se incremente por la llegada del comercio electrónico, el número de envíos y de direcciones de reparto aumenta y todo ello conducirá a sistemas de distribución más completos y más operaciones para las empresas de logística y transporte.

Es importante saber cuáles son las actitudes de los consumidores ante estos nuevos sistemas de distribución. De acuerdo con los estudios y encuestas realizadas, la mayoría de los consumidores prefieren que la distribución se realice en su hogar frente a otras alternativas. Conceden la prioridad a la comodidad de recibirlo en casa frente a la libertad de poder elegir el momento del reparto.

3.7. Teletrabajo

3.7.1. Caracterización

En el teletrabajo se produce la sustitución completa o parcial del transporte al lugar de trabajo por la utilización de ordenadores o equipos de telecomunicaciones con el fin de realizar la actividad laboral en el hogar o en centros locales especializados (telecentros). En definitiva, se produce la supresión total o parcial de los viajes al lugar de trabajo *(commuting)* por los teletrabajadores. Entre los costes y beneficios asociados a la práctica del teletrabajo, cabe destacar los siguientes:

a) costes:
- costes del teletrabajador: costes del equipo necesario (ordenador, fax, impresoras, etc.) y costes asociados al menor contacto personal con los compañeros en el lugar de trabajo;
- costes de los empresarios: posible reducción de la productividad y costes necesarios del equipo del teletrabajador en el lugar de trabajo;
- costes de los recursos públicos destinados a campañas publicitarias, por ejemplo.

b) beneficios:
- ahorros de consumo de combustible para los teletrabajadores debido al menor número de viajes al lugar de trabajo;
- reducción en las emisiones de contaminantes;
- ahorros de combustible para otros vehículos por la reducción del nivel de congestión;
- menor tiempo destinado a viajes y por tanto disposición de más tiempo de ocio para los teletrabajadores;
- aumento del grado de satisfacción de los teletrabajadores y posiblemente de la productividad.

3.7.2. El caso español

En la actualidad, el teletrabajo continúa siendo una opción minoritaria para los empleados de las empresas españolas. Aunque el número de teletrabajadores en 2003 (2,9% del total) prácticamente es el doble que en 2002 (1,3% del total), España

se encuentra muy lejos de los países de su entorno, y en especial de los países nórdicos o los Países Bajos, con valores superiores al 10% (Telefónica 2004). Los sectores donde más se practica el teletrabajo son informática e I+D, los más informatizados y con los niveles más altos de implantación de las TIC, con una penetración del 24,1%, seguidos de servicios empresariales con el 6,6%. En el resto de sectores la incidencia del teletrabajo es mínima.

Desde la perspectiva del empresario, cabe destacar que el 60% de los empresarios desconfían del teletrabajo, porque consideran que resta productividad, y el 57% cree difícil controlar a sus empleados a distancia. Estos datos contrastan con los de otros países como Suecia, donde sólo el 29% de los encuestados manifiesta preocupación por la productividad si trabajan desde casa, y sus preocupaciones giran más en torno a las necesidades para desarrollar ese trabajo, como el acceso a Internet desde el móvil o la coordinación de equipos de trabajo.

Desde la perspectiva del trabajador, como se observa en el cuadro 3.7, las principales ventajas del teletrabajo son la flexibilidad

CUADRO 3.7: Ventajas e inconvenientes del teletrabajo

Ventajas	Porcentaje	Inconvenientes	Porcentaje
Flexibilidad del horario de trabajo	34,6	Falta de contacto personal/ soledad de los trabajadores	37,8
No hay que desplazarse	30,9	No encuentro ningún inconveniente	16,5
Trabajo individual (autoorganización, ausencia de jefes)	8,2	Menor protección social y laboral de los trabajadores	7,1
No tiene ninguna ventaja	5,6	Falta de motivación para organizarse	6,6
Reducción de gastos por parte de la empresa	3,7	Ausencia de control permanente por parte de la empresa	5,5
Ausencia de control permanente por parte de la empresa	2,4	Menores niveles de seguridad y confidencialidad de los datos	2,6
Otras ventajas	0,9	Reducción de gastos por parte de la empresa	1,7
Otros inconvenientes	1,7	Flexibilidad de horario de trabajo	1,1

Fuente: CIS (2004) y Telefónica (2004).

del horario de trabajo (34,6%), el ahorro de los desplazamientos (30,9%) y, en menor medida, la posibilidad de autoorganizarse (8,2%) y la ausencia de control permanente (5,6%). El principal inconveniente es la falta de contacto con el resto de personal (37,8%), aunque el porcentaje de empleados que no percibe ninguno también es alto (16,5%).

3.7.3. Efectos sobre el transporte y el medio ambiente

En Salomon (1998) e Iglesias (2002) se analizan con detalle este tipo de efectos sobre el transporte, producidos por la realización de parte de la actividad laboral en el hogar o en otro centro (telecentros). En este sentido, a pesar de las grandes expectativas creadas sobre el teletrabajo, su desarrollo está siendo más lento de lo esperado.

Iglesias (2002) manifiesta que su impacto sobre el transporte es todavía muy limitado. Aun cuando su grado de implantación no ha alcanzado su máximo potencial, existen determinados factores que permiten suponer que la sustitución final será solo parcial. Motivos de tipo socio-sicológicos y la necesidad de contactos sociales para un mayor rendimiento en la actividad laboral presionan hacia la presencia física en el lugar de trabajo. Todo ello sin menoscabo de las indudables ventajas que tiene el teletrabajo sobre la vida familiar y la mejora de la calidad de vida, al disponer para otros usos del tiempo ahorrado por la supresión del viaje al lugar de trabajo.

Aunque el teletrabajo reduce el número de viajes para aquellos que lo utilizan, su efecto global es limitado por varios motivos:

a) sólo afecta a los viajes hogar-trabajo;
b) sólo es factible para un grupo limitado de trabajadores;
c) además algunos de ellos utilizaban el transporte público anteriormente.
d) en el caso de que el viaje al lugar de trabajo se combinara con otro tipo de desplazamientos, estos últimos seguirían realizándose.

Determinados efectos indirectos pueden contrarrestar la reducción de los viajes *commuting* producidos por la práctica del

teletrabajo. En el balance final de sus efectos sobre el transporte, un factor clave es cómo se emplea el tiempo ahorrado de viaje al trabajo. Indirectamente podrían generarse nuevos viajes por diferente motivo que anularían parte de los indudables beneficios directos sobre el sistema de transporte, producidos por la reducción de viajes en las horas de mayor congestión. El menor nivel de congestión puede inducir la realización de nuevos viajes que antes no se realizaban.

Asimismo, no debe olvidarse los efectos que pudieran producirse sobre las pautas de elección de localización residencial y del lugar de trabajo que afectarían indirectamente en el largo plazo a la demanda de transporte con un potencial aumento de las distancias recorridas. Asimismo, el teletrabajo podría generar una mayor dispersión geográfica en la localización de las viviendas que traería consigo un incremento de los desplazamientos en vehículo privado y con mayores distancias recorridas.

A pesar de este abanico de efectos contradictorios, la mayoría de los estudios realizados muestran que el beneficio neto final del teletrabajo es positivo.

3.8. Sistemas inteligentes de transporte

3.8.1. Conceptos básicos

Otro aspecto importante en las relaciones de las nuevas tecnologías de información con el transporte corresponde a la propia utilización de dichas tecnologías en el ámbito del transporte. En este sentido, se define como sistemas inteligentes del transporte (ITS) a un conjunto de aplicaciones de las tecnologías electrónicas, de comunicación y de información en el campo del transporte. Su objetivo básico es incrementar el rendimiento y la productividad de vehículos, carreteras y sistemas de transporte. Asimismo, su destino es satisfacer las necesidades de los usuarios: seguridad, movilidad, accesibilidad, ambiental, etc.

La incidencia de estas nuevas tecnologías de información y comunicación sobre el transporte se puede contemplar desde dos

ámbitos diferentes: gestión del tráfico y gestión de las empresas de transporte.

En el ámbito de la gestión del tráfico, los ITS pueden influir en el comportamiento de los usuarios permitiendo el acceso a información sobre el tráfico existente y optimizando de esta forma el tráfico en la red de transporte. En el campo de los denominados sistemas avanzados de gestión del tráfico, ITS es utilizado para ofrecer a los usuarios durante el viaje información del tráfico comunicando retrasos, incidentes y rutas alternativas, al igual que información antes de comenzar el viaje.

La información antes de comenzar el viaje puede ser suministrada a través de la web: mapas de congestión, tiempos de viajes a principales destinos, rutas alternativas, imágenes que reflejan las condiciones de tráfico existentes, horarios y mapas del transporte público, etc. Asimismo, durante el viaje el conductor puede disponer de información sobre congestión y los correspondientes consejos referentes a rutas alternativas.

ITS probablemente conducirá a una mejora gradual en la eficiencia de los diferentes sistemas de transporte, ya que junto a la carretera debemos incluir también aplicaciones en otros modos de transporte, como las ayudas a la navegación en el caso del transporte aéreo. Esta mejora se producirá a través de mayor información al conductor, control de señalización del tráfico y sistemas de detección de incidentes.

En el campo de las empresas de transporte la aplicación del ITS, tanto para B2B como para B2C, facilita una detallada información sobre los movimientos de los vehículos mediante la utilización de las comunicaciones de datos móviles y los sistemas de navegación por satélite como es el GPS. Esta tecnología permite una gestión más eficiente de la flota de vehículos con un continuo seguimiento de las mercancías transportadas. Todo ello permite una reducción significativa de los desplazamientos en vacío, con los correspondientes beneficios ambientales.

3.8.2. Beneficios

Ante las importantes dificultades (financieras, ambientales, etc.) de la tradicional inversión en carreteras, las aplicaciones ITS se presentan como una alternativa solvente para hacer frente

a los problemas crecientes de congestión y otros costes externos del transporte por carretera.

Sus beneficios se extienden a la seguridad, ahorros de tiempo, ahorro de costes y además se difunden por todo el espectro económico, contribuyendo favorablemente al crecimiento económico y productividad de la economía. Todo ello con menos inversiones y sin los problemas ambientales de la inversión tradicional.

Las aplicaciones ITS son básicas para el desarrollo de una política que integre la oferta y demanda de transporte. Junto al aumento de la capacidad efectiva, las aplicaciones ITS presentan la ventaja de que actúan también sobre el lado de la demanda, contribuyendo a la gestión eficiente de la demanda de transporte. Proporcionan numerosos beneficios en forma de utilización más eficiente de la infraestructura y de los recursos energéticos, junto a mejoras significativas en seguridad, movilidad, productividad y accesibilidad.

Ante las numerosas dificultades existentes para acometer nuevas actuaciones en infraestructuras, las aplicaciones ITS se muestran como una solución viable para hacer el movimiento de personas y mercancías más eficiente en todos los modos de transporte. Al integrar las tres vías de información, comunicación y control, las tecnologías ITS facilitan a las Administraciones, operadores y usuarios el estar mejor informados y poder tomar decisiones coordinadas. Más aún, las alternativas ITS tienen menores costes de adquisición y operativos durante su ciclo de vida que las tradicionales mejoras del transporte.

Las aplicaciones ITS contribuyen al desarrollo del comercio y al crecimiento económico mediante la mejora de los niveles de accesibilidad y facilitando los procesos *just in time*. Además, producen una reducción de los costes empresariales de los diversos *inputs*. Todo ello se traduce en que las aplicaciones ITS juegan un papel relevante en la productividad y competitividad de la economía.

Un aspecto clave en la evaluación de los beneficios de las aplicaciones ITS es la existencia de importantes sinergias al combinar diferentes sistemas. En este sentido, cabe destacar que la suma de los beneficios de las acciones integradas de los ITS es superior a la suma de los beneficios correspondientes a cada aplicación por separado.

Aunque el impacto más significativo de los ITS está probablemente en el transporte por carretera, también contribuyen a la eficacia y la seguridad de otros modos de transporte.

Sus beneficios se extienden más allá de la propia actividad del transporte, debido al elevado efecto arrastre de este sector. En el cuadro 3.8 se muestran los beneficios de algunas aplicaciones ITS.

En la mejora de los niveles de seguridad cabe señalar, entre las diferentes aplicaciones ITS, los sistemas de seguridad y vigilancia, junto a los sistemas de emergencias y aplicaciones específicas para los vehículos.

En el ámbito de los beneficios económicos cabe destacar los sistemas de seguimiento de la mercancía y gestión de flotas que mejoran significativamente la eficiencia de las empresas logís-

CUADRO 3.8: Tipología de algunos beneficios de las aplicaciones ITS

Sistemas	Tiempo	Seguridad	Coste	Ambiental y energía	Capacidad	Satisfacción del consumidor
Gestión de la red viaria	x	x		x	x	
Gestión de incidencias	x	x	x	x		
Gestión del transporte público	x		x			x
Gestión de emergencias	x					x
Peaje electrónico	x		x	x	x	
Pago electrónico	x		x			
Información multimodal			x	x		x
Sistemas integrados	x		x			x
Servicios de emergencia	x	x				
Seguridad del viajero	x					
Gestión administrativa (permisos, etc.)			x			
Gestión y seguimiento de la mercancía	x		x			
Ayuda al conductor	x	x	x		x	x

Fuente: Inglada y Pesquera (2003).

ticas. Asimismo, los sistemas de peaje electrónico contribuyen eficazmente a la reducción de la congestión y a la mejora de la productividad.

3.8.3. Beneficios ambientales

La utilización de las tecnologías ITS tiene también un efecto indirecto pero positivo en el medio ambiente. Algunos ejemplos de ello son:

a) los sistemas de navegación y el servicio de información que indican a los conductores las rutas más eficientes, con los consiguientes beneficios en términos de congestión y medio ambiente;
b) la información sobre la disponibilidad de aparcamiento, que permite a los conductores disminuir el tiempo de circulación hasta su lugar de destino, reduciendo los niveles de tráfico y congestión en zonas urbanas, y
c) la información en tiempo real, que favorece la utilización del transporte público, en general menos nocivo para el medio ambiente.

Más aún, al analizar los efectos producidos por el desarrollo de los ITS en el transporte por carretera, cabe concluir que las opciones siguientes producen significativos beneficios de reducciones del impacto ambiental en relación con la emisión de gases invernadero y el cambio climático (Inglada y Pesquera 2003):

a) gestión de incidencias. Utiliza tecnologías de monitorización y control para gestionar los incidentes;
b) control de tráfico. Los sistemas de control de semáforos adaptados al tráfico monitorizan el flujo de tráfico sobre una red de carreteras e implementan el timing de los semáforos basado en condiciones de tráfico en tiempo real;
c) información al viajero antes y durante el viaje. Estos sistemas distribuyen servicios de información al viajero para facilitar la planificación del viaje y las decisiones en el viaje para turismos y transporte público. La información antes del viaje, por ejemplo, permite planificar con exactitud las

rutas más eficientes, así como la selección apropiada entre las opciones de transporte público a través de itinerarios en tiempo real. En cuanto a la información durante el viaje, como la información de tráfico en tiempo real o los tiempos de llegada o salida, incrementan la velocidad y disminuyen los tiempos de espera; y

d) sistemas de pago electrónico. La tecnología del peaje electrónico sin parada del vehículo facilita la implementación de la tarificación del transporte por carretera sobre nuevas o ya existentes infraestructuras sin la necesidad de las tradicionales cabinas de peaje. Los sistemas electrónicos de pago del billete del transporte público facilitan el pago del billete para el usuario del transporte público, y la gestión financiera de los ingresos tarifarios se hace más segura y eficiente para el operador de transporte público.

3.9. Efecto ambiental: comercio electrónico *versus* tradicional

Como se ha podido comprobar en los epígrafes anteriores, la trama de relaciones entre nueva economía y transporte es sumamente compleja. Esta complejidad es si cabe aún mayor al intentar determinar cuál es el efecto final sobre el medio ambiente, haciendo inevitable un estudio por separado de los efectos de cada una de las diversas manifestaciones de la nueva economía.

En apartados anteriores se han descrito los principales efectos ambientales de los aspectos más destacados de la nueva economía, como el teletrabajo y los sistemas inteligentes de transporte. Para completar estos análisis y dado el elevado interés de los aspectos ambientales en la sociedad actual, se presenta a continuación un ejemplo que nos permite vislumbrar la incidencia del comercio electrónico sobre el medio ambiente.

3.9.1. Introducción

Dada la importancia de los aspectos ambientales en la sociedad actual y el desarrollo acelerado del comercio electrónico, adquiere un carácter sumamente relevante la realización de un

análisis comparativo desde la perspectiva ambiental entre la alternativa del comercio tradicional frente al comercio electrónico.

Para realizar este ejercicio comparativo entre ambos tipos de comercio se ha elegido el caso de la compra de libros, debido a que sus peculiares características la hacen particularmente interesante para utilizarlo como ejemplo. En primer lugar, se trata de un producto que puede comprarse tanto de la forma tradicional como vía comercio electrónico. También el alto número de libros que finalmente no son vendidos y que son reciclados o redistribuidos a otra librería, aumenta el interés de realizar este estudio.

A priori cabe pensar que un producto comprado por Internet es más beneficioso desde la perspectiva ambiental. Por ejemplo, al no realizarse los viajes en coche a los comercios para la compra del artículo, dejan de producirse las emisiones anejas a dichos desplazamientos. Asimismo, son menores las necesidades de almacenamiento en los comercios, con la correspondiente reducción de los gastos en diversos capítulos: *stocks,* seguros, etc.

Sin embargo, no debe olvidarse que un producto comprado por Internet, debido a las propias características del comercio electrónico, necesita en ocasiones ser transportado por avión y ser distribuido finalmente hasta el consumidor mediante el correspondiente camión. Este último desplazamiento suele desarrollarse en áreas residenciales donde el coste social es particularmente relevante. Además, otra cuestión que debe considerarse es que en el comercio electrónico la mercancía normalmente debe ser empaquetada de forma individual y los envases son de difícil reutilización.

3.9.2. Revisión

En Matthews, Hendrickson y Soh (2001) se estudia con detalle las diferencias, desde las perspectivas ambiental y energética, de la utilización del comercio electrónico y tradicional para el comercio de libros en Estados Unidos.

Posteriormente, en Matthews et al. (2002) se extiende este análisis al caso de Japón, estudiándose con especial énfasis los efectos sobre el consumo de energía, producidos en ambos países por la utilización de los dos tipos de comercio. Entre las princi-

pales conclusiones de este análisis cabe citar que las peculiaridades de cada país tienen una gran incidencia en los resultados obtenidos para ambos tipos de comercio. Así, variables como la densidad de población, la extensión, el grado de utilización del automóvil, la calidad y extensión de la red de transporte público, etc., se muestran especialmente relevantes para el análisis.

3.9.3. Características de ambos tipos de comercio

En este estudio se consideran dos modelos de redes logísticas para el comercio de libros. En el comercio tradicional, el libro es distribuido por la editorial y, después de pasar por varios distribuidores y almacenes, llega al comerciante. El cliente compra el libro en la librería y lo lleva a su hogar.

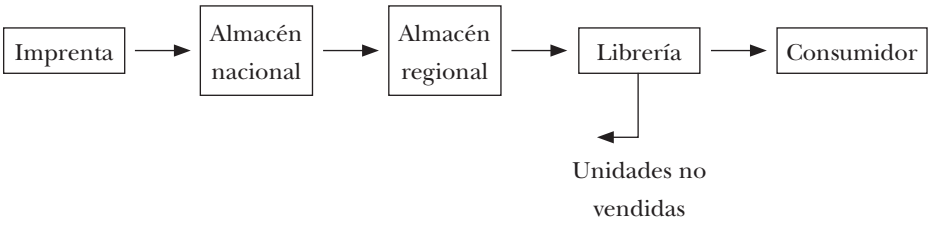
En la segunda alternativa, correspondiente al modelo del comercio electrónico, se delimitan varias etapas. Se transporta por carretera[87] el libro desde la editorial o imprenta a uno o varios almacenes intermedios y, finalmente, por camión o furgoneta se distribuye al hogar del comprador.

3.9.3.1. Método tradicional

En el esquema 3.2 se muestra la cadena logística en el caso tradicional del proceso de distribución de libros.

Este proceso se desarrolla de la forma siguiente: los libros son transportados desde la imprenta a un almacén nacional y desde allí a un almacén regional. Finalmente, desde este almacén son

ESQUEMA 3.2: Cadena logística en el comercio tradicional



[87] Otra alternativa consiste en el transporte aéreo a un aeropuerto regional *hub,* desde donde es transportado al hogar del comprador para finalmente ser distribuido al cliente. Éste es el proceso considerado en el estudio de Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

distribuidos a las librerías, donde son comprados por los consumidores, que finalmente los transportan a sus hogares.

Otra posibilidad consiste en la supresión del nodo intermedio, correspondiente al almacén nacional, y el libro se transporta directamente al centro logístico regional, desde donde es distribuido a las librerías. Éste sería el caso más normal en países de menor extensión que Estados Unidos, como es el caso de España.

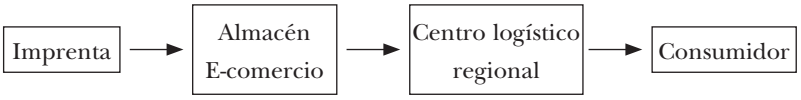
Un rasgo característico de esta alternativa logística es la existencia de un flujo de retorno de libros no vendidos, que Matthews, Hendrickson y Soh (2001) cifran en un valor medio del 35% del total de libros.

Hay que considerar, asimismo, los efectos ambientales producidos por los viajes realizados por los consumidores a la librería (y de vuelta al hogar) para adquirir los libros.

3.9.3.2. Comercio electrónico

Para el caso de la utilización del canal del comercio electrónico, donde la compra se realiza por Internet, se parte del supuesto de que el libro se transporta por carretera desde la imprenta hasta el almacén nacional y desde éste al centro logístico regional. Finalmente, desde el almacén regional se distribuye utilizando una furgoneta a los hogares de los compradores.[88] Este proceso se muestra en el esquema 3.3.

ESQUEMA 3.3: Cadena logística en el comercio electrónico



Análogamente al caso del comercio tradicional, existe la posibilidad de una cadena más simplificada, muy frecuente en los países de menor extensión, en la que los libros se transporten

[88] Matthews, Hendrickson y Soh (2001) en su análisis para Estados Unidos, para el caso del método del comercio electrónico donde la compra se realiza por Internet, suponen que el libro se transporta por vía aérea desde el almacén a un centro logístico regional.

directamente desde la imprenta al centro logístico regional. Asimismo, el transporte desde la imprenta al almacén puede realizarse por vía aérea o por carretera, dependiendo del caso analizado.

3.9.4. Análisis comparativo

3.9.4.1. Caso general

Para un país extenso como es el caso de Estados Unidos, Matthews, Hendrickson y Soh (2001) realizan un análisis comparativo de ambas alternativas de logística comercial. Utilizan como caso tipo el correspondiente a la venta de libros por valor de un millón de dólares, que equivale a cerca de 286.000 libros. Las hipótesis básicas que consideran son las siguientes:

a) Las dimensiones de cada libro son 23 × 6 × 16 cm y su peso es 1,1 kg.
b) La distancia entre el almacén y la librería es 805 kilómetros. El comprador reside a una distancia media de 16 km de la librería. Sin embargo, dado que el consumidor puede comprar otro producto en la librería o continuar el viaje por otro motivo, consideran finalmente un recorrido medio de 8 km a la librería.
c) Debido a la existencia de devoluciones (35%), para el comercio tradicional se imprimen o producen 386.000 libros.
d) En el comercio electrónico la distancia hasta el almacén regional es de 805 km. Desde allí, es distribuido con camionetas a la residencia del comprador.

En el cuadro 3.9 se muestran los resultados de las estimaciones de los costes realizadas para los dos modelos, considerando en el tradicional las dos posibilidades: con y sin devoluciones.

Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje de libros devueltos es un factor clave en los costes relativos globales. En este sentido, si no hay devoluciones, el sistema tradicional tiene un coste sólo ligeramente mayor que el modelo del comercio electrónico.

CUADRO 3.9: Costes estimados comparativos de logística y retornos para el comercio tradicional versus comercio electrónico

	Comercio tradicional			Comercio electrónico	
	Cálculo	**Sin retornos (miles de $)**	**Con 35% de retorno (miles de $)**	**Cálculo**	**Coste (miles de $)**
Empaquetado	1,33 $ x 286.000 libros/10 libros por caja	38	51	1,33 $ x 286.000 libros/10 libros por caja + 0,4 $ x 286.000 libros	155
Transporte por carretera al almacén	3 viajes x 805 km/viaje por 338 t, a 0,18 $/tkm	144	195	Sólo un transporte de 805 km de 338 t	48
Transporte aéreo de mercancías	Ninguno	0	0	Un viaje de 805 km de 403 t, a 0,55 $/tkm	177
Distribución local	8 km a 0,21 $/km por 286.000 libros	472	472	Carga de distribución local de 1,50 $ para 286.000 libros	440
Costes generales de comercio	12% ingreso medio 15 $/libro por 286.000 libros	515	695	4% de ingreso con valor medio de 15 $/libro para 286.000 libros	172
Transporte de retorno desde la librería	805 km del 35% de retornos (100.000 libros x 10 libros por paquete x 0,26 $)	0	17		
Coste de la producción de retorno	3,5 $ x 100.000 libros	0	350		
Total sin coche		697	1.308		992
Total con transporte privado		1.169	1.780		992

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

En relación con los impactos ambientales producidos en ambos modelos, en el cuadro 3.10 se muestra el consumo de energía, las emisiones de factores contaminantes convencionales,[89] residuos peligrosos y emisiones de gas invernadero generados por el transporte de mercancías, empaquetado, producción

[89] Los contaminantes convencionales incluidos son SO_2, CO, NO_2, COV y partículas.

de combustible y producción de libros para los dos modelos de comercio descritos antes.

CUADRO 3.10: Análisis comparativo de los efectos ambientales de la distribución comercial tradicional y la del comercio electrónico

	Energía (TJ)	Contaminantes convencionales (mT)	Residuos peligrosos	Emisiones de gas invernadero (t equivalentes de CO_2)
Diferencia de comercio tradicional con retornos y comercio electrónico	3	29	8	37
Porcentaje de diferencia	9	47	12	2
Diferencia entre el comercio tradicional sin retornos y el comercio electrónico	–2	24	–2	–25
Porcentaje de diferencia	–7	42	–4	–15

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

Asimismo, el cuadro 3.11 resume los impactos de ambas categorías sobre la base de un libro vendido.

CUADRO 3.11: Estimación de los efectos ambientales unitarios (por libro) de la logística tradicional y del comercio electrónico

	Tradicional con retornos	Tradicional sin retornos	Comercio electrónico
Energía (MJ)	115	98	105
Contaminantes convencionales (kg)	0,22	0,2	0,12
Residuos peligrosos (kg)	0,23	0,2	0,2
Emisiones de gas invernadero (kg equivalentes de CO_2)	7	6	6,9

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

A partir de los resultados obtenidos, cabe concluir que los impactos ambientales anejos a la utilización del comercio electrónico se sitúan entre los modelos tradicionales, correspondientes al 0 y 35% de retorno.

Así, desde la perspectiva ambiental, el modelo del comercio electrónico en el escenario base se muestra muy superior al tradicional. Incluso en el escenario más desfavorable, su impacto ambiental es comparable al modelo tradicional.

El único efecto preocupante es el capítulo de las emisiones de gases invernadero, que es consecuencia del transporte aéreo de mercancías y del incremento de empaquetado.

Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad de los resultados para ambos modelos: tradicional con el 35% y comercio electrónico. En el cuadro 3.12 se muestran los valores límite que deben alcanzar los diferentes parámetros elegidos del análisis de sensibilidad para que los efectos ambientales de ambos modelos sean equivalentes. También se muestra la variación porcentual de cada uno de ellos respecto a los valores correspondientes al escenario base.

A partir del análisis de sensibilidad realizado, cabe deducir las conclusiones siguientes:

a) Si la distancia recorrida en el transporte aéreo es de 870 km en lugar de 805 km, las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en el modelo del comercio electrónico,

CUADRO 3.12: Valores límite de los parámetros para la equiparación ambiental del comercio tradicional y el comercio electrónico

	Distancia recorrida en el transporte aéreo		Distancia recorrida en el viaje al comercio desde el hogar	
	Kilómetros	**Porcentaje**	**Kilómetros**	**Porcentaje**
Energía (MJ)	1.170	45	6,8	16
Contaminantes convencionales (kg)	9.000	1.100	2,7	–66
Residuos peligrosos (kg)	1.490	85	6	27
Emisiones equivalentes de CO_2 (kg)	870	8	7,7	41

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

responsables del cambio climático, serían equivalentes a las del modelo tradicional (con retornos).

b) Asimismo, las emisiones de contaminantes convencionales serían equivalentes si la distancia correspondiente a los desplazamientos a los comercios locales desde los hogares se redujera el 66%, es decir, que fuese de 2,7 km.

El análisis de sensibilidad realizado muestra que serían necesarios significativos cambios en las hipótesis para que el modelo tradicional (con retornos) sea superior ambientalmente al comercio electrónico.

Como se ha indicado anteriormente, se ha supuesto que el transporte de los libros en el comercio electrónico tiene lugar por vía aérea. Cabe destacar que se trataría del peor escenario posible para el comercio electrónico, ya que muchos pedidos son transportados exclusivamente por carretera. Esto quiere decir que los efectos ambientales asociados a la distribución correspondiente al comercio electrónico serían en muchos casos incluso menores.

3.9.4.2. Caso español

En el caso español, se puede suponer que en general el transporte tiene lugar por carretera. Para este caso, en el cuadro 3.13 se muestran los principales impactos diferenciales de la utilización de cada tipo de comercio.

CUADRO 3.13: Efectos específicos ambientales del comercio tradicional y el comercio electrónico

Comercio convencional	Comercio electrónico
Desplazamiento en coche entre el hogar y el comercio	Transporte en camioneta a la residencia (último kilómetro)
Viajes de retorno de los libros no comprados	Exigencias de empaquetado individual

En este sentido, la utilización del comercio tradicional implica la recogida del libro de la librería y su transporte al hogar del comprador. Ambos viajes se realizan normalmente en automóvil y

generan significativos costes sociales externos de diferente tipo: accidentes, ruido, congestión, contaminación, calentamiento global, etc. Al eliminar estos viajes, los efectos externos negativos se reducen significativamente en el modelo del comercio electrónico.[90]

Otro beneficio ambiental diferencial del comercio electrónico surge a causa de que, utilizando este canal de compra, no se producen devoluciones de libros, evitando el correspondiente transporte al almacén (logística inversa).

Pero en el otro lado de la balanza cabe citar dos hechos que penalizan ambientalmente al comercio electrónico: la necesidad de transportar la mercancía hasta los hogares de los compradores, cuyo impacto ambiental puede ser importante por tener lugar habitualmente en un entorno urbano, y la necesidad de un empaquetado adicional individual. Todo ello puede reducir una parte de los beneficios correspondientes a los viajes suprimidos.

Además hay que tener en cuenta que en el caso del modelo tradicional existe la posibilidad de suministrar servicios intermedios a los consumidores.

En el cuadro 3.14 se muestran los costes sociales unitarios de cada modo de transporte involucrado en esta investigación: coche, camioneta, camión y aéreo de mercancías. Se observa que el mayor coste social por tonelada-kilómetro del transporte corresponde al caso de la camioneta, seguido del transporte aéreo.

CUADRO 3.14: Costes sociales modales unitarios del transporte en España (1995)

	Coche (euros/1.000 tkm)	Camioneta (euros/1.000 tkm)	Camión (euros/1.000 tkm)	Aéreo mercancías (euros/1.000 tkm)
Accidentes	27	92	6	0
Ruido	3	26	4	7
Contaminación	10	103	23	2
Cambio climático	13	141	15	137
Congestión	3,6	22,1	1,9	0
Total	56,6	384,1	49,9	146

Fuente: INFRAS/IWW (2000).

[90] No se consideran los viajes de retorno de los consumidores, ya que se puede suponer que se realizarán en ambos modelos de distribución.

Para el caso español no consideramos el transporte aéreo y, por tanto, debemos comparar el coste social del comercio tradicional: turismo y retornos con el del comercio electrónico: camioneta.

Para esta comparación se debe disponer de los costes sociales por vehículo que se obtienen a partir de los anteriores, multiplicando por los valores respectivos de la ocupación.[91] Las magnitudes de los costes sociales por vehículo se muestran en el cuadro 3.15 y nos permiten comprobar que son muy similares para los desplazamientos en turismo y camioneta.

CUADRO 3.15: Costes sociales totales por vehículo

(euros por 1.000 vehículos-km)

Coche	Camioneta	Camión
113,2	115,2	278,4

Si se tiene en cuenta que las magnitudes de los costes sociales asociados al transporte de un libro en turismo y camioneta son parecidos[92] y que en el comercio tradicional existe un coste social adicional debido a la necesidad de transportar los libros devueltos, cabe concluir que la utilización del canal del comercio electrónico produce un coste social externo de menor magnitud que con el método del comercio tradicional.[93]

Finalmente, cabe destacar que en este trabajo no se han considerado varios capítulos de costes:

a) En primer lugar, los costes de *stocks* asociados al sistema tradicional.
b) Hay beneficios asociados con la compra rápida.

[91] De acuerdo con INFRAS/IWW (2000), estos valores son de 2 personas, 0,3 toneladas y 5,6 toneladas, respectivamente, para el turismo, camioneta y camión.

[92] Suponemos que las distancias recorridas en ambos desplazamientos son similares.

[93] Incluso la magnitud del coste social del comercio electrónico sería menor y por tanto mayor la diferencia de su coste social con el tradicional, si se considera la posibilidad frecuente de que se distribuyan más libros u otros artículos por camioneta desde el centro logístico local hasta los hogares.

c) Los compradores *on line* tienen un abanico de selección más amplio que la compra convencional.

d) Los costes personales asociados al viaje en turismo son también un importante factor en los costes relativos de los dos sistemas de distribución. Los estimadores de coste anteriores no incluyen los costes de tiempo correspondientes con el viaje, al suponerse que los costes de viaje para comprar no generan desutilidad.

3.9.4.3. Conclusión final

En definitiva, los resultados obtenidos en el estudio comparativo entre los dos canales de distribución del comercio de libros nos muestran la existencia de diferencias sustanciales entre los respectivos costes sociales, con menor magnitud del coste social del comercio electrónico respecto al modelo tradicional si existe retorno de la mercancía. Sin embargo, la comparación entre comercio electrónico y el modelo tradicional sin devoluciones es mucho menos concluyente.

3.10. Conclusiones

El desarrollo masivo de las nuevas tecnologías de telecomunicación y comunicación ha ampliado el rango, tipo y número de transacciones que tienen lugar sin necesidad de transporte. Simultáneamente, determinadas características de la denominada nueva economía presionan al alza sobre la demanda de transporte.

En este sentido, cabe señalar que el impacto de las tecnologías de información y comunicación sobre el transporte es un tema muy complejo y donde confluyen numerosas actividades con distintos efectos en magnitud y signo.

Por ejemplo, el comercio electrónico entre empresas produce un aumento de las necesidades de transporte. Asimismo, la utilización del comercio electrónico por los consumidores podría reducir el número de viajes en vehículo privado motivados por las compras, aunque probablemente se incremente el tráfico local de mercancías.

El impacto sobre el sistema de transporte todavía es pequeño aunque las perspectivas a largo plazo son muy elevadas, particularmente en el comercio electrónico entre empresas y consumidores. Para su estudio, que presenta numerosas incertidumbres, es imprescindible delimitar la tipología de efectos, diferenciando entre directos o indirectos y a corto o largo plazo.

En este trabajo se ha utilizado un sistema completo de demanda casi ideal (AIDS) para analizar la demanda de los servicios de transporte en España y el tipo de relaciones con la nueva economía. La aplicación de un modelo de estas características permite obtener información del gasto de las familias en diferentes grandes grupos de bienes y servicios, con especial detalle en los correspondientes a los servicios de transporte. La forma funcional AIDS es flexible y no impone restricciones al efectuar su estimación. Se verifica la restricción de homogeneidad de grado uno en los precios, lo que informa sobre la ausencia de ilusión monetaria en el comportamiento de las familias. También se verifican las restricciones de simetría, agregación y negatividad. El modelo general planteado presenta (en sus tres versiones) unos resultados econométricos adecuados, proporcionando estimaciones de elasticidades respecto al propio precio, cruzadas y de renta razonables desde el punto de vista de la teoría económica convencional. Cabe concluir, a partir de los resultados obtenidos, que existen relaciones de complementariedad entre telecomunicaciones y transporte.

Paralelamente al trabajo anterior, se ha utilizado un enfoque alternativo basado en el análisis *input-output,* a partir del gasto en consumos intermedios realizado por las empresas en actividades relacionadas, respectivamente, con el transporte y las comunicaciones. Aun con sus limitaciones, esta metodología nos proporciona una primera aproximación integral sobre el impacto neto de la nueva economía sobre el transporte. A partir de los resultados obtenidos cabe concluir que nuevamente parece existir una relación de complementariedad entre comunicaciones y transporte.

Análogamente, la contestación al interrogante sobre la evaluación del impacto ambiental final neto de la nueva economía presenta una alto grado de complejidad, al existir numerosos

tipos de efectos ambientales de distinto signo, unos perjudiciales y otros beneficiosos, cuya suma final es difícil de valorar.

Para realizar este análisis se han estudiado por separado los aspectos más relevantes: teletrabajo, distribución local, ITS y particularmente el comercio electrónico. Una primera apreciación es que, en general, al aumentar la eficiencia del transporte (menores recorridos en vacío con mayor factor de utilización, etc.) y reducirse su utilización por realización de actividades sin necesidad de desplazamiento (por ejemplo, teletrabajo), el efecto neto final sería favorable a corto plazo. Sin embargo, no debe olvidarse la generación de nuevos tipos de viajes durante el tiempo liberado y los efectos a largo plazo como consecuencia de los cambios de residencia al reducirse el interés de los trabajadores por residir cerca de su lugar de trabajo.

Finalmente, como caso ilustrativo, se ha realizado un análisis comparativo entre los efectos ambientales producidos por la utilización del comercio electrónico y del comercio tradicional en la compra de libros que nos ha permitido comprobar la complejidad del fenómeno a estudiar. En este sentido, una cuestión relevante es que en el comercio tradicional surge la necesidad de realizar viajes de retorno desde la librería para devolver los libros no vendidos. Todo ello se traduce en que en el modelo tradicional existe un desplazamiento adicional, normalmente por carretera, respecto al modelo del comercio electrónico.

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de los dos canales de distribución del comercio de libros nos muestran la existencia de diferencias sustanciales entre los respectivos costes sociales, con una menor magnitud del coste social del comercio electrónico respecto al modelo tradicional si existe retorno de la mercancía. Sin embargo, la comparación entre comercio electrónico y el modelo tradicional sin devoluciones es mucho menos concluyente.

4. Resumen y conclusiones

4.1. La nueva economía

El paradigma de la nueva economía se puede resumir en tres factores básicos: mayor productividad, más crecimiento y menor inflación.

Este patrón de crecimiento de productividad en las empresas que utilizan Internet en toda su cadena de producción y distribución emerge desde la década de los noventa en Estados Unidos. Los estudios realizados muestran que las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) aportan cerca de dos tercios del vertiginoso crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos entre la primera y la segunda mitad de la década de 1990, considerando tanto el crecimiento de la productividad correspondiente a la intensificación del capital, como el derivado de la PTF.

Este racimo de avances tecnológicos que moldea la nueva economía genera:

a) la reducción de costes para las empresas, tanto de búsqueda de información como de almacenamiento e intermediación;

b) el incremento de la productividad del trabajo y del capital, generado por la expansión de las nuevas tecnologías. El grueso de las transacciones a través de Internet tiene lugar entre empresas. Internet representa un cambio radical en la organización del proceso productivo, la estructura de los mercados y los modelos de negocio tradicionales. En este sentido, Internet constituye simultáneamente la causa y el resultado de la nueva economía, al ser el origen de un círculo virtuoso que se denomina *externalidad de red;* y

c) este proceso responde en esencia a los mayores rendimientos de los factores, no sólo en el sector de las nuevas tecnologías de comunicación e información, sino en su difusión por toda la estructura económica.

Internet puede reducir los costes e incrementar la productividad de las empresas debido, entre otros, a los siguientes motivos:

a) abaratamiento de los costes de los factores de producción y de la adquisición de productos y servicios intermedios, al facilitar el acceso a un número muy superior de proveedores y al crear más competencia en la contratación;
b) necesidad de menor nivel de existencias, porque las nuevas formas de organización empresarial, con técnicas de abastecimiento y distribución *just in time,* permiten que Internet haga posible almacenar un menor nivel de existencias y, en definitiva, unos costes asociados a ellas menores;
c) menores costes de acceso al mercado, porque es bastante más barato crear un sitio en Internet que recurrir a las formas tradicionales de comercialización;
d) reducción del tiempo de llegada al mercado de los productos y servicios de las empresas, lo que supone un verdadero reto para el transporte y la logística;
e) el ámbito de actuación de las empresas es mucho más extenso, porque Internet abre nuevos mercados, y mucho más amplios, para la venta;
f) disminución de los costes de las transacciones, puesto que las operaciones financieras en línea son más baratas, a lo que se une el hecho del beneficio que supone para los usuarios disponer de un mayor abanico de posibilidades de elección y de una información más completa sobre las características del producto;
g) la inversión en TIC contribuye a la profundización en el capital y, por lo tanto, al aumento de la productividad;
h) el progreso tecnológico asociado a la producción de bienes y servicios de las TIC puede contribuir al crecimiento de la eficiencia en la utilización del capital y del trabajo; y

i) como se ha citado anteriormente, una utilización mayor de las TIC genera efectos de red, menores costes de transacción y favorece la aceleración de las innovaciones, lo que a su vez incrementa el grado de eficiencia de la economía.

En resumen, la inversión en TIC actúa como motor de la economía ya que gracias a ella se crea infraestructura (la Red) y simultáneamente se ponen a disposición de la sociedad los equipos necesarios para utilizarla. Constituye la fuente más importante de la contribución al crecimiento de la productividad y la economía de cada país y posibilita el crecimiento de la productividad y la economía a largo plazo en las economías desarrolladas.

4.1.1. Vías de actuación

Dentro del mecanismo de contribución de las TIC al crecimiento económico y de la productividad, cabe distinguir tres vías posibles de transmisión:

a) incremento de la producción y productividad en el propio sector de las TIC, generado como consecuencia de la innovación implementada en el sector;
b) como consecuencia del proceso anterior, el resto de las ramas productivas experimenta una reducción en sus costes derivada de un descenso en los precios y mejoras sensibles en la calidad de los bienes y servicios de las TIC, que impulsa la inversión en nuevas tecnologías en estos sectores; y
c) por último, cabe esperar que las mejoras generadas en la organización del proceso de producción, ligadas a la utilización de TIC, afecten positivamente a la productividad total de los factores.

4.1.2. Impacto sectorial

La nueva economía viene acompañada por cambios relevantes en los procesos de producción y distribución que generan efectos significativos sobre los diferentes sectores económicos. Los estudios realizados para España muestran que el transporte es uno de los sectores más afectados. La causa fundamental es su

alto grado de interrelación tecnológica, medida por los coeficientes técnicos de la tabla *input-output,* con todos los sectores y, en particular, sobre los propios de la nueva economía: máquinas de oficina y tratamiento de la información, que son los que concentran las mayores ganancias potenciales en términos de reducción de precios.

En este sentido, cabe destacar que el transporte (aéreo y ferroviario) y las comunicaciones están incluidos entre los siete sectores con mayor impacto que podrían reducir sus precios de producción entre un 18 y un 26%, y los de consumo entre un 7 y un 25%.

4.1.3. Desarrollo de la sociedad de la información en España

El acceso a las TIC de los ciudadanos y las empresas es cada vez más generalizado, pero sigue existiendo una importante brecha no sólo con los países líderes, caso de Estados Unidos, sino también con la mayor parte de nuestros socios de la Unión Europea.

Además, esta *brecha de acceso* se está convirtiendo en una *brecha de utilización,* ya que Internet amplifica las diferencias sociales según los nuevos usos que están surgiendo.

El tamaño de la empresa sigue teniendo una gran influencia en el grado de adopción de Internet. Mientras la mediana empresa alcanza las cifras de los países más avanzados y la gran empresa está totalmente conectada, es la pyme la que continúa anclando a España en los últimos puestos de la Unión Europea. Este dato es especialmente relevante, sobre todo porque en España la pequeña empresa, y en particular la microempresa (menos de 10 asalariados), constituye cerca del 94% del tejido empresarial.

El retraso en la implantación del comercio electrónico en España es más relevante en las ventas, ya que el porcentaje de empresas que venden por este canal es seis veces menor que la media de los países más desarrollados. En el caso de las compras, el valor alcanzado por España está dos veces y media por debajo también de la media de los países analizados. Nuevamente, son los países con las cifras de penetración más altas de Internet, como Suecia, Estados Unidos, Alemania y Canadá, los que lideran el comercio electrónico a nivel mundial.

Cabe concluir que, en general, la brecha existente entre las empresas españolas y los países de referencia no ha disminuido prácticamente. Incluso parece haber crecido en algunos aspectos como, por ejemplo, la utilización de ordenadores personales o el desarrollo del comercio electrónico. Todo ello se traduce en que se sigue desaprovechando las oportunidades que representan las TIC y perdiendo competitividad respecto al resto de países más avanzados.

Los ordenadores e Internet se hallan ya ampliamente generalizados, pero adoptar un proceso de comercio digital integral resulta más lento. En los países miembros de la OCDE, los ordenadores e Internet se hallan ampliamente generalizados, pero, pese a la elevada tasa de conexión de las empresas, incluyendo la banda ancha, se recurre poco a los procesos de comercio digital integral y a las actividades en línea (recibir pedidos, integrar a los proveedores, etc.) que posibilitan las TIC. El reto consiste, por lo tanto, en incrementar el uso efectivo del *software* de comercio digital y reestructurar las relaciones entre proveedores y clientes.

4.2. Transporte

4.2.1. Reparto modal

El análisis realizado nos permite concluir que la demanda de transporte, tanto de viajeros como de mercancías, ha crecido drásticamente en nuestro país durante los últimos cincuenta años. Asimismo, su evolución ha seguido una trayectoria paralela a la de la actividad económica aunque con un ritmo superior, tanto en los períodos alcistas como en los momentos bajos del ciclo económico.

Sin embargo, no se puede hablar, en absoluto, de unas pautas generalizadas en este crecimiento tendencial de la demanda de todos los modos de transporte, ya que el ritmo de crecimiento del volumen de tráfico ferroviario ha sido sensiblemente menor que el de sus competidores, especialmente el del transporte por carretera. Todo este proceso se ha traducido en un descenso acelerado de la participación modal ferroviaria, tanto para el transporte de viajeros como, aún en mayor volumen, para el de mercancías. En

este sentido, no es aventurado afirmar que, de continuar dicha tendencia en el futuro, el modo ferroviario se convertirá en un breve espacio de tiempo en un medio de transporte marginal.

Este papel cada vez más protagonista del transporte por carretera se observa, incluso con más énfasis, en el caso del transporte de mercancías, ya que únicamente en distancias largas, superiores a 600 kilómetros, y para el transporte de determinados productos, por ejemplo minerales o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Esta tendencia es prácticamente generalizada para todos los corredores españoles.

La extensión a otros países europeos del análisis realizado nos permite afirmar que las pautas observadas en la evolución de la demanda de transporte son similares, en líneas generales, a las españolas, aunque la pérdida de participación modal del transporte ferroviario es menos acusada que en nuestro país.

El estudio realizado en el capítulo segundo sobre la casuística subyacente en los profundos cambios acaecidos en el reparto modal de la demanda de transporte durante las últimas décadas nos permite entrever la complejidad de dicho proceso, caracterizado por la existencia de numerosos factores causales que en su mayoría han actuado a favor de la carretera y en perjuicio del transporte ferroviario.

Un primer factor particularmente relevante para ayudarnos a comprender este proceso vertiginoso de cambios producido en las últimas décadas en la distribución modal del mercado de transporte corresponde a las diferencias profundas existentes entre los niveles de competencia en los diferentes modos de transporte.

En este sentido cabe destacar, como ejemplos paradigmáticos en ambos lados de la balanza, el caso del transporte de mercancías por carretera con un nivel de competencia feroz, con una oferta compuesta de numerosas empresas de muy reducida dimensión, frente al ejemplo del ferrocarril, donde solamente ahora se está empezando a introducir la competencia en la prestación del servicio de transporte ferroviario de mercancías, impulsado por diferentes directivas de la Unión Europea. Este comportamiento asimétrico de la oferta ha sido indudablemente una de las causas de la pérdida de participación modal del ferrocarril en beneficio

del transporte de mercancías por carretera. También en el sector aéreo se ha producido un proceso de liberalización, iniciado en la década de los noventa, que sin duda ha podido influir en la creciente utilización de este modo de transporte.

Asimismo, entre los factores comunes al transporte de viajeros y mercancías cabe señalar las sustanciales mejoras, especialmente de carácter cualitativo, de nuestra red de carreteras con la incorporación de más de 7.000 kilómetros de vías de gran capacidad (autopistas y autovías) en el período 1980-1995. Por el contrario, la infraestructura ferroviaria española ha permanecido prácticamente invariable, con la salvedad de la nueva línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, utilizable únicamente para el transporte de viajeros. En términos de recursos financieros absorbidos por cada modo de transporte, la ratio entre inversiones en carreteras e infraestructuras ferroviarias, que en los primeros años de la década de los ochenta era menor de dos, ha llegado a ser mayor de cinco en la década de los noventa.

En esta misma línea de factores que favorecen el desarrollo del transporte por carretera, cabe destacar que en el ámbito del transporte de viajeros parece comprobarse, de acuerdo con la información sobre la estructura del gasto de las familias españolas suministrada por las Encuestas de Presupuestos Familiares, que el transporte privado presenta un valor de la elasticidad respecto a la renta sensiblemente mayor que la del transporte público. Todo ello se traduce en que el grado de participación del coche en el reparto modal de la demanda de transporte de viajeros es cada vez mayor.

Asimismo, en el ámbito del transporte de mercancías es indudable que los cambios transcendentales acaecidos en el proceso productivo y en la cadena de distribución han impulsado el papel del transporte por carretera, debido a su mayor fiabilidad y flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda. En este sentido, las profundas transformaciones en la estructura productiva de los diferentes sectores industriales se han reflejado en que las mercancías que tradicionalmente eran transportadas predominantemente por ferrocarril han perdido sensiblemente peso porcentual dentro de la producción industrial total, siendo los productos que presentan menores tasas de crecimiento durante el período de estudio.

Por el contrario, el peso porcentual respecto a la producción industrial total de otros sectores productivos, caracterizados tanto por su mayor valor unitario como por su menor volumen, y que por lo tanto son más susceptibles de ser transportados por carretera, ha aumentado drásticamente.

En este sentido, un análisis detallado de los principales rasgos del escenario económico actual nos muestra que todos ellos favorecen el desarrollo del transporte por carretera, debido a que sus características, muy particularmente su mayor grado de flexibilidad, le permiten afrontar con ventaja los retos asociados a este nuevo escenario.

Así, en el ámbito de la producción, cabe señalar que en la economía actual todo el desarrollo del propio proceso está dirigido a la medida de cada consumidor, guiado de acuerdo con sus especificaciones. En esta sociedad de la información, las decisiones tomadas dentro de las empresas se basan, cada vez en mayor grado, en la información en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información están haciendo posible una respuesta cada vez más rápida de la oferta a las características cambiantes de la demanda.

Asimismo ocurre con el aumento de los niveles de subcontratación y, en definitiva, de desintegración vertical, consecuencia directa de la tendencia hacia un mayor grado de especialización, que constituye otra de las características esenciales del nuevo escenario productivo.

Análogamente, en el campo de la distribución se está produciendo un proceso generalizado de reducción de inventarios, consustancial al auge de la logística y los nuevos sistemas *just in time*.

Todo ello requiere disponer de sistemas eficientes de transporte, basados en una red de infraestructuras de alta calidad y dotados de un elevado grado de flexibilidad, que permitan acompasar su funcionamiento a las necesidades cambiantes surgidas en las operaciones de las empresas.

En definitiva, como consecuencia de todos estos profundos cambios acaecidos en los procesos de producción y distribución, el transporte de mercancías por ferrocarril muestra una elasticidad respecto al nivel de actividad económica significativamente

menor que la del transporte por carretera y, por lo tanto, una tendencia regresiva en su participación modal en el mercado de transporte de mercancías.

Además, todas las previsiones apuntan a que esta tendencia se mantendrá en el futuro, incluso con una mayor virulencia. Ante esta perspectiva, se ha propugnado y defendido, desde diversas instancias, la necesidad de introducir diversas medidas en la política de transporte que rompan esta tendencia. Desde la perspectiva de eficiencia económica, dicho abanico de medidas descansaría en la internalización de los efectos externos producidos por los diversos modos de transporte, a través de un precio basado en el coste social marginal y no en el privado, como es la situación actual.

Una vez realizado este estudio previo, se ha abordado la determinación de las elasticidades respecto al precio en los diferentes modos de transporte de viajeros y mercancías. La revisión efectuada de la literatura internacional sobre los aspectos metodológicos nos ha puesto de relieve la dificultad de utilizar, para el caso español, las metodologías de análisis de la demanda comúnmente empleadas debido a no disponer de encuestas contrastadas y la falta de datos sobre algunas variables relevantes para dicha modelización.

Destacan, entre los resultados obtenidos, la elevada rigidez de la demanda de gasolina, utilizada como *proxy* del transporte de viajeros en vehículo propio, así como la reducida existencia de relaciones de sustitución entre los diferentes modos de transporte de viajeros en relación con el precio de los diferentes productos.

Los resultados obtenidos para las elasticidades del precio en el transporte de mercancías por carretera nos muestran su alta rigidez al precio, así como la práctica inexistencia de una relación de sustitución con el modo ferroviario. Todo ello está en consonancia con los resultados obtenidos para otros países, donde incluso en algunos casos aparecen relaciones de complementariedad entre ambos modos. Indudablemente, determinadas características de la oferta del transporte de mercancías, como el tiempo y la fiabilidad, tienen un peso más relevante en la toma de decisión sobre la elección del modo de transporte.

4.2.2. Costes sociales

El análisis de los diferentes tipos de costes sociales externos modales en España (accidentes, congestión y ambiental) nos permite concluir que a aquellos modos con mayor tasa de crecimiento —carretera y aéreo— les corresponde un mayor coste social.

Además, todas las previsiones apuntan a que esta tendencia se mantendrá en el futuro, incluso con una mayor virulencia. Ante esta perspectiva, se ha propugnado y defendido, desde diversas instancias, la necesidad de introducir diversas medidas en la política de transporte que rompan esta tendencia. Desde la perspectiva de eficiencia económica, dicho abanico de medidas descansaría en la internalización de los efectos externos producidos por los diversos modos de transporte, a través de un precio basado en el coste social marginal y no en el privado como es la situación actual.

Sin embargo, los bajos valores de las elasticidades cruzadas en el transporte, citados anteriormente, nos muestran la dificultad de que este tipo de medidas consiga plenamente los objetivos previstos. En este escenario, la introducción de las nuevas tecnologías puede desempeñar un papel relevante en la reducción de los costes sociales externos del transporte.

4.3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte

El impacto de las tecnologías de la información y comunicación sobre el transporte es un tema muy complejo y donde confluyen numerosas actividades con distintos efectos en magnitud y signo.

En este sentido, el desarrollo masivo de las nuevas tecnologías de telecomunicación y comunicación ha ampliado el rango, tipo y número de transacciones que tienen lugar sin necesidad de transporte. Simultáneamente, determinadas características de la denominada nueva economía presionan al alza sobre la demanda de transporte.

Por ejemplo, el comercio electrónico entre empresas produce un aumento de las necesidades de transporte. Asimismo, la utilización del comercio electrónico por los consumidores podría

reducir el número de viajes en vehículo privado motivados por compras, aunque probablemente se incremente el tráfico local de mercancías.

El impacto sobre el sistema de transporte todavía es pequeño, aunque las perspectivas a largo plazo son muy elevadas, particularmente en el comercio electrónico entre empresas y consumidores. Para su estudio, que presenta numerosas incertidumbres, es imprescindible delimitar la tipología de efectos, diferenciando entre directos o indirectos y a corto o largo plazo.

Una primera clasificación de los efectos de la nueva economía sobre el transporte, de acuerdo con las propias características que definen la sociedad de la información, es la siguiente:

a) *Globalización*. Dos de estas características —crecimiento económico y globalización— generan un aumento de la demanda de transporte. En el caso del crecimiento económico, la causa fundamental de este incremento de la movilidad descansa en que la elasticidad de la demanda de transporte respecto a la renta es superior a la unidad. Finalmente, la globalización incrementa la longitud de los viajes, favoreciendo particularmente el transporte aéreo.

b) *Actividades telemáticas*. Por otro lado, desde la vertiente de utilización de las nuevas tecnologías, cabe observar la existencia de otros dos tipos de efectos sobre el transporte: indirectos y directos. Los primeros corresponden a la utilización de las nuevas tecnologías en todo el espectro de actividades económicas y sociales. Los del segundo tipo son los efectos producidos por introducción de las nuevas tecnologías en el ámbito del transporte.

Los efectos indirectos surgen de la demanda del transporte como *input* intermedio para la producción de mercancías y para la realización de las diferentes actividades de las personas (turismo, compras, ocio, trabajo, etc.).

Finalmente, para todos los modos de transporte existen numerosas aplicaciones de las nuevas tecnologías de información y comunicación que tienen importantes efectos sobre el transporte. Dentro de los denominados sistemas inteligentes de transporte

(ITS) se incluyen, por ejemplo, los sistemas de ayuda a la navegación y seguimiento vía satélite, información al viajero, gestión de emergencias, optimización de flotas, señalización y control de accesos, gestión del tráfico, etc.

4.3.1. Sistemas completos de demanda

Para estudiar empíricamente las interrelaciones entre la nueva economía y el transporte de viajeros en el caso español, determinando si son de sustitución o complementariedad, se ha utilizado el enfoque metodológico multiecuacional de sistemas completos de demanda (SCD), que nos permite analizar detalladamente el comportamiento de la demanda de transportes de viajeros.

Los resultados obtenidos parecen confirmar la existencia de relaciones de complementariedad entre los diferentes tipos de transporte de viajeros y los sectores propios de la nueva economía.

4.3.2. Análisis *input-output*

Paralelamente, con el objetivo de analizar la posible correlación existente entre transporte de mercancías y comunicaciones, se ha utilizado un enfoque alternativo al anterior basado en los coeficientes técnicos, obtenidos en las correspondientes tablas *input-output.*

La principal conclusión obtenida con esta nueva metodología consiste en que para los sectores industriales parece existir una relación de complementariedad entre las actividades de comunicaciones y transporte.

4.3.3. Teletrabajo

Una primera conclusión relevante en relación con el teletrabajo consiste en que determinados efectos indirectos pueden contrarrestar la reducción de los viajes *commuting* producidos por la práctica del teletrabajo.

En el balance final de sus efectos sobre el transporte un factor clave es cómo se emplea el tiempo ahorrado de viaje al trabajo. Indirectamente podrían generarse nuevos viajes por diferente motivo que anularían parte de los indudables beneficios directos sobre el sistema de transporte, producidos por la reducción de

viajes en las horas de mayor congestión. El menor nivel de congestión puede inducir la realización de nuevos viajes que antes no se realizaban.

4.4. Investigaciones futuras

El análisis realizado sobre el impacto de la nueva economía sobre el transporte nos ha permitido detectar el interés en ampliar determinados aspectos que para el caso español están insuficientemente tratados. Entre otros, cabe destacar los siguientes:

a) realizar un inventario exhaustivo para el ámbito del transporte de viajeros y de mercancías en España de todas las actividades o proyectos donde estén implicadas las nuevas tecnologías de información y comunicación, en particular, los sistemas inteligentes de transporte (ITS);
b) estudio detallado del papel de los ITS en la política y planificación de las infraestructuras y transporte en España; por ejemplo, en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT), en las actuaciones de la Dirección General de Tráfico y en la planificación del transporte en las diversas comunidades autónomas;
c) realizar una metodología para evaluar los proyectos de inversión en ITS utilizando la técnica del análisis coste-beneficio;
d) definir las grandes líneas de actuación que deberían formar parte con carácter prioritario de un plan de ITS para España, a semejanza de la mayoría de países de la UE y de aquellos con mayor nivel de desarrollo económico;
e) analizar desde diversas perspectivas: económica, equidad, eficiencia, movilidad, etc., nuevos casos de aplicación de ITS en España;
f) estudiar con detalle todos los aspectos del teletrabajo en España y concretamente su incidencia en el transporte y la movilidad;
g) estimación de un modelo econométrico de las implicaciones de la nueva economía en el transporte; y

h) encuestas a los usuarios sobre su opinión, grado de satisfacción, etc., sobre la utilización de las nuevas tecnologías de información y comunicación en sus desplazamientos al trabajo y por motivos de ocio.

Bibliografía

ACUTT, M. Z. y J. S. DOGSON. «Cross Elasticities of Demand for Travel». *Transport Policy* 2 n.º 4 (1995): 271-277.

ASCHAUER, D. A. «Is public expenditure productive?» *Journal of Monetary Economics* 23 (1989): 177-200.

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE ELECTRÓNICA, TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES DE ESPAÑA (AETIC). *Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española.* AETIC, 2004. Disponible en http://www.aetic.es.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE COMERCIO ELECTRÓNICO (AECE). *Estudio sobre Comercio Electrónico B2C.* AECE, mayo de 2004. Disponible en http://www.aece.org.

AYMERICH, A., R. IZQUIERDO, J. COLOMER, A. IBEAS, J. M. MENÉNDEZ, A. MONZÓN, F. ROBUSTÉ, M. TURRO, A. ZARAGOZA. *Transportes: Un enfoque integral.* Madrid: Rafael Izquierdo, ed. Servicio de Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1994.

BARTEN, A. P. «Estimating Demand Equations». *Econometrica* 36 n.º 2 (1968): 213-251.

BBVA. SERVICIO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS. «La Nueva Economía en España: Situación y perspectivas». *Situación España. Octubre 2000.* Bilbao: BBVA, 2000.

BEL, G. «La demanda de transporte en España: competencia intermodal sobre el transporte ferroviario». Tesis doctoral, 1993

—. «Factores explicativos de los cambios en la demanda del ferrocarril interurbano (1988-1991)». *Estudios de Transportes y Comunicaciones* 63 (1994): 49-57.

BERNADET, M. «L'évolution de la répartition modale: effet de la production ou effet de la compétition?» *Transports* 359 (1993): 177-180.

BHAT, C. y F. KOPPELMAN. «A Conceptual Framework of Individual Activity Program Generation». *Transportation Research* 27A n.º 6 (1993): 433-446.

BOYER, K. D. «Minimum Rate Regulations, Modal Split Sensitives, and the Railroad Problem». *Journal of Political Economy* 85 n.º 3 (1977): 493-512.

BROWNE, M. «E-commerce and urban transport». En *OECD/CEMT Joint Seminar: The impact of e-commerce on transport.* París: OECD, 2001.

CAMPOS, J. y P. CANTOS. «Los cambios en la política ferroviaria en España». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 48-58.

CANTOS, P. «Una Estimación de la Función de Demanda del Tren Intercity para el Corredor Madrid-Valencia». *Estudios de Transportes y Comunicaciones* 69 (1995): 55-69.

CARRASCAL, U. «Escalas de equivalencia de Consumo: aplicación al caso español». Tesis doctoral, Universidad de Valladolid, 1995.

—. «Estimación de escalas de equivalencia de consumo mediante un modelo de demanda casi ideal (AIDS) ampliado». *Estudios de Economía Aplicada* 6 (1996): 25-38.

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLÓGICAS (CIS). *Barómetro de enero de 2004.* CIS, 2004.

CHEUNG, Y. H. F. «Influencing modal split in freight transport». En *Current issues in European transport, proceedings of Seminar A, 18th Summer Annual Meeting.* PTRC (1990): 87-99.

CHRISTIANSEN, L. R., D. W. JORGENSON y L. LAU. «Transcendental Logarithmic Utility Functions». *American Economic Review* 65 (1975): 367-383.

COLECCHIA, A. y P. SCHREYER. «ICT investment and economic growth in the 1990s: is the United States a unique case? A comparative study of nine OCDE countries». OCDE STI Working Paper 2001/7 (octubre 2001).

—. «The contribution of information and communication technologies to economic growth in nine OECD countries». *OECD Economic Studies* 34(I), 2002.

CONFERENCIA EUROPEA DE MINISTROS DE TRANSPORTE (CEMT). *Efficient Transport for Europe, Policies for Internalisation of External Costs.* París: OCDE, 1998.

CONTRERAS, D. y A. SANCHO. «Elaboración de un índice de precios para una función de demanda AIDS de la economía española». *Cuadernos de Economía* 20 (1992): 291-308.

CORNELLA, A. *Infonomía.com.* Ediciones Deusto, 2000.

COTO MILLÁN, P., J. BAÑOS-PINO y V. INGLADA. «Marshallian Demands of Intercity Passenger Transport in Spain: 1980-1992: An Economic Analysis». *Transportation Research E (Logistics and Transportation Review)* 33 n.º 2 (1997): 79-96.

COTO MILLÁN, P., G. CARRERA-GÓMEZ, V. INGLADA y M. A. PESQUERA. «Promoting competition in regulated markets: Application to a study of transport services in Spain». *Annals of Regional Science* 39 (2005): 73-84.

COTO MILLÁN, P. y V. INGLADA. «Análisis del transporte marítimo en España (1974-1999): competencia y regulación». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 59-70.

DAVIES, G., M. BROOKES y N. WILLIAMS. «Technology, the Internet and the Global Economy». *Global Economics Papers* 36 (marzo de 2000).

DEATON, J. y J. MUELLBAUER. *Economics and Consumer Behaviour.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1980a.

—. «An Almost Ideal Demand System». *American Economic Review* 70 n.º 3 (1980b): 312-326.

—. «Functional forms for labor supply and commodity demands with and without quantity restrictions». *Econometrica* 49 n.º 6 (1981): 1.521-1.532.

E-BUSINESS WATCH. «e-Business Survey 2003». Encuesta realizada entre marzo y noviembre de 2003. http://www.ebusiness-watch.org.

ELTONY, M. N. «Transport Gasoline Demand in Canada». *Journal of Transport Economics and Policy* 27 n.º 2 (Mayo 1993): 193-208.

FONTELA, E. «Perspectivas a largo plazo y Nueva Economía». *Revista Valenciana d'Estudis Autonomics* 31 (2000): 1-12.

FRIDSTROM, L. «Calculating Light and Heavy Vehicle Traffic Volumes in Space and Time: an Econometric Approach». Working paper 922/98. Oslo: Institute of Transport Economics, 1998.

FRIDSTROM, L. y H. THUNE-LARSEN. «An Econometric Air Travel Demand Model for the Entire Conventional Domestic Network: the Case of Norway». *Transportation Research. Part B* 23 B, n.º 3 (1989): 213-223.

FRIDSTROM, L. et al. «The Impact of CO_2 Tax on Norwegian Transport Demand». Working paper 77/94. Oslo: Institute of Transport Economics, 1991.

GARCÍA, A., A. CILLERO y P. RODRÍGUEZ. *Operación de trenes de viajeros.* Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 1998.

GASTALDI, M., J. P. PRADAYROL, E. QUINET y M. REGA. «Valuation of Environmental Externalities: From Theory to Decision Making». *Transportation Planning and Technology* 19 (1996): 207-219.

GOLOB, T. F. y A. C. REGAN. «Impacts on personal travel commercial vehicle operations: research challenges and opportunities». *Transportation Research. Part C* 9 (2001): 87-121.

GOODWIN, P. B. «Demographic impacts, social consequences, and the transport policy debate». *Oxford Review of Economic Policy* 6, n.º 2 (1990): 76-90.

—. «A Review of New Demand Elasticities with Special Reference to Short and Long-Run Effects of Price Changes». *Journal of Transport Economics and Policy* (Mayo 1992): 155-169.

GOODWIN, P. B., T. H. OUM, W. G. WATERS II y J. S. YONG. «An Annoted Bibliography on Demand Elasticities». Working Paper n.º 682. Oxford: University of Oxford, Transport Studies Unit, 1991.

GOULD, J. y T. F. GOLOB. «Shopping without travel or travel without shopping? An investigation of electronic home shopping». *Transport Reviews* 17 n.º 4 (1997): 355-376.

—. «Consumer E-Commerce, Virtual Accessibility and Sustainable Transport, Social Change and Sustainable Transport». Working paper 02-09. Irvine: Institute of Transportation Studies, University of California, 2002.

GRAYSON, A. «Disaggregate Model of Mode Choice in Intercity Travel». *Transportation Research Record* 835 (1982): 36-42.

GREENE, D. L. y D. W. JONES. «The Full Costs and Benefits of Transportation: Conceptual and Theoretical Issues». En D. L. Greene, D. W. Jones y M. A. Delucchi, eds. *The Full Costs and Benefits of Transportation: Contributions to Theory, Method and Measurement*. Berlín-Heidelberg: Springer Verlag, 1997: 1-26.

HANDY, S. y T. YANTIS. The Impacts of Telecommunications Technologies on Nonwork Travel Behavior. Austin (TX): Southwest Region University Transportation Center, 1997.

HERNANDO, I. y S. NÚÑEZ. «The contribution of ICT to economic activity: a growth accounting exercise with Spanish firm level data». Documento de Trabajo n.º 0203. Madrid: Banco de España, 2002.

HULTKRANTZ, O. y K. LUMSDEN. «E-commerce and consequences for the Logistics Industry». *OECD/CEMT Joint Seminar: The impact of e-commerce on transport*. París: OCDE, 2001.

IGLESIAS, C. «¿Pueden el comercio electrónico y el teletrabajo reducir las necesidades de transporte?» *Estudios de Construcción y Transportes* 95 (2002): 71-91.

INFRAS/IWW. *External Costs of Transport*. París: International Railway Union (UIC), 2000.

INGLADA, V. y M. A. PESQUERA. «Nuevas tecnologías en el transporte: una alternativa a la inversión en carreteras». *Economía Industrial* 353 (2003): 47-50.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). *Encuesta de Presupuestos Familiares 1990/91. Metodología*. Madrid: INE, 1992.

—. *Boletín Mensual de Estadística* 22 (1993a).

—. *Encuesta de Presupuestos Familiares 1990/91*. Vol. 2. *Consumo de alimentos, bebidas y tabaco en unidades familiares*. Madrid: INE, 1993b.

—. «Nota metodológica sobre la tabla simétrica de la economía española para 1995». *Boletín Trimestral de Coyuntura* 22 (2001).

—. *Encuesta sobre equipamiento y uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en las viviendas (Enero de 2004)*. Madrid: INE, 2004.

INTERNET WORLD STATS. *Usage and population statistics*, 2004. http://www.internetworldstats.com.

IPSOS. *Telecoms Services Indicators*. Comisión Europea, 2004.

JEFFS, V. P. y P. J. HILLS. «Determinants of modal choice in freight transport». *Transportation* 17 (1990): 29-47.

JORGENSON, D. W. «Information Technology and the U.S. Economy». *American Economic Review* 91 n.º 1 (2001): 1-32.

—. «Information Technology and the G7 Economies». *World Economics* 4, n.º 4 (2003): 139-169.

KRIZEK, K. y A. JOHNSON. «Mapping the terrain of information and communications technology (ICT) and household travel». Proceedings of the 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2003.

LAFERRIERE, R. «Les Elasticités-prix de la Demande de Transport Interurbain des Personnes». *Les Cahiers Scientifiques du Transport* 27 (1993): 37-70.

LEE, T. y P. L. MOKHTARIAN. «An input-output analysis of the relationships between communications and travel for industry». Research Papers. University of California Transportation Center, 2004.

LEHTO, M. y V. HIMANEN. «Information economy. Impacts in travel and communications Transport innovations, competitiveness and sustainability in the information age». Nectar Conference, Helsinki, 2001.

LEVIN, R. C. «Allocation in Surface Freight Transportation: Does Rate Regulation Matter?» *Bell Journal of Economics* 9 n.º 1 (1978): 18-45.

LORENZO, M. J. «Sistemas Completos de Demanda para la Economía Española». *Investigaciones Económicas* XII (1988): 83-130.

MARÍN, P. L. «El transporte aéreo en España». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 19-29.

MARTÍN, J. C. y C. ROMÁN. «Análisis de la Demanda de Transporte en España». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 88-106.

MASON, J. y E. DEAKIN. «Information Technology: Implications for Transportation». California trends Project, University of California Transportation Center, 2001.

MATAS, A. «La demanda de transporte urbano: Un análisis de las elasticidades y valoraciones del tiempo». *Investigaciones Económicas* XV n.º 2 (1991): 249- 267.

MATTHEWS, H. S., C. T. HENDRICKSON y D. L. SOH. «Environmental and Economic Effects of E-Commerce: A Case Study of Book Publishing and Retail Logistics». *Transportation Research Record* 1763 (2001): 6-12.

MATTHEWS, H. S., E. WILLIAMS, T. TAGAMI y C. HENDRICKSON. «Energy implications of online book retailing in the United States and Japan». *Environmental Impact Assessment Review* 22 n.º 5 (2002): 493-507.

MCFADDEN, D. «Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior». En P. Zaremka, ed. *Frontiers in econometrics.* Nueva York-Londres: Academic Press, 1973: 575-581.

—. «The Measurement of Urban Travel Demand». *Journal of Public Economics* 3 (1974): 303-328.

MCGINNIS, M. A. «A comparative evaluation of freight transportation choice models». *Transportation Journal,* 1989.

MCKINNON, A. y A. WOODBURN. «A logistical perspective on the growth of lorry traffic». *Traffic Engineering + Control* (Octubre 1993): 466-471.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES. *Análisis de los resultados de la III Encuesta Nacional del Transporte de Mercancías por carretera.* Madrid: Secretaría General Técnica del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1991.

MOLINA, J. A. «Evolución de la Demanda de Productos Alimentarios en los países mediterráneos: Estimaciones del Sistema de Demanda casi Ideal». *Investigaciones Agrarias* 8 n.º 3 (1993): 331-347.

—. «Análisis Económico de la Demanda de Transporte Agregada en Europa y Desagregada en España». *Estudios de Construcción y Transportes* 86 (2000): 7-31.

MORRISON, S. A. y C. WINSTON. «An econometric Analysis of the Demand for Intercity Passenger Transportation». *Research in Transportation Economics* 2 (1985): 213-237.

NASH, C. «Desarrollo de la política ferroviaria en la Unión Europea». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 210-224.

NATIONAL OFFICE FOR THE INFORMATION ECONOMY (NOIE). *E-commerce beyond 2000. Final report.* Camberra: NOIE. Australian Department of Communications, Information Technology and the Arts, 2000.

OCDE. *ICT and economic growth: Evidence from OECD countries, industries and firms.* París: OCDE, 2003.

OLINER, D. S. y D. E. SICHEL. «The resurgence of growth in the late 1990s: Is information technology the story?» *Journal of Economic Perspectives* 14 n.º 4 (2000): 3-22.

ORTÚZAR, J. D. y L. G. WILLUMSEN. *Modelling Transport.* Chichester (England): John Willey & Sons Ltd., 1990.

OUM, T. H. «Derived Demand for Freight Transport and Inter-modal Competition in Canada». *Journal of Transport Economics and Policy* XII (1979): 149-168.

OUM, T. H. y D. GILLEN. «The Structure of Inter-City Travel Demands in Canada: Theory, Tests and Empirical Results». *Transportation Research* 17 n.º 3, 1981: 175-191.

OUM, T. H., W. G. WATERS II y J. S. JONG. «Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates». *Journal of Transport Economics and Policy* (Mayo 1992): 139-154.

OWEN, A. D. y G. D. A. PHILLIPS. «The Characteristics of Railway Passenger Demand». *Journal of Transport Economics and Policy* (September 1987): 231-253.

PAMPILLÓN, R. «La nueva economía: análisis, origen y consecuencias. Las amenazas y las oportunidades». *Economía industrial* 340 n.º IV (2001): 43-50.

PILAT, D., F. LEE y B. ARK. «Production and use of ICT: a sectoral perspective on productivity growth in the OCDE area». *OECD Economic Studies* 35, 2002/2 (2003).

PLAUT, P. O. «Transportation-communications relationships in industry». *Transportation Research.* Part A 31A n.º 6 (1997): 419-429.

—. «Do telecommunications reduce industrial uses of transportation? An international comparative analysis among Israel, North America and Europe». *World Transport Policy & Practice* 5 n.º 4 (1999): 42-49.

POLLAK, R. y T. J. WALES. «Estimation of Complete Demand Systems from Household Budget Data: The Linear and Quadratic Expenditure Systems». *American Economic Review* 69 (1978): 216-221.

QUANDT, R. y W. BAUMOL. «The Demand for Abstract Transport Modes: Theory and Measurement». *Journal of Regional Science* 6 n.º 2 (1966): 13-26.

QUINET, E. «Transport between Monopoly and Competition: Supply Side and Markets». En J. Polak & A. Heertje, eds. *European Transport Economics.* ECMT/Blackwell, 1993: 32-51.

—. «The Social Costs of Transport: Evaluation and Links with Internalization Policies» En *Internalizing the Social Costs of Transport.* París: Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT)-OCDE, 1994: 31-73.

—. «Full Social Cost of Transportation in Europe». En D. L. Greene, D. W. Jones y M. A. Delucchi, eds. *The Full Costs and Benefits of Transportation: Contributions to Theory, Method and Measurement.* Berlín-Heidelberg: Springer Verlag, 1997: 69-112.

RED.ES. GRUPO DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES (GAPTEL). *Productividad, crecimiento económico y TIC.* Madrid: Red.es, marzo 2004. Disponible en http://observatorio.red.es/estudios/documentos/04_03_30productividad_crecimiento_TIC.pdf.

ROLLE, J. D. «Estimation and Simulation of Railway Demand Elasticities: Application to Swiss Data». *Transportation Research-E (Logistics and Transportation Review)* 33 n.º 2 (1997): 117-127.

SALOMON, I. «Telecommunications and Travel Relationships: A Review». *Transportation Research. Part A* 20 n.º 3 (1986): 223-238.

—. «Technological change and social forecasting: the case of telecommuting as a travel substitute». *Transportation Research. Part C* 6 (1998): 17-45.

STONE, J. E. «Linear Expenditure System and Demand Analysis: An Application to the Pattern of British Demand». *Economic Journal* 64 (1954): 511-527.

TELEFÓNICA, S.A. *La sociedad de la información en España 2004.* Madrid: Telefónica, S.A., 2004. Disponible en http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/informes/espana_2004/sociedadinformacion20.

THEIL, H. «The Information Approach to Demand Analysis». *Econometrica* 33 (1965): 67-87.

THOMPSON, J. M. *Teoría Económica del Transporte.* Madrid: Alianza Editorial, 1974.

TURNER, C. *La E-conomía de la Información.* Ediciones Deusto, 2001.

VAN ARK, B., R. INKLAAR y R. H. MCGUCKING. «ICT and Productivity in Europe and the United States: Where Do the Differences Come From?» Working Papers 2003-11. Centre for Economic Research (CCSO), University of Groningen, 2003.

VAN GEENHUIZEN, M. y P. NIJKAMP. «Urban futures in the era of the e-economy». Nectar Euroconference. European strategies in the globalizing markets. Espoo (Finland), 2001.

VARIAN, H. *Microeconomic Analysis.* 3rd ed. Norton & Company, 1992.

VILLAVERDE, J. y P. COTO MILLÁN. «Nuevos Enfoques en la Demanda de Transportes en España». *Estudios de Construcción y Transportes* 86 (2000): 99-110.

WATERS II, W. G. *A Bibliography of Articles Relevant to Transportation Appearing in Major Economics Journals: 1960-1981.* Centre for Transportation Studies, University of British Columbia, 1984.

WILSON, W. G. *Economic Analysis of Intercity Freight Transportation.* Indiana University Press, Bloomington, 1980.

WINSTON, C. «The Demand for Freight Transportation: Models and Applications». *Transportation Research* 17 (1983): 419-427.

—. «Conceptual Developments in the Economics of Transportation: An Interpretative Survey». *Journal of Economic Literature* XXIII (1986): 57-94.

ZELLNER, A. «An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests of aggregation bias». *Journal of the American Statistical Association* 57 (1962): 348-368.

Índice de cuadros y tablas

CUADRO 1.1. Contribución sectorial al crecimiento económico en Estados Unidos 26

CUADRO 1.2. Fuentes del crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos (1974-1999) 27

CUADRO 1.3. Análisis comparativo entre la Unión Europea y Estados Unidos del crecimiento de la productividad y del peso en el PIB de las industrias productoras de TIC, usuarias de TIC y no-TIC 28

CUADRO 1.4. Factores de contribución al crecimiento del VAB y la productividad del trabajo (PT) en España 31

CUADRO 1.5. Evolución de la inversión de capital en España (1992-2000) 32

CUADRO 1.6. Signos de los efectos de la nueva economía en España 33

CUADRO 1.7. Impacto macroeconómico de la nueva economía en España 34

CUADRO 1.8. Impacto potencial de la nueva economía sobre los precios agregados 35

CUADRO 1.9. Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la nueva economía en España, sobre 17 ramas de actividad 37

CUADRO 1.10. Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la Nueva Economía en España, sobre 56 ramas de actividad 38

CUADRO 2.1. Distribución modal en el transporte de mercancías según tipo de producto 85

CUADRO 2.2. Gasto anual en transporte por decilas de ingresos (1980-1981) 94

CUADRO 2.3. Evolución de la estructura porcentual del gasto anual medio por persona en el grupo transporte y comunicaciones 95

CUADRO 2.4. Gasto anual de los hogares en transportes 96

CUADRO 2.5. Elasticidades respecto al propio precio en el transporte de viajeros 109

CUADRO 2.6. Panorámica de elasticidades respecto al propio precio para el transporte de mercancías 110

CUADRO 2.7. Magnitudes de las elasticidades de precio y renta modales del transporte en España 113

CUADRO 2.8. Tipología de costes sociales en el transporte 118

CUADRO 2.9. Costes sociales del transporte en España (1995) 119

CUADRO 3.1. Comercio electrónico y otras aplicaciones mediante Internet 126

CUADRO 3.2. Tipología de impactos de la nueva economía sobre el transporte 128

CUADRO 3.3. Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (sustitución) 136

CUADRO 3.4. Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (complementariedad) 137

CUADRO 3.5. Valores de los coeficientes de correlación Spearman entre transporte y comunicaciones para diferentes años 141

CUADRO 3.6. Tipología de efectos de las TIC sobre el transporte según tipo de actividad 144

CUADRO 3.7. Ventajas e inconvenientes del teletrabajo 155

CUADRO 3.8. Tipología de algunos beneficios de las aplicaciones ITS .. 160

CUADRO 3.9. Costes estimados comparativos de logística y retornos para el comercio tradicional versus comercio electrónico 167

CUADRO 3.10. Análisis comparativo de los efectos ambientales de la distribución comercial tradicional y la del comercio electrónico 168

CUADRO 3.11. Estimación de los efectos ambientales unitarios (por libro) de la logística tradicional y del comercio electrónico 168

CUADRO 3.12. Valores límite de los parámetros para la equiparación ambiental del comercio tradicional y el comercio electrónico 169

CUADRO 3.13. Efectos específicos ambientales del comercio tradicional y el comercio electrónico 170

CUADRO 3.14. Costes sociales modales unitarios del transporte en España (1995) 171

CUADRO 3.15. Costes sociales totales por vehículo 172

TABLA 3.1. Magnitudes de las elasticidades estimadas 134

Índice de gráficos y esquemas

GRÁFICO 1.1. Contribución de la inversión en TIC al crecimiento del PIB 23

GRÁFICO 1.2. Impacto sobre los precios del choque tecnológico 24

GRÁFICO 1.3. Relación entre inversión en TIC y protección laboral 30

GRÁFICO 1.4. Relación entre inversión en TIC y la regulación del mercado de bienes 30

GRÁFICO 1.5. Inversión en TIC en algunos países de la OCDE 33

GRÁFICO 1.6. Usuarios de Internet en la Unión Europea (UE-25) 39

GRÁFICO 1.7. Penetración de Internet en España 40

GRÁFICO 1.8. Servicios utilizados por los internautas (UE-15) 42

GRÁFICO 1.9. Utilización de los servicios de Internet en España 43

GRÁFICO 1.10. Utilización del correo electrónico en la UE-15 45

GRÁFICO 1.11. Relación entre número de ordenadores personales e Internet en el hogar 47

GRÁFICO 1.12. Usuarios que compran por Internet 50

GRÁFICO 1.13. Cifras del comercio electrónico B2C en España 50

GRÁFICO 1.14. Razones para comprar por Internet 51

GRÁFICO 1.15. Productos comprados a través de la Red (UE-15) 53

GRÁFICO 1.16. Productos comprados a través de la Red (España) 53

GRÁFICO 1.17. Usuarios que han tomado alguna decisión de compra en la web por tipo de producto/servicio 54

GRÁFICO 1.18. Aspectos que preocupan a los compradores a través de Internet (UE-15) 56

GRÁFICO 1.19. Problemas en las compras a través de Internet 56

GRÁFICO 1.20. Motivos para no comprar por Internet en España 58

GRÁFICO 1.21. Internet en las empresas españolas 59

GRÁFICO 1.22. Empresas con conexión a Internet por sectores de actividad en España 60

GRÁFICO 1.23. Utilización de servicios de Internet en España 61

GRÁFICO 1.24. Comparación internacional de las ventas y compras por medios electrónicos 62

GRÁFICO 1.25. Evolución del comercio electrónico en las empresas en España 63
GRÁFICO 1.26. Intensidad de ventas *on line* (comparación europea) 65
GRÁFICO 1.27. Comparación europea de la utilización de ordenadores personales 67
GRÁFICO 1.28. Utilización de ordenadores personales en la empresa española 68
GRÁFICO 2.1. Evolución del tráfico interior de viajeros 73
GRÁFICO 2.2. Diferencias entre las tasas de variación de los tráficos modales de viajeros con las del PIB 75
GRÁFICO 2.3. Diferencia entre las tasas de variación del tráfico de viajeros por carretera y ferroviario 76
GRÁFICO 2.4. Evolución del tráfico interior de viajeros por modos de transporte 76
GRÁFICO 2.5. Evolución de la distribución modal del tráfico interior de viajeros 77
GRÁFICO 2.6. Distribución modal del tráfico interior en diferentes países europeos (1998) 78
GRÁFICO 2.7. Evolución de la cuota modal del coche en el transporte terrestre de viajeros en diferentes países europeos 79
GRÁFICO 2.8. Evolución del tráfico total de mercancías y del PIB 80
GRÁFICO 2.9. Evolución del tráfico modal en el transporte terrestre de mercancías 81
GRÁFICO 2.10. Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos por carretera y ferroviario 82
GRÁFICO 2.11. Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos modales de mercancías con las del PIB 82
GRÁFICO 2.12. Evolución del tráfico ferroviario de mercancías por tipo de producto en el período 1980-2000 83
GRÁFICO 2.13. Evolución del reparto modal entre carretera y ferrocarril en el transporte interior de mercancías 84
GRÁFICO 2.14. Reparto modal en el transporte de mercancías para diversos países europeos (1998) 85
GRÁFICO 2.15. Reparto modal del transporte terrestre de mercancías (ferrocarril y carretera) dentro de la CEMT (1998) 86
GRÁFICO 2.16. Evolución de la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías en diversos países europeos 87
GRÁFICO 2.17. Evolución de la red de carreteras de gran capacidad 90
GRÁFICO 2.18. Evolución de la ratio entre inversión en carreteras e infraestructura ferroviaria 90

GRÁFICO 2.19. Evolución de las características cualitativas de la red ferroviaria 91

GRÁFICO 2.20. Evolución del porcentaje que representa la red de gran capacidad respecto a la red total de carreteras .. 92

GRÁFICO 2.21. Evolución de los precios modales en el transporte de viajeros 96

GRÁFICO 2.22. Evolución de las tarifas modales en el transporte de mercancías 98

GRÁFICO 2.23. Evolución del PIB y de los tráficos modales de mercancías 103

ESQUEMA 3.1. Estructuras de distribución para la compra por Internet .. 152

ESQUEMA 3.2. Cadena logística en el comercio tradicional 164

ESQUEMA 3.3. Cadena logística en el comercio electrónico 165

Índice alfabético

Acutt, M. Z., 110n
Aschauer, D. A., 114
Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España (AETIC), 59, 66
Asociación Española de Comercio Electrónico (AECE), 49
Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC), 45n, 46n
Aymerich, M., 104n, 114

Barten, A. P., 106n
Baumol, W., 105n
BBVA, Servicio de Estudios Económicos, 18, 20, 24n, 32, 35, 123
Bel, G., 92n
Bernadet, M., 97, 99n
Bhat, C., 143
Boyer, K. D., 105n, 107n
Browne, M., 141

Campos, J., 104
Cantos, P., 104, 110n
Carrascal, U., 130, 133
Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS), 47
coeficientes de correlación Spearman, 138, 140-141, 141c
Colecchia, A., 25n, 29
Christiansen, L. R., 106n
comercio electrónico
  B2B (Business to Business), 25, 65, 126, 126c, 128c, 147, 148, 158
  B2C (Business to Consumer), 49, 50g, 65, 125-126, 126c, 128c, 141, 147-148, 158
comercio tradicional, 21, 164-166, 164e, 167c, 168c, 169c, 170, 170c, 172, 175
competencia, 21, 35, 49, 73, 88, 97n, 103-104, 109n, 110-111, 120, 178, 182
Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT), 84, 86g, 116
Contreras, D., 130
Cornella, A., 13n
costes sociales, 15, 73, 114-117, 118c, 119c, 122, 171-173, 171c, 172c, 175, 186
Coto Millán, P., 111, 112

Davies, G., 35n
Deakin, E., 125
Deaton, J., 106n, 129
demanda de transporte, 75-77, 86, 88, 92, 99-101, 104, 106, 106n, 110, 110n, 113-114, 119-121, 125, 135-136, 137c, 157, 159, 173, 181-183, 186-187
Dogson, J. S., 110n

E-Business Watch, 71
elasticidad
  respecto a la renta, 112, 113c, 121, 129-130, 174, 183, 187
  respecto al precio, 73, 104, 108-110, 109c, 112-113, 113c, 129-130, 174, 185
Eltony, M. N., 109c
emisiones, 115, 128c, 154, 164, 167, 168c, 169, 169c, 170
externalidades, 17, 116, 117n, 118

Fontela, E., 17
Fridstrom, L., 109c, 109n,110c, 110n

García, A., 93n
Gastaldi, M., 118c
Gillen, D., 105n
Golob, T. F., 123, 141, 146, 148-149
Goodwin, P. B., 93n, 95n, 108, 109c, 110n, 130
Gould, J., 141, 146, 148
Grayson, A., 105

Greene, D. L., 114

Handy, S., 145
Hendrickson, C., 163, 164n, 165, 165n, 166
Hernando, I., 31
Hills, P. J., 98n
Himanen, V., 125
Hultkrantz, O., 150

Iglesias, C., 141, 156
INFRAS/IWW, 118, 172n
Inglada, V., 103n, 161
Inklaar, R., 27n
Instituto Nacional de Estadística (INE), 133, 140n
Internet World Stats, 39n
IPSOS, 42

Jeffs, V. P., 98n
Johnson, A., 148
Jones, D. W., 114n
Jong, J. S., 108, 109c, 110c
Jorgenson, D. W., 114n

Koppelman, F., 143
Krizek, K., 144, 148

Laferriere, R., 109c
Lau, L., 106n
Lee, T., 130
Lehto, M., 125
Levin, R. C., 105n, 107n
logística, 15, 21, 98, 102, 147-150, 153, 164-166, 164e, 165e, 167c, 168c, 171, 178, 184
Lorenzo, M. J., 130
Lumsden, K., 150

Marín, P. L., 103n
Mason, J., 125
Matas, A., 109c
Matthews, H. S., 163, 164n, 165, 165n, 166
McFadden, D., 105n
McGinnis, M. A., 98
McKinnon, A., 99n
Mokhtarian, P. L., 139
Molina, J. A., 106n, 110n, 130
Morrison, S. A., 105n
Muellbauer, J., 129

Nash, C., 104
National Office for the Information Economy (NOIE), 35
Núñez, S., 31

OCDE, 33g, 35n, 181
Oliner, D. S., 26
Ortúzar, J. D., 104n
Oum, T. H., 105n, 107n, 108, 109c, 109n, 110c, 130
Owen, A. D., 109c, 109n, 110n

Pampillón, R., 18-19
peaje electrónico, 160c, 161, 162
Pesquera, M. A., 161
Phillips, G. D. A., 109n
Pilat, D., 30
Plaut, P. O., 138
Pollak, R., 130

Quandt, R., 105n
Quinet, E., 109c, 110n, 115n

Red.es. Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones (GAPTEL), 20
Regan, A. C., 123, 141, 148-149
Rolle, J. D., 130

Salomon, I., 135, 143, 156
Sancho, A., 130
Schreyer, P., 25n, 29
Sichel, D. E., 26
sistemas completos de demanda (SCD), 15, 127, 188
sistemas inteligentes de transporte (ITS), 14, 124, 127, 157, 162, 187, 189
sistemas *just in time*, 21, 98, 102, 137c, 148-149, 159, 178, 184
Soh, D. L., 163, 164n, 165, 165n, 166
Spearman, v. coeficientes de correlación
Stone, J. E., 106n, 129-130

tabla input-output, 35, 36n, 123, 127, 139-140, 180, 188
tecnologías de la información y comunicación (TIC), 17-18, 101, 149, 184, 186
teletrabajo, 15, 18, 124-126, 135, 144, 144c, 145, 147, 154-157, 155c, 162, 175, 188, 189

THEIL, H., 106n
THOMPSON, J. M., 114n
transporte
aéreo, 38c, 75-76, 79, 96, 109, 110n, 118-119, 125-126, 136c, 137c, 141, 158, 164n, 167c, 169, 169c, 171-172, 187
ferroviario, 75, 77-78, 81-83, 86, 87g, 88, 97, 103, 108, 110n, 113-114, 116n, 119-120, 122, 182
por carretera,75-78, 80-81, 83, 84n, 88-89, 92, 92n, 97, 97n, 98, 101-102, 113-114, 116, 116n, 119-122, 149-150, 159-162, 167c, 181-185
TURNER, C., 13

VAN ARK, B., 27n
VARIAN, H., 107n, 112n
VILLAVERDE, J., 106n, 110n

WALES, T. J., 130
WATERS II, W. G., 130
WILSON, W. G., 99
WILLUMSEN, L. G., 104n
WINSTON, C., 105n, 106, 106n, 109c, 110c, 111n, 130
WOODBURN, A., 99n

YANTIS, T., 145
YONG, J. S., 130

ZELLNER, A., 134

Nota sobre los autores

Pablo Coto Millán es doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Oviedo, donde ha sido profesor titular de Análisis Económico. En la actualidad es director del Departamento de Economía y del Máster Universitario en Comercio, Transportes y Comunicaciones Internacionales de la Universidad de Cantabria. Sus áreas de especialización son la evaluación económica de proyectos y políticas públicas, el análisis microeconómico, la economía del transporte y de las infraestructuras, la economía industrial y los efectos económicos y sociales de las nuevas tecnologías. Forma parte del consejo editorial de *International Journal of Transport Economics,* entre otras revistas, y ha publicado más de veinte libros y más de sesenta artículos en revistas especializadas, nacionales y extranjeras.

Vicente Inglada López de Sabando es licenciado en Ciencias Matemáticas, ingeniero de Caminos, doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y estadístico superior del Estado. Ha sido profesor en la Universidad Carlos III de Madrid y ha desempeñado su actividad profesional en los ministerios de Economía y Fomento. En la actualidad es profesor asociado de Economía Aplicada en la Universidad Complutense de Madrid y de Economía del Transporte en cursos de posgrado de las universidades de Cantabria y Oviedo. Sus áreas de especialización son la economía del transporte y de las infraestructuras, la evaluación económica, la economía industrial y los efectos económicos y sociales de las nuevas tecnologías. Ha participado en numerosas obras en colaboración y publicado más de treinta artículos en revistas especializadas, nacionales y extranjeras.

IMPACTO DE LA NUEVA ECONOMÍA SOBRE EL TRANSPORTE

Impacto de la nueva economía sobre el transporte

Pablo Coto Millán
Vicente Inglada López de Sabando

Fundación BBVA

La decisión de la Fundación BBVA de publicar el presente libro no implica responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión, dentro de esta obra, de documentos o información complementaria facilitada por los autores.

No se permite la reproducción total o parcial de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión por cualquier forma o medio, sea electrónico, mecánico, reprográfico, fotoquímico, óptico, de grabación u otro sin permiso previo y por escrito del titular del *copyright*.

DATOS INTERNACIONALES DE CATALOGACIÓN

Coto Millán, Pablo
Impacto de la nueva economía sobre el transporte / Pablo Coto Millán, Vicente Inglada López de Sabando. — Bilbao : Fundación BBVA, 2007.
207 p. ; 24 cm
ISBN 978-84-96515-42-0
1. Consecuencia económica 2. Mercado de transporte I. Coto Millán, Pablo II. Inglada López de Sabando, Vicente III. Fundación BBVA, ed.
338.47

Impacto de la nueva economía sobre el transporte

EDITA:
© Fundación BBVA, 2007
Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao

IMAGEN DE CUBIERTA: © José Manuel CIRIA, VEGAP, Madrid, 2007
La noche española (tatuaje), 2002
Archivo digital a partir de estampa
(Adobe Photoshop), 760 x 560 mm
Colección de Arte Gráfico Contemporáneo
Fundación BBVA – Calcografía Nacional

ISBN: 978-84-96515-42-0
DEPÓSITO LEGAL: M-42262-2007

IMPRIME: Ibersaf Industrial, S.L.
Huertas, 47 bis. 28014 Madrid

Impreso en España - Printed in Spain

Los libros editados por la Fundación BBVA están elaborados con papel 100% reciclado, fabricado a partir de fibras celulósicas recuperadas (papel usado) y no de celulosa virgen, cumpliendo los estándares medioambientales exigidos por la actual legislación.

El proceso de producción de este papel se ha realizado conforme a las regulaciones y leyes medioambientales europeas y ha merecido los distintivos Nordic Swan y Ángel Azul.

ÍNDICE

Introducción 13

1. La nueva economía
   1.1. Introducción 17
   1.2. Efectos sobre el crecimiento y la productividad 20
      1.2.1. Introducción 20
         1.2.1.1. Factores explicativos básicos 21
      1.2.2. Principales efectos 22
         1.2.2.1. Efectos macroeconómicos 23
         1.2.2.2. Vías de transmisión 25
      1.2.3. Casos de Estados Unidos y Europa 25
         1.2.3.1. Estados Unidos 25
         1.2.3.2. Europa 27
      1.2.4. Factores moduladores 29
         1.2.4.1. Funcionamiento de los mercados 29
         1.2.4.2. Capital-riesgo 30
   1.3. El caso español 31
      1.3.1. Contribución al crecimiento de la productividad 31
      1.3.2. Efectos macroeconómicos 32
      1.3.3. Efectos sobre los precios 35
      1.3.4. Efectos sectoriales 36
   1.4. Sociedad de la información en España: ciudadanos 38
      1.4.1. Internet 38
         1.4.1.1. Europa 38
         1.4.1.2. España 40
      1.4.2. Servicios utilizados 42
         1.4.2.1. Europa 42
         1.4.2.2. España 42

1.4.2.3. Correo electrónico 44
1.4.2.4. Banca electrónica 45
1.4.2.5. Foros de discusión 46
1.4.2.6. *Peer to peer* (P2P) 46
1.4.3. Equipamiento 46
1.4.3.1. Europa 46
1.4.3.2. España 47
1.4.4. Resumen 48
1.5. Comercio electrónico B2C 49
1.5.1. Volumen 49
1.5.1.1. Europa 49
1.5.1.2. España 49
1.5.2. Rasgos característicos 51
1.5.2.1. Motivos 51
1.5.2.2. Perfil del usuario 51
1.5.2.3. Productos comprados 52
1.5.2.4. Información por Internet 54
1.5.2.5. Medios de pago 55
1.5.2.6. Lugar de compra 55
1.5.2.7. Aspectos que preocupan a los usuarios 55
1.5.2.8. Satisfacción y valoración 57
1.5.2.9. Razones para no comprar en Internet 57
1.6. La sociedad de la información en España: las empresas 58
1.6.1. Internet 58
1.6.1.1. Comparación internacional 58
1.6.1.2. España 59
1.6.1.3. Tamaño de la empresa 59
1.6.1.4. Sectores económicos 59
1.6.2. Servicios utilizados 60
1.6.3. Acceso de empleados 61
1.6.4. Comercio electrónico 61
1.6.4.1. Comparación internacional 61
1.6.4.2. España 63
1.6.4.3. Obstáculos 64
1.6.4.4. Ventajas 64
1.6.4.5. Ventas 65
1.6.4.6. Compras 66

1.6.5. Terminales ... 67
1.6.5.1. Europa ... 67
1.6.5.2. España ... 68
1.6.5.3. Sectores de actividad ... 68
1.6.5.4. Obstáculos ... 69
1.6.5.5. Utilización ... 69
1.6.6. Resumen ... 70

2. El mercado de transporte
2.1. Demanda de viajeros ... 73
2.1.1. Evolución ... 73
2.1.2. Demanda modal ... 74
2.1.3. Reparto modal ... 77
2.1.4. Panorámica internacional ... 78
2.2. Demanda de mercancías ... 79
2.2.1. Demanda total ... 79
2.2.2. Demanda modal ... 80
2.2.3. La distribución modal ... 83
2.2.3.1. Por tipo de producto ... 83
2.2.4. Comparación internacional ... 84
2.3. Competencia intermodal ... 88
2.3.1. Factores explicativos comunes ... 89
2.3.1.1. La oferta de infraestructuras ... 89
2.3.2. Viajeros ... 92
2.3.2.1. Renta ... 93
2.3.2.2. Precios ... 96
2.3.3. Mercancías ... 97
2.3.3.1. Precios ... 97
2.3.3.2. Otros factores de oferta ... 97
2.3.3.3. Cambios en los procesos de producción y distribución ... 99
2.3.4. Grado de competencia en los diferentes sectores ... 103
2.4. Elasticidades ... 104
2.4.1. Revisión metodológica ... 104
2.4.1.1. Viajeros ... 104
2.4.1.2. Mercancías ... 106
2.4.2. Revisión de resultados ... 108
2.4.2.1. Viajeros ... 108
2.4.2.2. Mercancías ... 110

2.4.3. El caso español ... 111
2.5. Costes sociales del transporte ... 114
2.5.1. Introducción ... 114
2.5.2. Tipología ... 117
2.5.3. Resultados ... 118
2.6. Conclusiones ... 119

3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte
3.1. Introducción ... 123
3.2. Tipología de efectos ... 124
3.2.1. Globalización ... 125
3.2.2. Actividades telemáticas ... 125
3.2.3. Sistemas inteligentes de transporte ... 127
3.3. Tipos de relaciones entre nueva economía y transporte ... 127
3.3.1. Sistemas completos de demanda ... 127
3.3.1.1. Metodología ... 130
3.3.1.2. Principales resultados ... 132
3.3.2. Análisis *input-output* ... 135
3.3.2.1. Revisión ... 138
3.3.2.2. Metodología ... 139
3.3.2.3. Resultados ... 141
3.4. Efectos sobre el transporte de viajeros ... 141
3.4.1. Introducción ... 141
3.4.2. Tipos de actividades ... 143
3.4.3. Efectos sobre el transporte ... 143
3.4.3.1. Tipología ... 143
3.4.3.2. Efectos finales ... 144
3.5. Efectos sobre el transporte de mercancías ... 147
3.5.1. Conceptos básicos ... 147
3.5.2. Larga distancia ... 149
3.5.3. Distribución local e impacto ambiental ... 149
3.6. Logística ... 150
3.6.1. Introducción ... 150
3.6.2. Canales de distribución ... 151
3.6.3. Distribución con el comercio electrónico ... 153
3.7. Teletrabajo ... 154
3.7.1. Caracterización ... 154
3.7.2. El caso español ... 154
3.7.3. Efectos sobre el transporte y el medio ambiente ... 156

3.8. Sistemas inteligentes de transporte 157
3.8.1. Conceptos básicos 157
3.8.2. Beneficios 158
3.8.3. Beneficios ambientales 161
3.9. Efecto ambiental: comercio electrónico *versus* tradicional 162
3.9.1. Introducción 162
3.9.2. Revisión 163
3.9.3. Características de ambos tipos de comercio 164
3.9.3.1. Método tradicional 164
3.9.3.2. Comercio electrónico 165
3.9.4. Análisis comparativo 166
3.9.4.1. Caso general 166
3.9.4.2. Caso español 170
3.9.4.3. Conclusión final 173
3.10. Conclusiones 173

4. Resumen y conclusiones
4.1. La nueva economía 177
4.1.1. Vías de actuación 179
4.1.2. Impacto sectorial 179
4.1.3. Desarrollo de la sociedad de la información en España 180
4.2. Transporte 181
4.2.1. Reparto modal 181
4.2.2. Costes sociales 186
4.3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte 186
4.3.1. Sistemas completos de demanda 188
4.3.2. Análisis *input-output* 188
4.3.3. Teletrabajo 188
4.4. Investigaciones futuras 189

Bibliografía 191

Índice de cuadros y tablas 197

Índice de gráficos y esquemas 199

Índice alfabético 203

Nota sobre los autores 207

Introducción

EXISTE un amplio consenso en que los vertiginosos cambios acaecidos en la última década, englobados con el nombre de *nueva economía*[1] y asociados al vertiginoso desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), van a traer consigo importantes efectos, no sólo de índole tecnológica sino también sobre múltiples aspectos económicos y sociales. No es de extrañar que en los últimos años hayan aparecido, tanto en España como en los países con mayor nivel de desarrollo, numerosos estudios analizando los diferentes impactos (macroeconómicos, microeconómicos, sobre el empleo, etc.) producidos por la nueva economía o por conceptos muy relacionados con ella, como por ejemplo el comercio electrónico o Internet.

En este sentido cabe señalar que, si bien las investigaciones realizadas acerca de los impactos macro y microeconómicos en diferentes sectores han sido ciertamente numerosas, son, por el contrario, escasas las que tienen como objetivo fundamental el conocimiento de los efectos producidos sobre el transporte de mercancías y viajeros.

Este *déficit* de investigación sobre dicho tema adquiere un carácter particularmente relevante si se tiene en cuenta que los estudios realizados coinciden en señalar que el transporte es un sector especialmente afectado por la introducción de las nuevas tecnologías.

Estos resultados están de acuerdo con la propia caracterización del transporte como un servicio esencial para la actividad económica, tanto en su acepción de *input* intermedio utilizado en la mayor parte de las actividades productivas como en la de ser un servicio que constituye una parte esencial del consumo que las personas necesitan realizar para poder llevar a cabo sus

---

[1] En diferentes textos como Cornella (2000) y Turner (2001), también se la denomina *economía del conocimiento, de las redes, de la información, de Internet,* etc.

actividades cotidianas (disfrute del ocio, compras, acceder al trabajo, etc.).

Debido a este importante papel que el transporte desempeña en el devenir de la actividad económica de cualquier país, independientemente de su grado de desarrollo, el análisis de los efectos de la nueva economía sobre el transporte constituye, en definitiva, una cuestión de suma importancia económica y social. En este sentido cabe recordar que el transporte, aparte de su importancia *per se* debido a su elevado *efecto arrastre*, es una actividad esencial para la mayoría de los sectores económicos,[2] y también un elemento básico para la realización de las distintas actividades sociales.

El objetivo principal de este estudio es contribuir al conocimiento de la trama de las complejas implicaciones que la nueva economía generará en el mercado del transporte en España. Para alcanzar este objetivo se delimitan, en primer lugar, de entre los profundos cambios que la nueva economía está produciendo, todos aquellos que afecten al transporte. En particular, aparte de las implicaciones anejas, por ejemplo, al comercio electrónico y a la utilización de Internet, se analiza también el impacto de las nuevas tecnologías aplicadas al propio sector del transporte, como son los sistemas inteligentes de transporte. Por tanto, a diferencia de los estudios realizados sobre este tema, se incorpora en esta investigación una visión general e integral de la cuestión a analizar.

Paralelamente a este trabajo inicial, se estudian con detalle los principales rasgos que caracterizan el funcionamiento del mercado del transporte en España, ya que es una tarea fundamental para poder conocer la reacción del sector ante estos profundos cambios.

El presente estudio sobre el transporte en España se aborda, principalmente, a partir del análisis de las variables más relevantes, como son el comportamiento de la demanda en los diferentes modos y los rasgos característicos de las distintas ofertas modales para contrastar su adaptación a los nuevos escenarios, así como los costes sociales de los diferentes modos de transporte.

---

[2] En los países con mayor nivel de desarrollo, la actividad de transporte representa directamente más del 6% y cerca del doble de esta magnitud indirectamente.

Los resultados obtenidos nos permiten determinar los impactos de la nueva economía sobre el sector del transporte, que constituye el núcleo básico de nuestra investigación. Cabe destacar que, para realizar dicho análisis, estos efectos se desglosan tanto en su faceta de viajeros y mercancías como en los diferentes ámbitos internacional, interurbano y urbano.

Este libro presenta la siguiente estructura. El capítulo primero tiene por objeto extraer una panorámica de los aspectos más relevantes de la nueva economía, incidiendo principalmente en sus efectos sobre el crecimiento y la competitividad. Dentro de este contexto general, al caso español se le dedica un lugar preferente, describiendo las principales características de la sociedad de la información, ciudadanos y empresas en España, particularmente en relación con el comercio electrónico y la utilización de Internet.

El estudio de los principales aspectos que conforman el mercado del transporte constituye el eje del capítulo segundo. Se analizan las pautas de la demanda de viajeros y mercancías, determinando las magnitudes de las elasticidades respecto a los precios y tiempos de viaje. Asimismo, se estudian los costes externos y se determinan sus valores para España.

En el capítulo tercero se estudian las implicaciones de la nueva economía para el funcionamiento del sector transporte. Se analiza la existencia de relaciones de complementariedad o sustitución entre la nueva economía y el transporte de viajeros y de mercancías. Para ello se emplean herramientas metodológicas como los sistemas completos de demanda y el análisis *input-output*. También se estudian las implicaciones del teletrabajo sobre la movilidad y los efectos de la utilización del comercio electrónico sobre la logística.

Finalmente, en el último capítulo se extraen las principales conclusiones del estudio realizado y se formulan diversas propuestas de investigaciones futuras particularmente interesantes.

1. La nueva economía

1.1. Introducción

El fenómeno de la *nueva economía* emerge en Estados Unidos durante la segunda mitad de la década de los noventa del siglo pasado, paralelamente al crecimiento pronunciado de la productividad. En todas las definiciones sobre este nuevo paradigma, que recibe numerosos nombres —economía de la información, sociedad del conocimiento, economía de redes, etc.—, subyace el papel clave de las tecnologías de la información y la comunicación: ordenadores, microprocesadores, telecomunicaciones, *software* y, particularmente, el rápido desarrollo de Internet.

De acuerdo con Fontela (2000), el embrión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, íntimamente relacionadas con los ordenadores, la microelectrónica y las telecomunicaciones, es el desarrollo, hace cerca de cincuenta años, de la electrónica del estado sólido, con el invento del transistor, pero su eclosión se ha producido a partir de mediados de los años sesenta. Este crecimiento espectacular de los ordenadores se ha basado en tres grandes avances tecnológicos: el transistor, los circuitos integrados y los microprocesadores y las memorias con acceso casual en época más reciente.

Dos fuerzas sirven de apoyo al desarrollo vertiginoso de la nueva economía: grandes innovaciones tecnológicas, en línea con los presupuestos de las ondas largas schumpeterianas, y un proceso de liberalización de los mercados de productos y factores que mundializa o globaliza los mecanismos de la economía neoclásica.

En el desarrollo del potencial de la nueva economía la difusión es un requisito clave. Las características propias de los sectores de la información determinan la presencia de externalidades positivas. En este sentido, Internet constituye simultáneamente la causa y el resultado de la nueva economía, al ser el origen de

un círculo virtuoso que se denomina *externalidad de red* (BBVA 2000). Su principio básico radica en que, conforme se conectan más agentes al sistema, se añaden incentivos a las empresas para desarrollar nuevas aplicaciones que utilicen la plataforma de Internet. Todo ello facilita la conexión y se traduce en una mayor oferta de bienes y servicios que, nuevamente, lleva a más agentes a conectarse. En definitiva, el valor de Internet crece de manera exponencial en relación con el número de agentes que lo utilizan.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) facilitan que una cantidad creciente de información pueda ser almacenada y enviada a cualquier lugar del mundo, de forma instantánea y a un precio mínimo. Las nuevas tecnologías aceleran el ritmo de globalización de los mercados y nuevamente se genera un círculo virtuoso, ya que las TIC incentivan la globalización de la producción y los mercados de capitales, y ésta, a su vez, permite desarrollar la competitividad y la amplitud de los mercados, incrementando la velocidad de la difusión de las nuevas tecnologías mediante el comercio y los flujos internacionales de inversión. Cabe afirmar que el valor esencial de estas nuevas tecnologías radica en su capacidad para clasificar, almacenar, analizar e intercambiar información de una forma instantánea, en cualquier parte del mundo y con un coste mínimo (Pampillón 2001).

La interconexión de infinidad de ordenadores mediante la transmisión de información, utilizando el sistema sofisticado de las telecomunicaciones, ha impulsado un proceso de integración que genera múltiples nuevos servicios de gran utilidad para el usuario (teletexto, teletrabajo, telecompra, teleconferencia, telebanco, mensajería, etc.).

Pero lo verdaderamente nuevo de la nueva economía es la aceleración del funcionamiento de este círculo virtuoso y el carácter revolucionario del proceso de innovación tecnológica, cuyos beneficios se difunden a prácticamente todo el abanico de actividades económicas.

Asimismo, un volumen creciente de los bienes y servicios relacionados con la nueva economía —*hardware* y *software* de información (infraestructuras de telecomunicaciones, ordenadores, libros, vídeos, CD, *websites,* servicios financieros, programas

informáticos, etc.)— presentan rendimientos crecientes. Son bienes cuya producción es complicada y costosa, pero cuya reproducción es relativamente fácil y con pequeño coste. En definitiva, se pone de manifiesto la existencia de importantes economías de escala (Pampillón 2001).

Por tanto, la característica clave de la nueva economía no es el creciente peso del sector de las TIC o la proliferación de la *nueva empresa punto com,* que ha encontrado un nuevo y extraordinario canal para llegar hasta el consumidor final, sino la manera en que las TIC permiten el desarrollo de los intercambios electrónicos y las alianzas estratégicas entre empresas del mismo o diferentes sectores económicos, incrementando la eficiencia en el funcionamiento de aquellas industrias tradicionales que hayan sabido adaptar sus estructuras a las nuevas oportunidades de, por ejemplo, el comercio electrónico.

Además, la propia naturaleza ya comentada de las TIC hace que se hayan convertido en la primera revolución tecnológica que aumenta considerablemente la productividad, no sólo en el sector secundario, sino también en los servicios, como sanidad, educación o finanzas. Este dato es especialmente relevante si se tiene en cuenta que, en los países más desarrollados, hasta el 70% del PIB puede corresponder al sector terciario.

Este racimo de avances tecnológicos que moldea la nueva economía genera:

a) la reducción de costes para las empresas, tanto de búsqueda de información como de almacenamiento e intermediación;

b) el incremento de la productividad del trabajo y del capital, generado por la expansión de las nuevas tecnologías. El grueso de las transacciones a través de Internet tiene lugar entre empresas. Internet representa un cambio radical en la organización del proceso productivo, la estructura de los mercados y los modelos de negocio tradicionales. Las empresas que incorporan las nuevas tecnologías, tanto en su propia gestión interna como en los intercambios con clientes y proveedores, disfrutarán del aumento de su productividad.

En resumen, el paradigma de la nueva economía se puede resumir en mayor productividad, más crecimiento y menor inflación (BBVA 2000).

En este capítulo se realiza un análisis descriptivo de los diferentes aspectos que enmarcan la nueva economía, comparando la situación de Estados Unidos, Europa y España. En este sentido, se estudian en primer lugar los diversos efectos macro y microeconómicos producidos por la nueva economía: sobre el crecimiento económico, la productividad, los precios, sectoriales, etc. A continuación se describen los principales rasgos que caracterizan la sociedad de la información, con especial énfasis para el caso español, desde las dos perspectivas, de las empresas y los ciudadanos, respectivamente.

1.2. Efectos sobre el crecimiento y la productividad

1.2.1. Introducción

Existe una amplia literatura económica en torno al crecimiento a largo plazo, así como sobre sus factores explicativos. Las investigaciones realizadas coinciden en que, aparte de las aportaciones de los factores de producción —trabajo y capital—, existe un factor residual derivado de la innovación tecnológica y que en las últimas décadas está representado por la emergencia de las TIC.

En este sentido, a partir de los estudios realizados sobre el crecimiento económico en las economías desarrolladas y sus conexiones con las TIC, cabe destacar los rasgos básicos siguientes (Red.es 2004).

a) El *stock* de capital procedente de la inversión de las TIC desempeña un papel fundamental para el crecimiento de cualquier economía. Con independencia de cuál sea la magnitud que alcance, la inversión de las TIC supone una contribución positiva al crecimiento de la productividad y la renta.

b) El sector de las TIC constituye una de las fuentes del crecimiento de la productividad total de los factores (PTF)

de cualquier país, que además supera sensiblemente a la contribución de cualquier otro sector.

c) La inversión y la innovación necesitan verse acompañadas de cambios en determinados aspectos de funcionamiento de las empresas para poder alcanzar todo el potencial crecimiento de la productividad. Entre éstos, cabe señalar la importancia del capital humano para poder garantizar este crecimiento de la productividad.

1.2.1.1. Factores explicativos básicos

Este patrón de incremento de productividad de las empresas, directamente relacionado con la eclosión de la utilización de Internet, se observa ya desde la década de los noventa en Estados Unidos, donde las empresas más prósperas y que han generado mayor crecimiento económico son precisamente aquellas que han conseguido incorporar íntegramente Internet en toda su cadena de producción y distribución.

Internet puede reducir los costes e incrementar la productividad de las empresas debido, entre otros, a los siguientes motivos:

a) abaratamiento de los costes de los factores de producción y de la adquisición de productos y servicios intermedios, al facilitar el acceso a un número muy superior de proveedores y al crear más competencia en la contratación;

b) necesidad de menor nivel de existencias, porque las nuevas formas de organización empresarial, con técnicas de abastecimiento y distribución *just in time,* permiten que Internet haga posible almacenar un menor nivel de existencias y, en definitiva, unos costes asociados a ellas menores;

c) menores costes de acceso al mercado, porque es bastante más barato crear un sitio en Internet que recurrir a las formas tradicionales de comercialización;

d) reducción del tiempo de llegada al mercado de los productos y servicios de las empresas, lo que supone un verdadero reto para el transporte y la logística;

e) el ámbito de actuación de las empresas es mucho más extenso, porque Internet abre nuevos mercados, y mucho más amplios, para la venta, y

f) disminución de los costes de las transacciones, puesto que las operaciones financieras en línea son más baratas, a lo que se une el hecho del beneficio que supone para los usuarios disponer de un mayor abanico de posibilidades de elección, además de una información más completa sobre las características del producto.

1.2.2. Principales efectos

De acuerdo con los resultados obtenidos en la amplia batería de estudios realizados, la irrupción de las TIC en la sociedad produce tres efectos fundamentales:

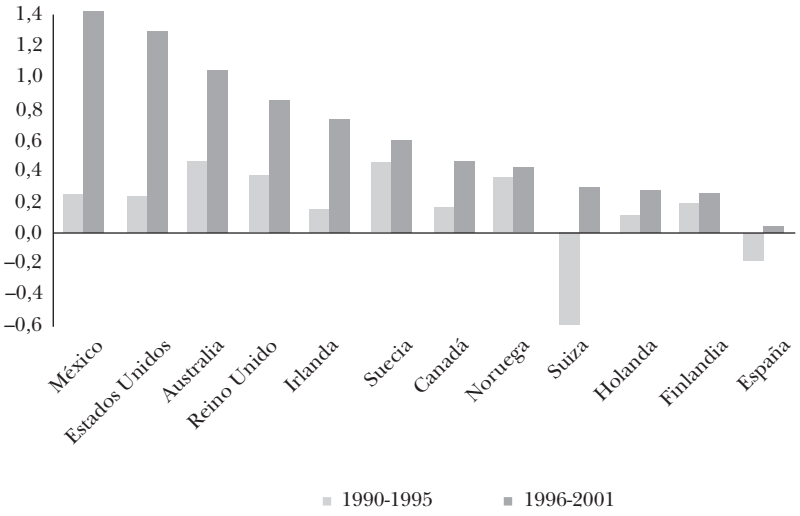
a) la inversión en TIC contribuye a la profundización en el capital y por lo tanto al aumento de la productividad;
b) el progreso tecnológico asociado a la producción de bienes y servicios de las TIC puede contribuir al crecimiento de la eficiencia en la utilización del capital y del trabajo, y
c) como se ha citado anteriormente, una utilización mayor de las TIC genera efectos de red, menores costes de transacción y favorece la aceleración de las innovaciones, lo que a su vez incrementa el grado de eficiencia de la economía.

En resumen, la inversión en TIC actúa como motor de la economía, ya que gracias a ella se crea infraestructura (la red) y simultáneamente se ponen a disposición de la sociedad los equipos necesarios para utilizarlas.

En el gráfico 1.1 se puede observar la contribución de la inversión en TIC al crecimiento del PIB en los períodos 1990-1995 y 1995-2001 para diferentes países. Cabe destacar que entre los países en los que más han impactado las TIC se encuentra en primer lugar Estados Unidos, seguido de Canadá, Holanda y Australia, que son además los que más tiempo llevan incorporando las nuevas tecnologías a sus procesos. Cabe señalar, asimismo, que el impacto de la inversión en TIC en el crecimiento económico no desaparece con la ralentización del ritmo de crecimiento de la economía, por lo que es doblemente interesante generar crecimiento mediante esta vía.

GRÁFICO 1.1: Contribución de la inversión en TIC al crecimiento del PIB

(contribución a la media anual)



Fuente: OCDE (2003) y Telefónica (2004).

.

Para situar el interés de estos resultados, conviene recordar que la productividad constituye un elemento esencial del progreso económico, ya que su crecimiento permite mantener la competitividad en el largo plazo.

Estos resultados de mejora de la productividad y de la competitividad de las economías a causa de las TIC también se observan en el caso europeo, aunque con un cierto retraso y menor intensidad. En este sentido, de acuerdo con Telefónica (2004), para el período 1995-2001 el 22% de la inversión total en Europa correspondió a las TIC, y esta inversión es responsable del 58% del incremento de la productividad de la región durante el período 1996-2002.

1.2.2.1. Efectos macroeconómicos

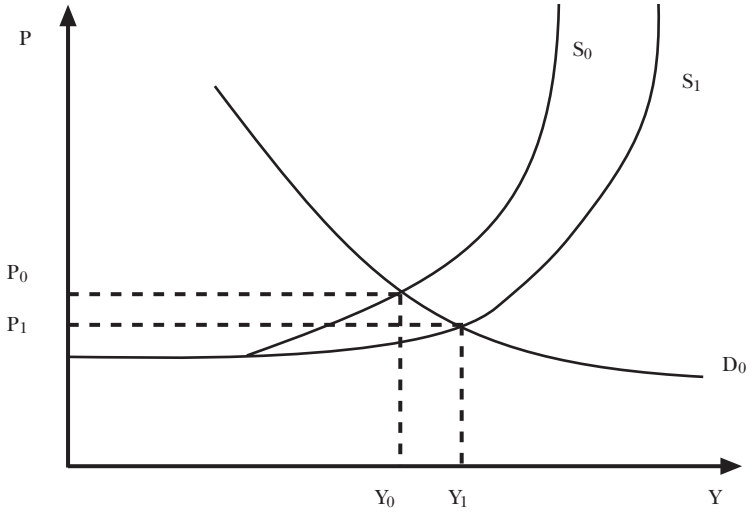
Desde una perspectiva puramente macroeconómica, el fenómeno de la nueva economía puede formalizarse como un desplazamiento de la función de producción agregada tal que, para un mismo nivel de los factores productivos —capital y trabajo—,

la producción y la productividad marginal del trabajo alcanzan valores superiores.[3]

Evidentemente, la magnitud de este incremento será tanto mayor cuanto más predomine el régimen clásico frente al keynesiano, ya que en este último caso estaríamos ubicados en la parte más horizontal de la curva de oferta agregada y el impacto macroeconómico del choque tecnológico apenas sería visible. En el caso de predominar el régimen clásico, estaríamos situados cerca de la parte más vertical de la curva de oferta agregada y el impacto sobre el producto real y sobre los precios sería muy superior.

En relación con el impacto sobre los precios, en el gráfico 1.2 se observa cómo un choque tecnológico, que equivale a un aumento de la oferta agregada, es decir, a un desplazamiento de dicha función a la derecha, se traduce finalmente en una reducción del nivel general de precios, de P_0 a P_1, y en un aumento de la producción, de Y_0 a Y_1.

GRÁFICO 1.2: Impacto sobre los precios del choque tecnológico



Fuente: BBVA (2000) y elaboración propia.

[3] Este apartado se basa en BBVA (2000), donde se realiza un estudio completo y riguroso de los efectos económicos de la nueva economía para España.

En definitiva, aunque es verdad que la nueva economía trae consigo la introducción de nuevos servicios que se incorporan a la demanda de empresas y hogares, su caracterización principal está incardinada en el lado de la oferta, mediante un formidable avance tecnológico que afecta fundamentalmente a la esfera de los intercambios entre empresas (B2B), sin olvidar el ahorro de costes que supone para éstas, tanto en términos de búsqueda como de almacenamiento y de intermediación.

1.2.2.2. Vías de transmisión

Dentro del mecanismo de contribución de las TIC al crecimiento económico y de la productividad, cabe distinguir tres vías posibles de transmisión:

a) incremento de la producción y productividad en el propio sector de las TIC, generado como consecuencia de la innovación implementada en el sector;
b) como consecuencia del proceso anterior, el resto de las ramas productivas experimenta una reducción en sus costes derivada de un descenso en los precios y mejoras sensibles en la calidad de los bienes y servicios de las TIC, que impulsa la inversión en nuevas tecnologías en estos sectores, y
c) por último, cabe esperar que las mejoras generadas en la organización del proceso de producción, ligadas a la utilización de las TIC, afectarían positivamente a la productividad total de los factores.

1.2.3. Casos de Estados Unidos y Europa

1.2.3.1. Estados Unidos

La relevante contribución de las TIC al crecimiento económico y la productividad emerge con singular énfasis en la economía de Estados Unidos a partir de 1995.[4] En este sentido,

[4] Colecchia y Schreyer (2001) muestran que la contribución del capital TIC al crecimiento económico estadounidense, supera de una manera clara y rotunda a la del resto de capital (no TIC), fundamentalmente a partir de la década de los noventa.

cabe concluir a partir de los resultados obtenidos por Oliner y Sichel (2000), que se muestran en el cuadro 1.1, que la magnitud de la contribución del capital de las TIC al crecimiento económico estadounidense supera significativamente a la del resto de bienes de capital, especialmente a partir de la década de los noventa. Más aún, llegan a estimar que los dos sectores de ordenadores y de semiconductores, con un reducido peso en el total de la economía del 2,5%, contribuyen en más del 50% al crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de la economía no agraria durante la última mitad de los noventa.

CUADRO 1.1: Contribución sectorial al crecimiento económico en Estados Unidos

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Tasa de crecimiento de la PTF de los sectores no agrícolas	0,33	0,48	1,16
Contribución de cada sector			
Informática	0,12	0,16	0,26
Semiconductores	0,08	0,12	0,39
Otros no agrícolas	0,13	0,20	0,50

Fuente: Oliner y Sichel (2000) y Red.es (2004).

Asimismo, obtienen que las TIC aportan cerca de dos tercios del vertiginoso crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos entre la primera y la segunda mitad de la década de los noventa, considerando tanto el crecimiento de la productividad correspondiente a la intensificación del capital, como el derivado de la PTF citado anteriormente. Todo ello se muestra en el cuadro 1.2, donde podemos observar que, de la tasa de crecimiento en 1996-1999 (2,57%), 1,61 puntos porcentuales se derivan del capital tecnológico, bien directamente (0,96 puntos) o bien provienen de su contribución indirecta a la PTF (0,65 puntos).

CUADRO 1.2: Fuentes del crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos (1974-1999)

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Tasa de crecimiento de la productividad del trabajo	1,37	1,53	2,57
Contribución:			
Intensificación del capital	0,81	0,62	1,10
Capital de las TIC	0,44	0,51	0,96
Hardware	0,25	0,23	0,59
Software	0,09	0,23	0,27
Equipos de telecomunicaciones	0,09	0,05	0,10
Capital no-TIC	0,37	0,11	0,14
Calidad del trabajo	0,22	0,44	0,31
Productividad total de los factores	0,33	0,48	1,16

Fuente: Oliner y Sichel (2000) y Red.es (2004).

1.2.3.2. Europa

Al analizar los estudios realizados sobre la contribución de las TIC al crecimiento económico en el caso europeo, se concluye que la magnitud de dicho impacto, aunque significativa,[5] es sensiblemente inferior a la estimada para el caso de la economía de Estados Unidos. Asimismo, cabe concluir que el crecimiento de las TIC en Europa no ha sido suficiente para contrarrestar el efecto de otros factores que han incidido negativamente en la productividad.

En el cuadro 1.3 se muestran algunas diferencias significativas en relación con la estructura de las TIC en Estados Unidos y la Unión Europea[6] que pueden ayudarnos a explicar este comportamiento asimétrico.

[5] Por ejemplo, Jorgenson (2001 y 2003) demuestra que la inversión en bienes tangibles (TIC y no-TIC) es la fuente más importante del crecimiento económico en todos los países del G-7. Separa la contribución del capital TIC y del no-TIC, y comprueba que la principal contribución al crecimiento de la productividad para prácticamente todos los países, es la intensificación del capital TIC.

[6] Van Ark, Inklaar y McGucking (2003) han tratado de identificar las industrias donde realmente radican las diferencias del crecimiento agregado de la productividad entre los Estados Unidos y Europa.

CUADRO 1.3: Análisis comparativo entre la Unión Europea y Estados Unidos del crecimiento de la productividad y del peso en el PIB de las industrias productoras de TIC, usuarias de TIC y no-TIC

	Crecimiento de la productividad en porcentaje				Porcentaje del PIB	
	1990-1995		1995-2000		2000	
	UE	EE. UU.	UE	EE. UU.	UE	EE. UU.
Total economía	1,9	1,1	1,4	2,5	100,0	100,0
Industrias productoras de TIC	6,7	8,1	8,7	10,1	5,9	7,3
Productoras de manufacturas de TIC	11,1	15,1	13,8	23,7	1,6	2,6
Productoras de servicios de TIC	4,4	3,1	6,5	1,8	4,3	4,7
Industrias usuarias de TIC	1,7	1,5	1,6	4,7	27,0	30,6
Usuarias de TIC manufactureras	3,1	–0,3	2,1	1,2	5,9	4,3
Usuarias de TIC servicios	1,1	1,9	1,4	5,4	21,1	26,3
Industrias no-TIC	1,6	0,2	0,7	0,5	67,1	62,1
Manufacturas no-TIC	3,8	3,0	1,5	1,4	11,9	9,3
Servicios no-TIC	0,6	–0,4	0,2	0,4	44,7	43,0
Otros no-TIC	2,7	0,7	1,9	0,6	10,5	9,8

Fuente: Van Ark, Inklaar y McGucking (2003) y Red.es (2004).

El primer rasgo diferencial que se observa durante el período 1995-2000 es el peso superior de la industria productora de TIC en Estados Unidos frente a la Unión Europea, tanto en porcentaje respecto al PIB (7,3% en EE. UU. frente al 5,9% en la UE) como en aportación al crecimiento de la productividad (10,1% en EE. UU. frente al 8,7% en la UE).

Sin embargo, donde radica la principal diferencia es en el sector de los servicios usuarios de las TIC, cuya tasa de crecimiento de la productividad es casi cuatro veces superior en el caso de Estados Unidos (5,4%) respecto a la Unión Europea (1,4%), y también es más de cinco puntos porcentuales superior en relación con su peso respecto al PIB total (26,3% frente al 21,1%).

La conclusión fundamental que cabe extraer de esta batería de resultados es que existen unas características comunes en las fuentes de la contribución al crecimiento de la productividad y la economía de cada país. La más importante es la contribución derivada de la inversión en las TIC; en definitiva, este tipo de inversión es el que posibilita el crecimiento de la productividad y la economía a largo plazo en las economías desarrolladas.

También por el lado de la producción de TIC, podemos comprobar cómo es prácticamente la única fuente de contribución al crecimiento de la PTF puesto que, para los países europeos, la contribución de la producción no-TIC a la PTF ha dejado prácticamente de existir desde los ochenta. No así para Estados Unidos, Canadá y Japón, para los que resurge con fuerza en la segunda mitad de la década de 1990.

1.2.4. Factores moduladores

Entre los factores causantes del comportamiento asimétrico de la nueva economía en Estados Unidos y en la Unión Europea, cabe destacar los dos siguientes.

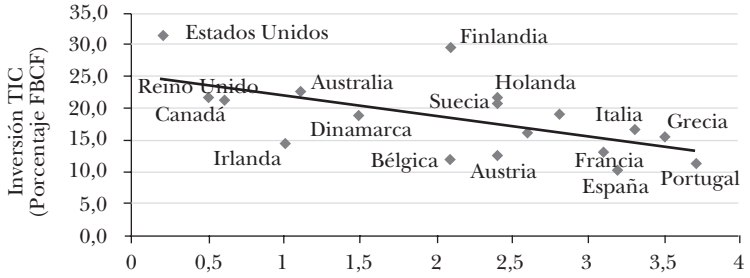
1.2.4.1. Funcionamiento de los mercados

Una primera causa de estas acusadas diferencias en el comportamiento de los servicios usuarios de las TIC podría estar unida al mayor grado de rigidez estructural en el funcionamiento de los mercados de trabajo y de productos en los países de la Unión Europea debido a numerosos factores: regulaciones en el transporte, limitación de horarios, restricciones en la contratación y despido, barreras a la entrada de nuevas empresas, etc.

Asimismo, Colecchia y Schreyer (2002), en su trabajo sobre varios países de la OCDE, concluyen que la correcta difusión de las TIC juega un papel fundamental, y que a su vez ésta depende de que exista un adecuado marco de condiciones, y no exclusivamente de la existencia o ausencia de un sector productor de TIC. En este sentido, tal y como se ha citado anteriormente, la difusión de la tecnología (los efectos desbordamiento o *spillovers)* en sectores no productores, pero sí usuarios de TIC, es un factor más para explicar las diferencias entre la economía de Estados Unidos y la europea.

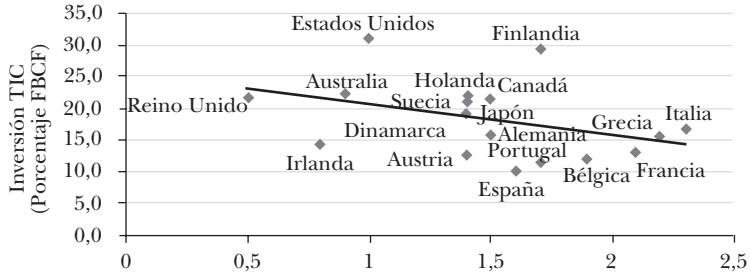
También Pilat, Lee y Ark (2003) citan la regulación de los mercados de bienes y de trabajo como un factor que afecta a la inversión en TIC, y por tanto al crecimiento de la productividad. Todo ello se observa en los gráficos 1.3 y 1.4, donde se representan respectivamente las relaciones entre el porcentaje que representa la inversión en TIC sobre la inversión total con el índice de legislación sobre protección laboral y la regulación del mercado de bienes.

GRÁFICO 1.3: Relación entre inversión en TIC y protección laboral



Fuente: Red.es (2004).

GRÁFICO 1.4: Relación entre inversión en TIC y la regulación del mercado de bienes



Fuente: Red.es (2004).

1.2.4.2. Capital-riesgo

Además, otro motivo de que la dispersión en los valores de la productividad entre las empresas estadounidenses sea muy supe-

rior a la existente en las europeas radica en el mayor desarrollo de los mercados de capital-riesgo en Estados Unidos.

1.3. El caso español

1.3.1. Contribución al crecimiento de la productividad

Hernando y Núñez (2002) comprueban empíricamente para la economía española durante la década de 1990 un patrón similar al resto de economías desarrolladas en relación con la contribución de las TIC al crecimiento de la productividad y del PIB. Así, como se observa en el cuadro 1.4, la contribución del capital de las TIC (expresado en porcentaje respecto a la inversión total), creció desde el período 1992-1995 (12%) a 1996-2000 (19%), aunque este aumento no fue capaz de compensar el gran descenso de la aportación del capital no-TIC (de un 47 a un 18%).

CUADRO 1.4: Factores de contribución al crecimiento del VAB y la productividad del trabajo (PT) en España

	1992-1995		1996-2000		Total período 1992-2000
Contribución de:					
Empleo	–1,59		2,30		0,57
TIC	0,29		0,45		0,38
Resto K	1,04		0,61		0,80
PTF	1,23		0,99		1,10
VAB	0,97		4,35		2,85
		Porcentaje		Porcentaje	
TIC	0,35	12	0,31	19	0,38
Resto K	1,36	47	0,30	18	0,77
PTF	1,23	42	0,99	59	1,10
PT	2,94		1,60		2,25

Fuente: Hernando y Núñez (2002) y Red.es (2004).

También cabe destacar que, como se muestra en el cuadro 1.5, mientras el crecimiento del *stock* de las TIC llega a alcanzar niveles del 10% en el período 1996-2000, que representa más del doble del crecimiento del período anterior, el crecimiento de la inversión en el resto de capital no llega al 1,5%. A pesar de su crecimiento, el peso del *stock* de las TIC sobre el total no supera el 10%. La consecuencia de todo ello es que la ratio capital-trabajo, fundamental para la contribución del crecimiento de la productividad, aumenta en el TIC, pero debido a su bajo peso no llega a compensar el descenso del resto del capital (no-TIC).

CUADRO 1.5: Evolución de la inversión de capital en España (1992-2000)

	Tipología de capital	1992-1995	1996-2000	Total período 1992-2000
Crecimiento *stock* de capital (porcentaje)	TIC	4,40	10,06	7,54
	Resto de capital	0,26	1,44	0,92
Ratio capital sobre total (porcentaje)	TIC	5,82	8,97	7,57
	Resto de capital	94,18	91,03	92,43
Ratio capital trabajo	TIC	0,19	0,40	0,31
	Resto de capital	22,84	19,95	21,24

Fuente: Hernando y Núñez (2002) y Red.es (2004).

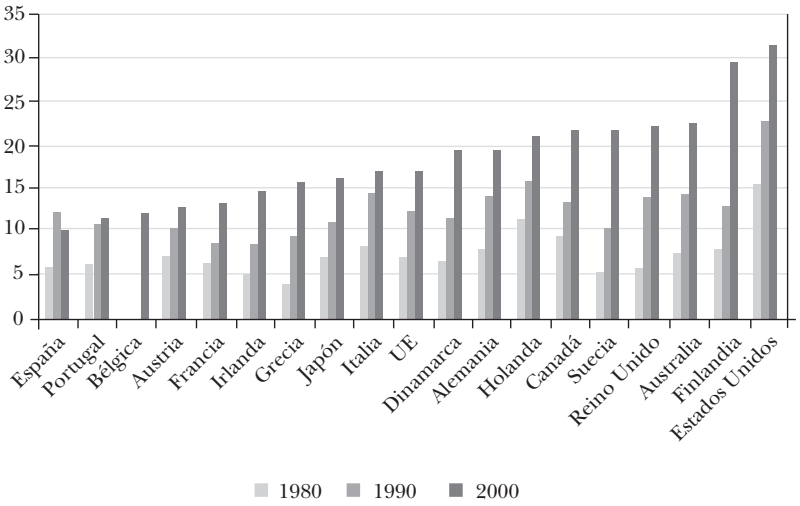
Asimismo, como se observa en el gráfico 1.5, la inversión en capital de las TIC en España se ha producido con menor intensidad que en los Estados Unidos y en los países europeos con mayor crecimiento de la productividad, no siendo suficiente para facilitar una correcta difusión en los sectores no-TIC, con lo que la PTF ligada a estos sectores es menor.

1.3.2. Efectos macroeconómicos

En BBVA (2000) se estiman las magnitudes de los efectos macroeconómicos de la nueva economía en España utilizando un modelo macroeconométrico de nuestra economía. Para ello se introduce el impacto de estas nuevas tecnologías mediante un incremento del 1% de la productividad del trabajo y del 0,7% de la productividad del capital.

GRÁFICO 1.5: Inversión en TIC en algunos países de la OCDE

(porcentaje de la FBCF no residencial)



Fuente: Red.es (2004).

En el cuadro 1.6 se muestran los signos de los principales efectos de la introducción de la nueva economía en el tejido económico español. Cabe destacar que los efectos obtenidos sobre las diferentes variables de oferta analizadas (producto, productividad, etc.) son muy favorables. También se reducen los precios de consumo y mejora el sector exterior.

CUADRO 1.6: Signos de los efectos de la nueva economía en España

Costes y precios	–
Productividad	+
Output potencial	+
Salario real y empleo (dependiendo de pleno empleo/flexibilidad)	+
Apreciación real: déficit por cuenta corriente	+
Tipos reales: aumenta la inversión extranjera	+
Aumenta *output* industrial/servicios a corto plazo	+

Fuente: BBVA (2000).

Asimismo, en el cuadro 1.7 se muestran las magnitudes de los principales efectos macroeconómicos.

CUADRO 1.7: Impacto macroeconómico de la nueva economía en España

(desviaciones porcentuales respecto al escenario base en 2010)

Output	+7,5
Coste laboral real	+2,7
Empleo privado	+0,3
Productividad del trabajo	+7,8
Productividad del capital	+5,9
Consumo privado	+5,9
Inversión productiva privada	+3,2
Precios de consumo	–12,7
Deflactor del PIB	–13,0
Renta disponible real de las familias	+6,6
Tasa de ahorro nacional	+0,5

Fuente: BBVA (2000).

Entre los resultados obtenidos cabe destacar los siguientes:

a) El *output* de la economía española crecería 7 décimas adicionales en promedio anual sobre el escenario de referencia, siendo un 7,5% superior en el año final de la simulación (2010).

b) Este proceso responde en esencia a los mayores rendimientos de los factores, no sólo en el sector de las nuevas tecnologías de comunicación e información, sino en su difusión por toda la estructura económica. Así, la productividad del trabajo podría crecer en promedio anual un 0,7% adicional, mientras que la productividad del capital lo haría un 0,6% más, hasta acumular porcentajes del 7,8 y 5,9%, respectivamente. Además, dicho crecimiento se caracteriza por una mayor sostenibilidad gracias a una menor inflación (un 1,2% inferior en promedio anual a la tasa de referencia) y a las fuertes ganancias anuales adicionales en productividad factorial (0,7% del trabajo y 0,6% del capital).

c) Los valores citados para el impacto de la nueva economía para España son sensiblemente superiores a los obtenidos para otras economías.[7] Puede ser debido a la mayor rigidez de los mercados de bienes y servicios españoles que los estadounidenses, que permite prever unos beneficios potenciales mayores producidos por la difusión de las TIC.

1.3.3. Efectos sobre los precios

La nueva economía viene acompañada por cambios relevantes en los procesos de producción y distribución que generan efectos significativos sobre los diferentes sectores económicos. En particular, cabe destacar los importantes efectos asociados a la introducción de la nueva economía que se producen sobre los precios de los diferentes bienes y servicios.

En BBVA (2000) el impacto sobre los precios finales se obtiene a partir de una tabla *input-output,* donde se supone una doble reducción inicial de los costes debida, respectivamente, al avance tecnológico y a la reducción de los costes comerciales por la introducción de un nivel mayor de competencia.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 1.8. La reducción de los costes y márgenes comerciales es del 9,4%, que, distribuida por ramas de actividad según su interrelación con

CUADRO 1.8: Impacto potencial de la nueva economía sobre los precios agregados

		Porcentaje de variación
Impacto directo	Sobre costes	–6,6
	Sobre precios de producción	–9,7
Impacto total	Sobre costes	–9,4
	Sobre precios de producción	–13,2
	Sobre precios de consumo	–12,7

Fuente: BBVA (2000).

[7] Como se puede comprobar a partir de los resultados obtenidos sobre el impacto de la nueva economía por NOIE (2000) para Australia, y por Davies, Brookes y Williams (2000) para cinco países de la OCDE.

las nuevas tecnologías, puede reducir los precios de producción de la economía española un 13,2% y los precios de consumo un 12,7%.

1.3.4. Efectos sectoriales

Al desagregar por sectores de actividad económica los impactos obtenidos sobre los precios, se observa en el cuadro 1.9 que las mayores reducciones se producen en los sectores de comunicaciones, ordenadores y otros relacionados (comercio, transporte, seguros y créditos). Por el contrario, los menores descensos se generan en agricultura, energía y construcción.

En definitiva, cabe concluir que los sectores propios de la nueva economía (máquinas de oficina y tratamiento de la información y comunicaciones), así como aquellos con un mayor grado de interrelación tecnológica[8] con dichos sectores, tales como material eléctrico, impresión, comercio, transporte y créditos y seguros, son los sectores de los que se esperan las mayores ganancias potenciales en términos de reducción de precios. Por el contrario, las actividades propias de los sectores primario y secundario, especialmente la agricultura, la energía y la construcción, registrarán previsiblemente menores impactos sobre los costes, los precios de producción y los precios de consumo a causa del desarrollo de las TIC.

Finalmente, aquellos sectores con mayor dependencia de consumos de productos importados, caso de minerales, metales y material de transporte, son los que presentan un menor impacto final sobre los precios de consumo, debido a los supuestos asumidos de formación de precios que sólo recogen los descensos en los costes de producción y de márgenes de la economía española e ignoran las variaciones de precios internacionales.

La desagregación de los resultados permite identificar de una forma más concreta los subsectores *estrella,* caracterizados por tener un efecto sobre los precios de producción superior al medio (–13,2%). En el cuadro 1.10 se muestran los siete sectores

---

[8] Medida a través de los coeficientes técnicos de la tabla *input-output.*

CUADRO 1.9: Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la nueva economía en España, sobre 17 ramas de actividad

(porcentaje de variación de precios)

Ramas de actividad	Impacto directo en costes	Precios de producción	Impacto directo total	Precios de producción	Precios de consumo
Agricultura	0,0	–3,8	–2,0	–7,2	–5,5
Energía	–0,4	–1,7	–4,1	–5,4	–4,5
Minerales y metales	–7,5	–12,1	–9,5	–15,7	0,0
Minerales no metálicos	–8,4	–12,7	–10,4	–16,0	–3,9
Química	–7,5	–11,0	–11,5	–15,7	–12,3
Productos metálicos	–9,6	–14,0	–12,8	–18,1	–9,0
Material de transporte	**–7,5**	**–12,7**	**–11,8**	**–18,0**	**–4,2**
Alimentación	–6,0	–10,0	–8,0	–13,7	–11,4
Textil	–8,2	–12,3	–10,2	–15,3	–11,0
Papel	–13,0	–16,9	–15,0	–20,1	–18,2
Diversas	–9,0	–12,9	–11,0	–15,9	–11,1
Construcción	0,0	–4,4	–2,0	–7,4	–7,4
Comercio	–10,3	–13,3	–13,1	–16,6	–16,7
Transporte y comunicaciones	**–5,2**	**–7,7**	**–9,5**	**–12,4**	**–12,2**
Crédito y seguro	–10,0	–13,1	–15,0	–18,2	–18,0
Servicios destinados a la venta	–7,3	–8,9	–10,2	–11,9	–9,9
Servicios no destinados a la venta	–5,0	–7,4	–7,0	–9,9	–8,5
Total	**–6,6**	**–9,7**	**–9,4**	**–13,2**	**–12,7**

Fuente: BBVA (2000).

con mayor impacto según este criterio.[9] Las ramas de «maquinaria de oficina y tratamiento de la información», «material eléctrico», «artículos de papel e impresión», «comercio», «transporte»

[9] Cabe señalar que no hay una relación directa entre el impacto sobre los precios de producción y los precios de consumo, debido a que en estos últimos, influyen los precios de importación y se ha supuesto que los precios internacionales se mantienen constantes a lo largo de este ejercicio.

(aéreo y ferroviario) y «comunicaciones» podrían reducir sus precios de producción entre un 18 y un 26%, y los de consumo entre un 7 y un 25%.

En el cuadro 1.9 se recogen los resultados obtenidos en el ejercicio completo a un nivel más agregado de 17 ramas de actividad. Las ramas «productos metálicos», «papel, artículos de papel e impresión», «comercio» y «crédito y seguros» muestran un mayor impacto directo, lo que permite cifrar la disminución de sus precios de producción entre un 17 y un 20%, y de sus precios de consumo entre un 9 y un 18%.

CUADRO 1.10: Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la nueva economía en España, sobre 56 ramas de actividad

(porcentaje de variación de precios)

Ramas de actividad	Impacto directo en costes	Precios de producción	Impacto directo total	Precios de producción	Precios de consumo
Máquinas de oficina y de tratamiento de la información	–15,0	–20,4	–20,0	–26,1	–12,0
Material eléctrico	–10,0	–13,7	–15,0	–18,9	–7.1
Artículos de papel, impresión	–15,0	–19,0	–17,0	–22,1	–18,2
Comercio	–15,0	–16,6	–17,0	–18,9	–18,9
Transporte por ferrocarril	**–10,0**	**–19,0**	**–14,0**	**–26,0**	**–25,4**
Transporte aéreo	**–15,0**	**–18,0**	**–20,0**	**–23,4**	**–19,1**
Comunicaciones	–15,0	–15,8	–20,0	–20,1	–20,1

Fuente: BBVA (2000).

1.4. Sociedad de la información en España: ciudadanos

1.4.1. Internet

1.4.1.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.6, la penetración de usuarios de Internet en la Unión Europea se sitúa en un 44,7%, es decir,

204 millones de usuarios frente a una población de 457 millones de habitantes.

polarización y los beneficios se limitarían a los países más avanzados. Estas diferencias no sólo pondrían en situación de desventaja a los países que menos utilizan Internet, sino que toda Europa perdería la posibilidad de una economía integrada en redes y con un sector importante de la población conectada a ellas.

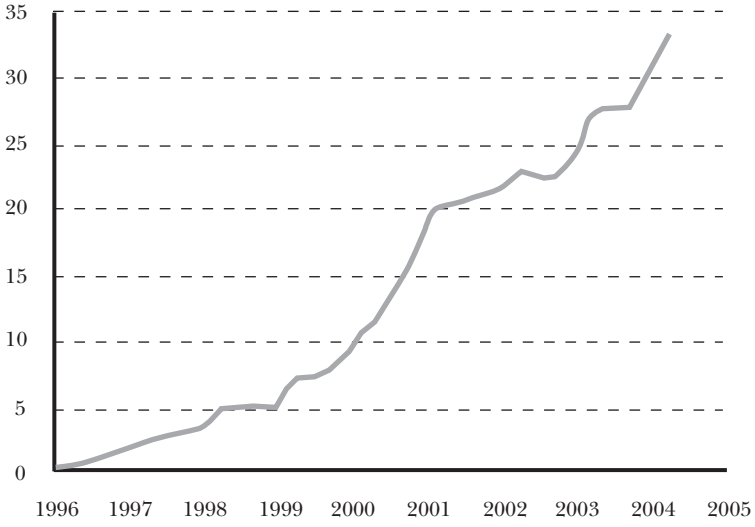
1.4.1.2. España

Estas pautas de desarrollo acelerado de las nuevas tecnologías en las economías más prósperas, ya comentadas anteriormente, se observan también en España, aunque aún nos mantengamos lejos de los niveles no sólo del líder mundial —Estados Unidos—, sino de nuestros socios de la Unión Europea.

En este sentido, como se muestra en el gráfico 1.7, el número de usuarios de Internet en España en mayo de 2004 ascendía a 12 millones, lo que supone una penetración de Internet entre la población española del 33,1%, cerca de 11 puntos porcentuales inferior a la media europea (UE-25) y bastante alejada de los países de mayor desarrollo (Reino Unido, Alemania, Francia, etc.).

GRÁFICO 1.7: Penetración de Internet en España

(porcentaje de usuarios de Internet)



Fuente: Telefónica (2004).

La correspondiente tasa de crecimiento de mayo de 2003 a mayo de 2004 es de algo más del 20,8%, prácticamente idéntica al 20,7% del año anterior (desde mayo de 2002 a mayo de 2003). A pesar de su elevada magnitud, este ritmo de crecimiento resulta claramente insuficiente frente al desafío existente para mejorar su competitividad e igualarse a los índices medios de la Unión Europea, de acuerdo con el potencial de la economía española.

Cabe destacar que durante el año 2004 los ciudadanos que utilizan banda ancha para conectarse a Internet comienzan a ser mayoría en España. Se trata de un hecho particularmente relevante ya que la banda ancha es necesaria si se quieren alcanzar plenamente todos los beneficios que la sociedad de la información puede ofrecer. Una buena parte del mérito la tiene la excelente aceptación que ha tenido la tecnología ADSL, que en la actualidad es la utilizada en el 75% de todos los accesos de banda ancha del territorio español.

Entre los motivos más relevantes de esta baja penetración de Internet en la sociedad española, que impide la deseada convergencia con Europa, es la falta de percepción de los beneficios por parte de los usuarios o simplemente el desconocimiento de las nuevas tecnologías. Por otro lado, la disposición de terminal de acceso, en este caso ordenador personal, también es un dato especialmente influyente en el acceso a la red.

Otro hecho destacable es que la red continúa siendo utilizada en España en mayor medida por hombres que por mujeres. Aunque se percibe una clara tendencia hacia el equilibrio, el ritmo seguido es bastante lento. Así los varones prácticamente duplican a las mujeres en el número de sesiones establecidas por persona, posiblemente porque llevan más tiempo siendo usuarios y cada vez realizan un uso más intensivo de la red.

Finalmente, al analizar en los diferentes países las variables frecuencia de acceso y número de dominios visitados, se observa que aunque el número de internautas sea bajo en España, quienes acceden a la red siguen patrones de comportamiento muy semejantes a los de otros países donde los usuarios son más veteranos.

1.4.2. Servicios utilizados

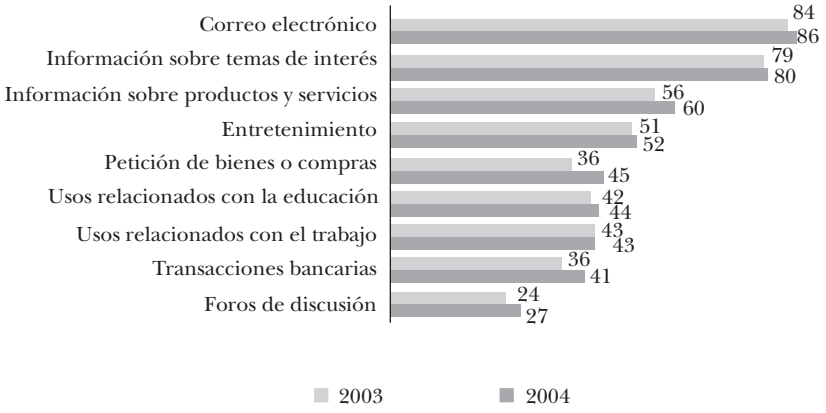
1.4.2.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.8, el correo electrónico es el servicio más utilizado por los internautas europeos. Su grado de utilización es muy alto, ya que el 86% de los internautas utiliza el correo electrónico como medio de comunicación (Telefónica 2004; Ipsos 2004).

A continuación, los servicios más utilizados son la búsqueda y descarga de información. Otros servicios, como pueden ser las compras por Internet, todavía están lejos de ser utilizados masivamente, aunque son los que han experimentado un crecimiento mayor en los últimos años.

GRÁFICO 1.8: Servicios utilizados por los internautas (UE-15)

(porcentaje de hogares)



Fuente: TeIefónica (2004).

1.4.2.2. España

Al estudiar las peculiaridades de la utilización de Internet por los ciudadanos españoles, que se muestran en el gráfico 1.9, se observan los siguientes rasgos diferenciales:

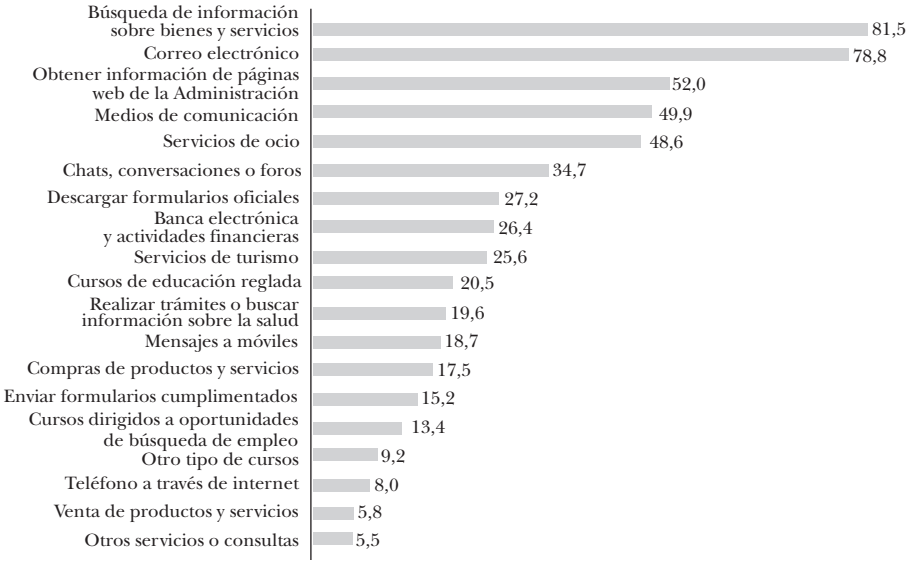
a) Los usuarios españoles utilizan Internet fundamentalmente para buscar información.

b) El correo electrónico tiene también un alto grado de utilización entre los internautas.

c) Si bien en los dos servicios citados las pautas de utilización del usuario español de Internet son similares a las del ciudadano medio europeo, la compra por Internet representa un porcentaje claramente inferior a la media europea, con sólo un 17,5% de internautas.

GRÁFICO 1.9: Utilización de los servicios de Internet en España

(porcentaje de internautas)



Fuente: INE (2004) y Telefónica (2004).

Asimismo, se puede deducir que en los países en los que existe una mayor penetración de Internet se observan determinados efectos característicos:

a) Existe una mayor penetración entre mayores de 55 años. Este hecho es debido a que una mayor penetración de la red en la sociedad produce una mayor difusión de las nuevas tecnologías entre todos los estratos de la población.

b) Existe una frecuencia superior de utilización. Destaca el caso de España en el que todavía se manifiesta un pequeño desfase, alcanzándose porcentajes superiores a la media europea en el colectivo de personas que acceden a la red sólo una vez al mes.

c) Existe un mayor equilibrio entre la penetración en el área metropolitana y rural. En el caso de España, más retrasada que la media, se observa una diferencia muy significativa de 10 puntos entre las dos áreas.

d) Se visitan más dominios, por lo que la navegación parece ser más completa.

1.4.2.3. Correo electrónico

1.4.2.3.1. Europa

El comercio electrónico puede servir para intensificar el proceso de construcción del mercado interior de la Unión Europea, pues a través de Internet se facilita el acceso, desde nuestros hogares y oficinas, a todos los mercados de los países miembros. Por tanto, puede permitir superar el obstáculo que para el desarrollo del comercio interior supone la separación geográfica de empresas y consumidores.

El porcentaje medio de los hogares con acceso a Internet que utilizan el correo electrónico se aproxima al 86% en el año 2004. Como se observa en el gráfico 1.10, este porcentaje llega a situarse en el intervalo 90-95% en los países con mayor número de internautas que utilizan el correo electrónico (Holanda, Dinamarca, Suecia, Reino Unido y Finlandia). Por el contrario, Italia (71%), Portugal (68%) y Grecia (67%) son los países con menor número de usuarios de este servicio.

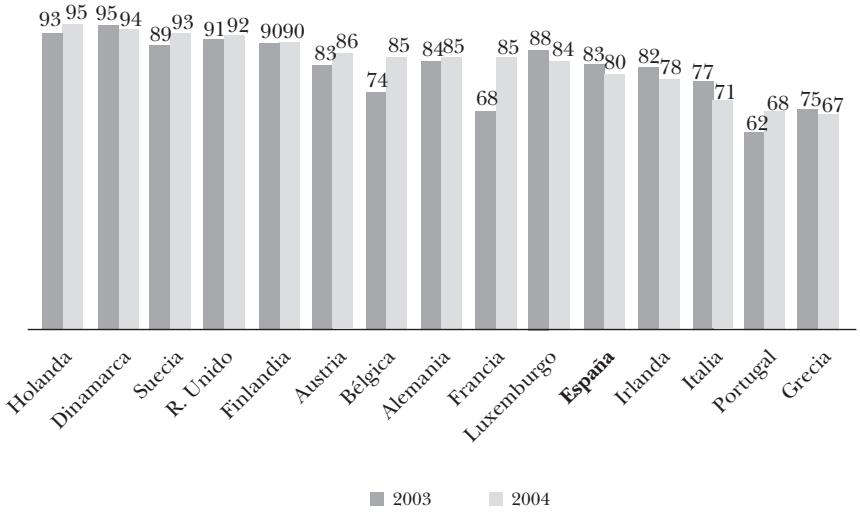
1.4.2.3.2. España

El porcentaje medio de los hogares españoles con acceso a Internet que utilizan el correo electrónico está cercano al 80% en el año 2004.

Cabe destacar que el correo electrónico ocupa el segundo lugar en el ranquin de utilización de servicios por parte de los usuarios españoles de Internet. En enero de 2004, el 96% de

GRÁFICO 1.10: Utilización del correo electrónico en la UE-15

(porcentaje de hogares)



Fuente: Ipsos (2004) y Telefónica (2004).

los usuarios entrevistados disponía de correo electrónico a nivel particular.[11] También cabe destacar que lo normal es tener más de una cuenta de correo, pues sólo el 18% cuenta con una sola dirección.

Además, la utilización de este servicio es ciertamente muy intensiva, ya que cerca de un 50% de los usuarios manifiesta enviar entre 5 y 20 correos semanales y un 28% envía más de 20. La regla general para la mayoría de los usuarios es recibir más correos que se envían. Este hecho es consecuencia de la facilidad que ofrece este servicio de poder enviar el mismo correo electrónico a varias personas.

1.4.2.4. Banca electrónica

En España los servicios de banca electrónica, aunque están experimentando un cierto crecimiento en los últimos años, no terminan de alcanzar los niveles existentes en otros países de la

[11] De acuerdo con los resultados de los informes de AIMC.

Unión Europea.[12] En este sentido, un 55% de los usuarios de Internet en España manifiesta utilizar este servicio, y un 30% de los internautas declara haber operado con entidades bancarias tanto para consultas como para la realización de transacciones.

1.4.2.5. Foros de discusión

Los foros de discusión y debate cuentan con gran aceptación entre los usuarios españoles de Internet y, de hecho, es el país europeo donde más se utilizan. Cabe destacar que se trata de un fenómeno específico de la idiosincrasia española ya que, al contrario de lo que sucede en otras ocasiones, su uso no es tan importante en los países del sur de Europa, caso de Portugal o Italia, por ejemplo.

1.4.2.6. Peer to peer (P2P)

El término *peer to peer* (P2P) corresponde a la comunicación entre iguales para el intercambio de archivos en la red, en la que uno de los usuarios pone los contenidos a disposición del resto de usuarios, por lo que asume el papel de servidor. En la actualidad es la actividad que más tráfico genera en Internet, superando incluso al correo electrónico.

1.4.3. Equipamiento

1.4.3.1. Europa

En relación con el equipamiento de los hogares europeos, cabe resaltar la práctica omnipresencia del teléfono en todos ellos. Muy por detrás de él se encuentra el ordenador personal, que sólo está presente en la mitad de los mismos. Si consideramos que este terminal es el preferido por la casi totalidad de internautas, se puede comprender el obstáculo que ello supone para que todos los ciudadanos consigan acceder a Internet en el hogar.

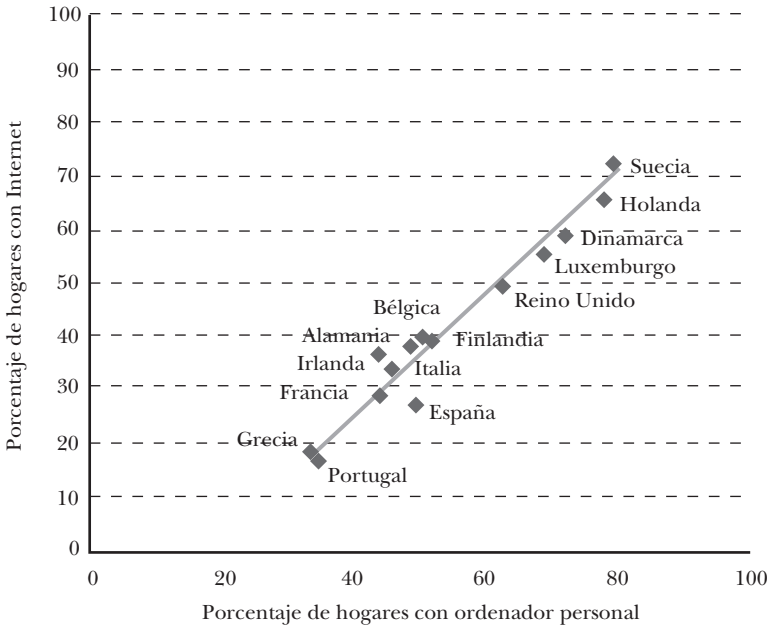
Al ser el ordenador personal el terminal más extendido y utilizado para acceder a Internet, su grado de penetración en la sociedad constituye un indicador básico del avance hacia la nueva sociedad de la información. En este sentido, el grado de

---

[12] Según los datos de AIMC.

penetración del ordenador personal en los hogares de la Unión Europea es muy desigual. Finalmente, cabe destacar la elevada correlación entre la disponibilidad de ordenador personal en el hogar y el acceso a Internet desde el mismo, como se observa en el gráfico 1.11.

GRÁFICO 1.11: Relación entre número de ordenadores personales e Internet en el hogar



Fuente: Ipsos (2004) y Telefónica (2004).

1.4.3.2. España

En el caso español, de acuerdo con el estudio realizado por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) en enero de 2004, un 49% de los encuestados, dentro de la población de 18 o más años, declara disponer de ordenador personal en el hogar. En el gráfico 1.11 se observa que este porcentaje es muy inferior al existente en numerosos países europeos, como en los casos de Suecia, Holanda y Dinamarca, donde más del 70% de los hogares dispone de ordenador personal.

1.4.4. Resumen

Aparte de las características expuestas, cabe citar a modo de resumen los siguientes rasgos en relación con los usuarios de la sociedad de la información en España:

a) Los ordenadores personales son el principal medio de acceso a Internet, pero el acceso móvil va en aumento.
b) El acceso desde el hogar adelanta al del lugar de trabajo desde 1998, pero quienes lo utilizan en su lugar de trabajo tienen más probabilidades de tener luego una conexión en casa.
c) Se observa que la utilización de Internet reduce el recurso a otros medios de comunicación.
d) La asimilación de las TIC depende de los ingresos, del nivel educativo, de la existencia o no de niños en la familia, de la edad, sexo, etc.
e) La falta de necesidad y el coste siguen siendo las principales razones para no estar conectado.
f) En la utilización influyen muy significativamente la banda ancha y los nuevos dispositivos de acceso, así como el nivel educativo. El tiempo que se pasa conectado incide sobre el tiempo dedicado a otros medios de comunicación.
g) El acceso a las TIC de los particulares y las economías domésticas es cada vez más generalizado, pero la *brecha de acceso* se está convirtiendo en una *brecha de utilización,* ya que Internet amplifica las diferencias sociales según los nuevos usos que están surgiendo.
h) Se proporcionan cada vez más productos e información digitales a través de las redes de información.
i) La prestación digital de servicios comerciales está creciendo rápidamente, poniendo de manifiesto el enorme potencial de las prestaciones digitales.
j) Las visitas más frecuentes tratan sobre informática e Internet, pornografía, noticias y medios de comunicación, ocio y compras. La salud, la medicina y la Administración centralizan las consultas no recreativas más frecuentes.

1.5. Comercio electrónico B2C

Internet constituye para los consumidores españoles un medio de acceder a los productos y servicios de una forma más rápida, disponiendo de un abanico más amplio de éstos, con un menor coste de transacción y con unos mejores precios.

La existencia de menores precios se debe fundamentalmente a dos razones:

a) la reducción de los costes de las empresas. Al poder poner a disposición de los consumidores sus productos sin necesidad de la presencia física de éstos, están consiguiendo reducir los costes relacionados con este tipo de actividad, con la correspondiente eliminación en muchos casos de los intermediarios, y

b) la reducción para el consumidor de los costes de transacción; es decir, los costes de acceso a la información sobre la gama de productos ofertados en los diferentes mercados trae consigo un incremento de la competencia entre las empresas que debe traducirse en unos niveles menores de precios.

1.5.1. Volumen

1.5.1.1. Europa

De acuerdo con los datos de la Comisión Europea (marzo de 2004), el comercio electrónico es utilizado como un canal adicional de compra por un 16% de los usuarios de Internet europeos mayores de 15 años.

En el gráfico 1.12 se observa una gran diferencia a la hora de usar este servicio entre los usuarios del norte y el sur de Europa: mientras que en los países nórdicos, caso de Suecia (37%) o Dinamarca (36%), los internautas utilizan asiduamente la Red para las transacciones comerciales, en los países mediterráneos no se llega a alcanzar el 10%.

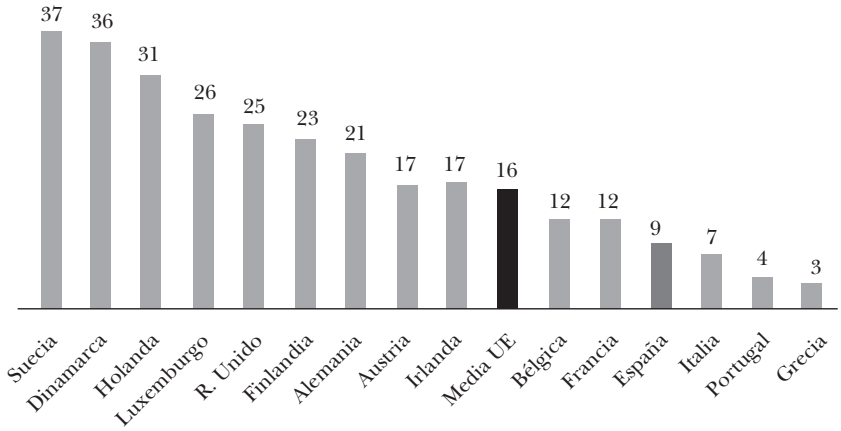
1.5.1.2. España

El volumen de comercio electrónico en España está creciendo continuamente (AECE 2004). En concreto, como se observa en

el gráfico 1.13, en el año 2003 el crecimiento fue del 12% y se alcanzaron los 1.530 millones de euros. El 23,2% de los usuarios de Internet españoles (cerca de de 3,5 millones de personas) han comprado algún producto o servicio por Internet en el año 2003, lo que supone un incremento del 2,6% con respecto a 2002.

GRÁFICO 1.12: Usuarios que compran por Internet

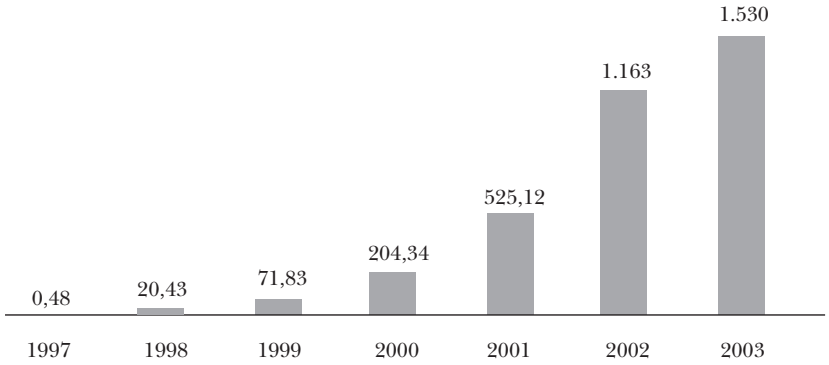
(porcentaje de usuarios de Internet)



Fuente: Telefónica (2004).

GRÁFICO 1.13: Cifras del comercio electrónico B2C en España

(millones de euros)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.5.2. Rasgos característicos

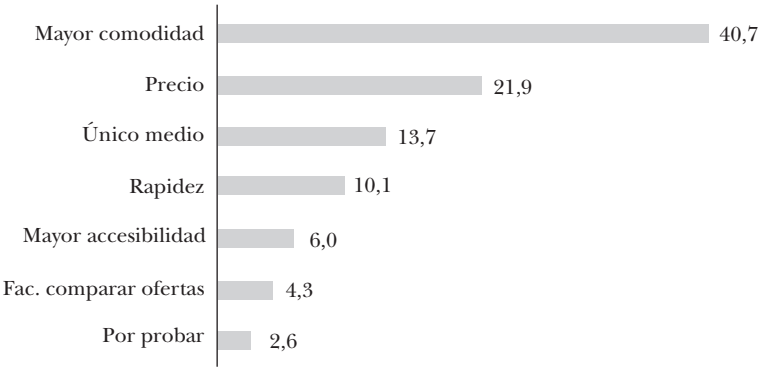
1.5.2.1. Motivos

Para cerca del 50% de los usuarios de Internet compradores, la comodidad y el precio son las razones principales para realizar sus compras por Internet. La comodidad es la principal razón para el 48% de los internautas compradores, especialmente para los usuarios suecos, finlandeses y alemanes, con tasas situadas alrededor del 60%. El precio es otra razón importante para un 47% de los usuarios, principalmente para portugueses, británicos e irlandeses.

En relación con los motivos de compra, los usuarios españoles de comercio electrónico no se diferencian de los de la UE-15. Así, como se observa en el gráfico 1.14, el factor determinante para la utilización del comercio electrónico es la comodidad. Sin embargo, aspectos relacionados con los costes, rapidez, ofertas exclusivas, etc., son menos valorados por los internautas compradores españoles.

GRÁFICO 1.14: Razones para comprar por Internet

(porcentaje de personas que compran)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.5.2.2. Perfil del usuario

El nivel de estudios y los ingresos constituyen los aspectos más relevantes en relación con el perfil de los internautas que compran por la Red.

El 28% de las personas con estudios superiores compra por la Red, mientras que sólo el 5% de los usuarios que han cursado estudios primarios utiliza Internet para realizar sus compras.

Lo mismo sucede en relación con el nivel retributivo, ya que las personas con menor poder adquisitivo utilizan Internet para realizar sus compras en menor grado (11%) que aquellas que disponen de un nivel superior de ingresos (29%).

Los varones utilizan más frecuentemente la Red como medio de compra (20%) que las mujeres (13%). En relación con la edad del usuario comprador, únicamente un 6% de los usuarios mayores de 55 años utiliza Internet para realizar sus compras, frente a un 25% en el grupo de edad de 25 a 39 años. Los colectivos que utilizan en mayor medida el comercio a través de la Red son aquellos con responsabilidades directivas (32%) y los estudiantes (27%).

Análogamente al resto de Europa, el internauta comprador español tiene un nivel de estudios alto (universitarios o de segundo grado), pero se diferencia por la existencia de un número mayor de usuarios de comercio electrónico dentro del grupo de personas con niveles de ingresos medios. Por el contrario, en el nivel de ingresos más bajo, el porcentaje de usuarios compradores en España apenas alcanza el 3%.

1.5.2.3. Productos comprados

1.5.2.3.1. Europa

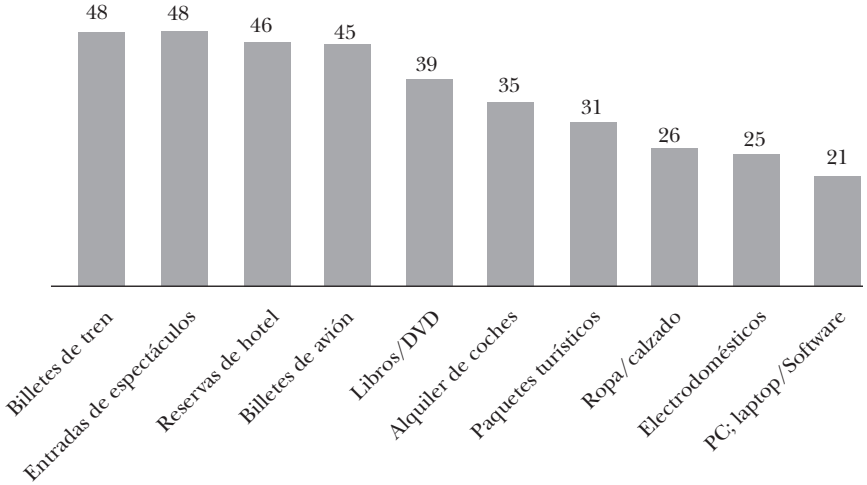
Entre los productos o servicios más demandados por los internautas europeos que utilizan la Red para realizar sus compras, cabe destacar la adquisición de billetes (tren o avión) y de entradas a espectáculos, así como las reservas de hotel (gráfico 1.15).

1.5.2.3.2. España

Como se muestra en el gráfico 1.16, también en España los billetes de tren, avión o autobús ocupan el primer lugar en el ranquin de los productos adquiridos a través de la Red durante 2003, con un gasto medio por individuo comprador y año de 554 euros. Los libros, que eran los líderes en el estudio correspondiente a 2002, quedan relegados a la segunda plaza con un gasto medio de 100 euros por individuo comprador y año.

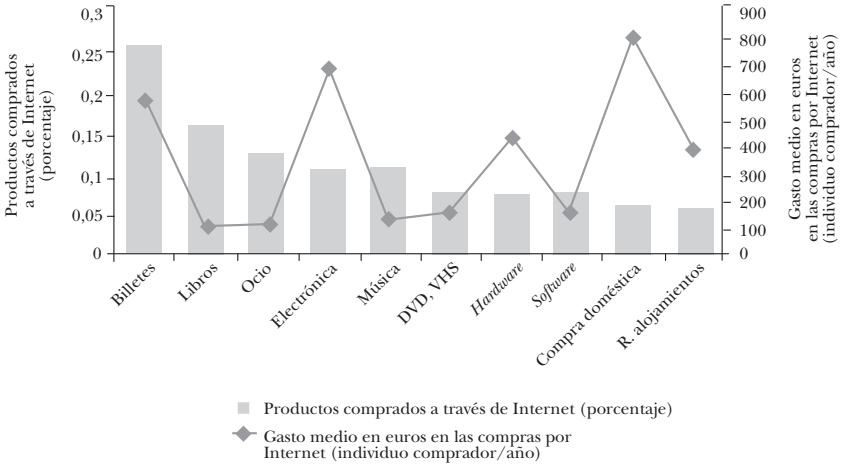
GRÁFICO 1.15: Productos comprados a través de la Red (UE-15)

(porcentaje de usuarios que compran en la Red)



Fuente: Telefónica (2004).

GRÁFICO 1.16: Productos comprados a través de la Red (España)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

Sin embargo, la compra doméstica y la electrónica e imagen, aunque ocupan posiciones rezagadas en cuanto a los productos

adquiridos por los usuarios compradores, son los que más volumen de gasto medio movilizan con 793 y 688 euros, respectivamente.

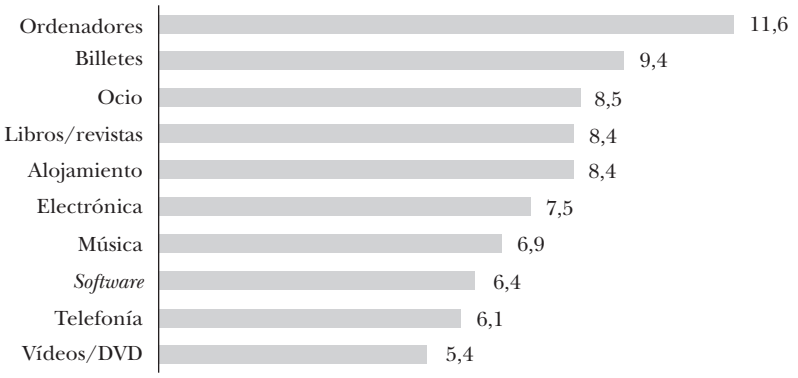
Además un resultado interesante en relación con el comportamiento de los usuarios compradores es que suelen repetir, especialmente en la compra doméstica, en la que un 48% de los usuarios manifiesta realizarla más de diez veces. Asimismo, una gran mayoría de los usuarios compra entre dos y cuatro veces artículos tales como libros, música, DVD o VHS, *hardware* o *software*.

1.5.2.4. Información por Internet

Un aspecto importante a considerar consiste en el grado de influencia de la información ofrecida por Internet sobre el proceso de decisión final de compra de un determinado bien o servicio. El 63% de los usuarios de Internet que ha conseguido información en Internet ha visto influenciada su decisión de compra sobre el producto o servicio que adquiere fuera de la Red.[13] Esta influencia en la toma de decisiones es particularmente relevante en la adquisición de ordenadores y de billetes, así como en las actividades relacionadas con el ocio (véase gráfico 1.17).

GRÁFICO 1.17: Usuarios que han tomado alguna decisión de compra en la web por tipo de producto/servicio

(porcentaje)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

[13] De acuerdo con los datos del Estudio de la Asociación de Medios de Investigación de Mercado.

1.5.2.5. Medios de pago

Entre los medios de pago preferidos por los compradores, la tarjeta de crédito ocupa el primer lugar, siendo utilizada para pagar por un 65% de los compradores. A continuación figura el pago contra reembolso, que va perdiendo cuota de utilización, y la domiciliación y transferencia bancaria, que parecen estabilizarse tras un brusco descenso.

1.5.2.6. Lugar de compra

El lugar preferido por los usuarios que compran a través de la Red es la tienda tradicional con página web (40%), seguido por el acceso directo a la web del fabricante (33%). Las tiendas puramente virtuales gozan de un menor nivel de aceptación y el resto de canales tiene una presencia meramente simbólica. Todo ello resalta la importancia de la marca conocida y la seguridad que proporciona saber que el comercio está respaldado por una empresa consolidada en el mercado.

1.5.2.7. Aspectos que preocupan a los usuarios

1.5.2.7.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.18, entre los aspectos que más preocupan a los usuarios del comercio electrónico cabe destacar los siguientes:

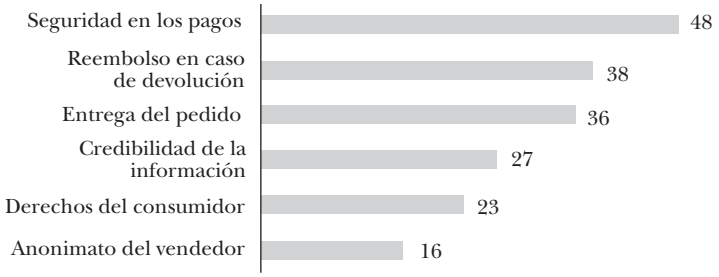
a) seguridad en el pago, en un 48% de los usuarios;
b) la posibilidad de obtener el reembolso en caso de devolución, y
c) finalmente, los aspectos relacionados con el proceso de entrega (productos defectuosos, retrasos, etc.).

Cabe señalar que los países que presentan mayores recelos en cuanto a la seguridad en el pago son España, Italia y Luxemburgo, ya que cerca del 61% de los usuarios manifiesta esta preocupación, mientras que entre los más confiados están Austria y Alemania.

Por estos motivos los consumidores prefieren generalmente páginas web de marcas reconocidas del mundo físico, particularmente en los países mediterráneos.

GRÁFICO 1.18: Aspectos que preocupan a los compradores a través de Internet (UE-15)

(porcentaje de usuarios que compran en la Red)



Fuente: Telefónica (2004).

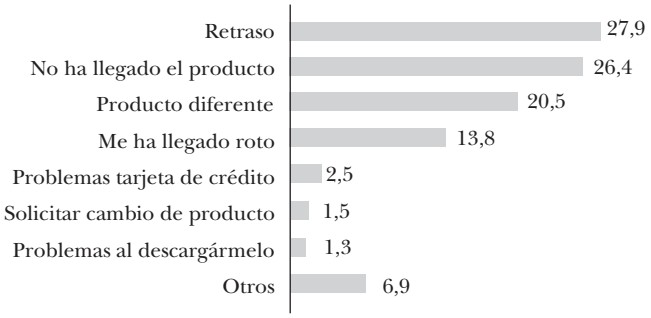
1.5.2.7.2. España

En España, como se observa en el gráfico 1.19, los principales problemas detectados entre los compradores que manifiestan haber tenido algún problema en la compra por Internet son:

a) los retrasos en la entrega del producto;
b) la no recepción del mismo, y
c) la entrega de productos diferentes o defectuosos.

GRÁFICO 1.19: Problemas en las compras a través de Internet

(porcentaje de usuarios compradores que han tenido problemas)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.5.2.8. Satisfacción y valoración

A pesar de todos los inconvenientes citados anteriormente, el 96% de los usuarios que realizan compras por Internet ha visto satisfechas sus expectativas: siempre en un 71% de los casos y casi siempre en un 25%. Únicamente un 2% manifiesta lo contrario.

Asimismo, algo más del 90% de los internautas compradores tiene una valoración buena o muy buena sobre la entrega de pedidos.

1.5.2.9. Razones para no comprar en Internet

1.5.2.9.1. Europa

El principal motivo para los ciudadanos europeos para no haber comprado nunca en Internet es lógicamente no disponer de acceso a la Red. Aparte de ello, las principales razones para no haber comprado nunca en Internet son:

a) la falta de confianza;
b) no tener interés en este tipo de compra, y
c) con menor importancia existen otras razones como la dificultad del procedimiento de compra por Internet frente a los sistemas tradicionales.

Dentro del colectivo que prefiere no comprar por Internet, un 68% de los usuarios es porque les gusta ver y tocar el producto que adquieren, un 55% porque les gusta ir de tiendas y un 44% aduce la falta de relación entre las personas como razón fundamental.

Se estima que los que no confían en Internet como canal de compra representan el 25% del total de los usuarios de Internet y, curiosamente, las razones que esgrimen para justificar esta falta de confianza son muy similares a las de los usuarios que compran a través de Internet.

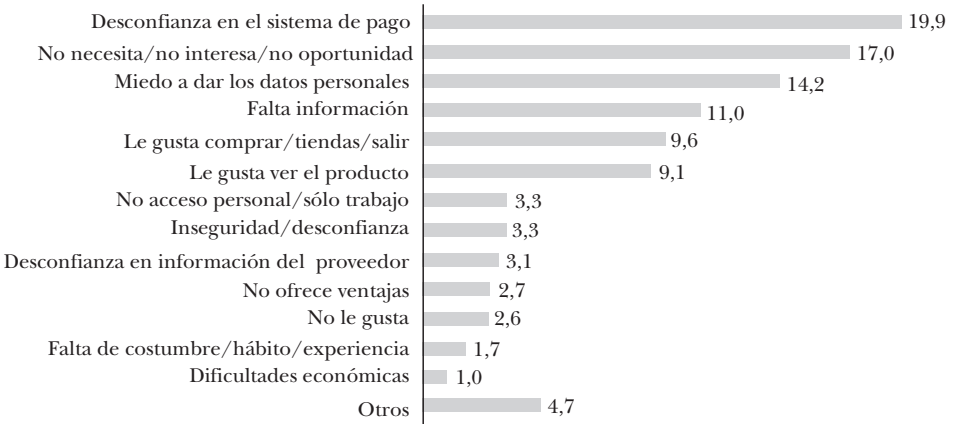
1.5.2.9.2. España

En España, como se observa en el gráfico 1.20, las razones que argumentan los internautas para no realizar compras por Internet son principalmente la desconfianza en los medios de pago, la falta de oportunidad o la falta de interés, el miedo a facilitar los datos personales y, en general, la sensación de falta de seguridad

en la transacción. Cabe destacar que el problema de la seguridad en los pagos tiene un carácter especialmente relevante.

GRÁFICO 1.20: Motivos para no comprar por Internet en España

(porcentaje de internautas no compradores)



Fuente: AECE (2004) y Telefónica (2004).

1.6. La sociedad de la información en España: las empresas

1.6.1. Internet

1.6.1.1. Comparación internacional

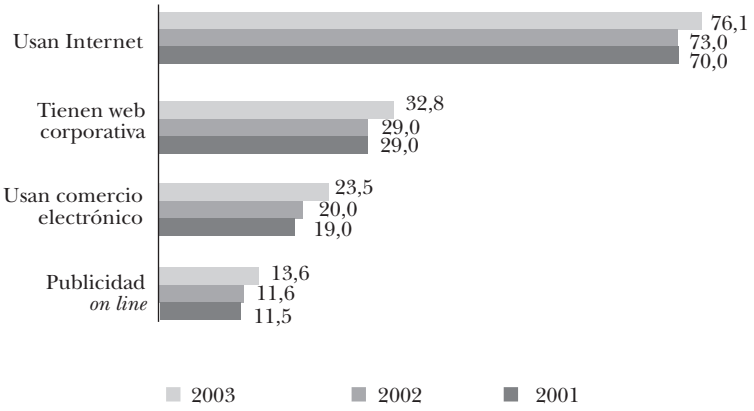
Por término medio, el 94% de las empresas analizadas a nivel internacional disponía de acceso a Internet en 2003. Los países más avanzados continúan siendo, un año más, los que cuentan con mayor grado de desarrollo económico y tecnológico, es decir, Irlanda, Corea del Sur, Estados Unidos, Suecia y Alemania. El crecimiento a nivel internacional durante el año 2003 fue de tres puntos, exactamente la misma cifra que el conjunto de empresas españolas, con lo cual la brecha existente en 2002 de 18 puntos ha permanecido invariable. De hecho, la diferencia con el país situado inmediatamente por delante de España, Francia, sólo ha disminuido en un punto durante todo el año 2003.

1.6.1.2. España

Como se muestra en el gráfico 1.21, aproximadamente tres de cada cuatro empresas españolas (76,2%) disponían en 2003 de acceso a Internet, lo que supone que más de 60.000 empresas se han incorporado a la Red durante 2003 (AETIC 2004).

GRÁFICO 1.21: Internet en las empresas españolas

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

1.6.1.3. Tamaño de la empresa

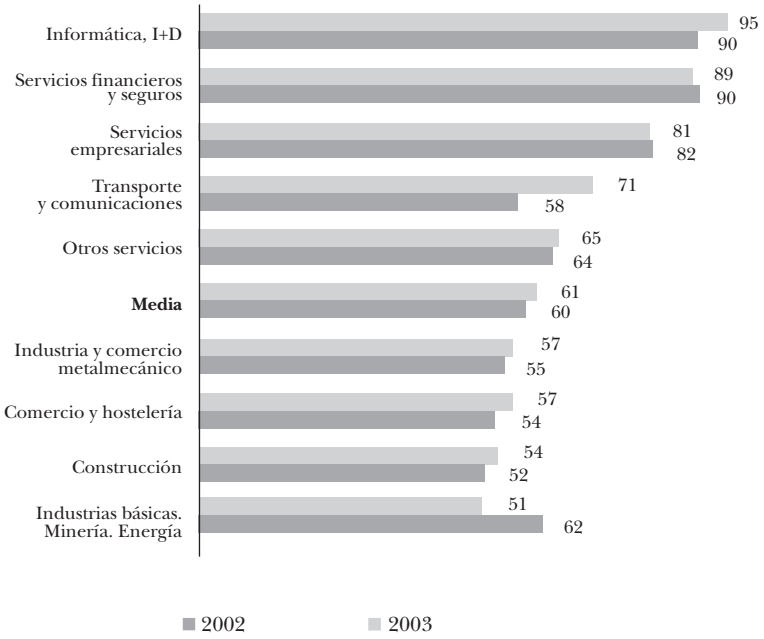
El tamaño de la empresa sigue teniendo una gran influencia en el grado de adopción de Internet. Mientras la mediana empresa alcanza las cifras de los países más avanzados y la gran empresa está totalmente conectada, es la pyme la que continúa anclando a España en los últimos puestos de la Unión Europea. Este dato es especialmente relevante, sobre todo porque en España la pequeña empresa, y en particular la microempresa (menos de 10 asalariados), constituye cerca del 94% del tejido empresarial.

1.6.1.4. Sectores económicos

Por sectores de actividad, como se observa en el gráfico 1.22, cabe destacar a las empresas de servicios financieros y seguros, así como las dedicadas a informática e I + D, que ya en el año 2002 disponían en su totalidad de acceso a Internet.

GRÁFICO 1.22: Empresas con conexión a Internet por sectores de actividad en España

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

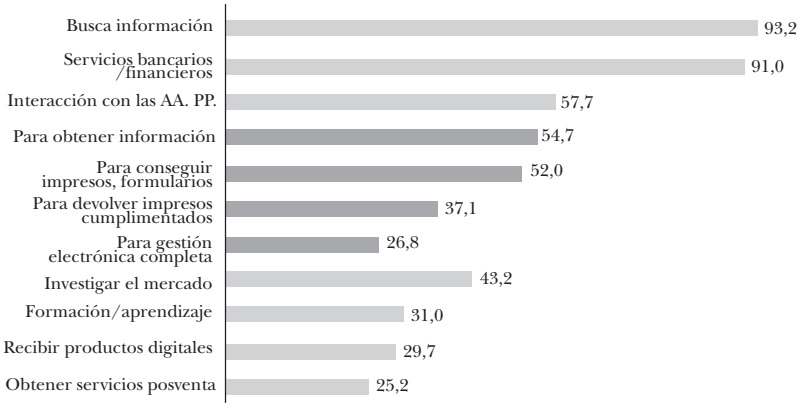
1.6.2. Servicios utilizados

Como se muestra en el gráfico 1.23, la búsqueda de información continúa siendo el servicio más utilizado, aunque lentamente los servicios más avanzados que requieren preferentemente tramitación electrónica o interactividad se van abriendo paso entre las compañías españolas.

Algunos ejemplos de estos últimos son los servicios bancarios/financieros, utilizados por casi la totalidad del tejido empresarial, o la interacción con las Administraciones Públicas (más de la mitad de las empresas) para realizar tareas tan diversas como obtener información, conseguir impresos y formularios, devolver impresos cumplimentados o realizar trámites finalistas entre Administración y empresa.

GRÁFICO 1.23: Utilización de servicios de Internet en España

(porcentaje de empresas con 10 o más empleados)



Fuente: INE (2004) y Telefónica (2004).

1.6.3. Acceso de empleados

En cuanto al número de empleados que tienen acceso a la Red desde su puesto de trabajo, España continúa por encima de la media europea. Se trata de uno de los pocos aspectos en el que España supera a los países de su entorno, aunque en 2003 se ha producido un descenso en el porcentaje de trabajadores con respecto a 2002.

1.6.4. Comercio electrónico

Internet, además de transformar en gran medida el *modus operandi* de las empresas existentes, ha servido para crear un nuevo servicio: el comercio electrónico, es decir, la compraventa de servicios y bienes a través de Internet que se desarrolla entre consumidores y empresas, entre empresas, y entre empresas y Administraciones Públicas.

El comercio electrónico desempeña un papel fundamental dentro de los factores que contribuyen a la mejora de la productividad y competitividad de las empresas.

1.6.4.1. Comparación internacional

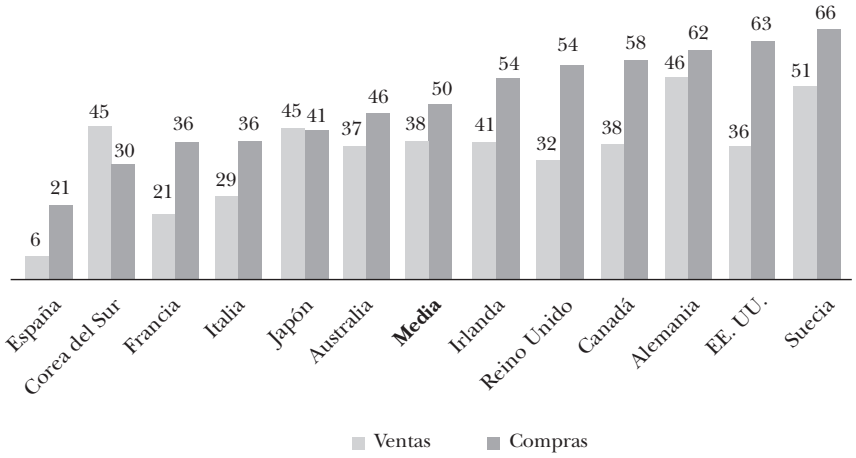
De la observación del gráfico 1.24, un primer dato que merece la pena destacar es que a nivel internacional, salvo las excepcio-

nes de los países del Sudeste asiático (Japón o Corea del Sur), se sigue manifestando una mayor tendencia a la realización de compras por Internet que a las ventas a través de dicho canal.

En este sentido, una de cada dos empresas presentes en Internet realizó compras por Internet en 2003, mientras que un porcentaje menor (el 38%) lo utilizó para la venta de sus productos o servicios.

GRÁFICO 1.24: Comparación internacional de las ventas y compras por medios electrónicos

(porcentaje de ventas y compras)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

Los crecimientos experimentados por estos dos indicadores a nivel internacional en 2003 han sido mayores que en España. Con todo esto, la situación competitiva de las empresas españolas no mejora respecto a la del año 2002.

El retraso en la implantación del comercio electrónico en España es más relevante en las ventas, ya que el porcentaje de empresas que venden por este canal es seis veces menor que la media de los países más desarrollados. En el caso de las compras, el valor alcanzado por España está dos veces y media por debajo también de la media de los países analizados. Nuevamente, son los países con las cifras de penetración más altas de Internet como Suecia,

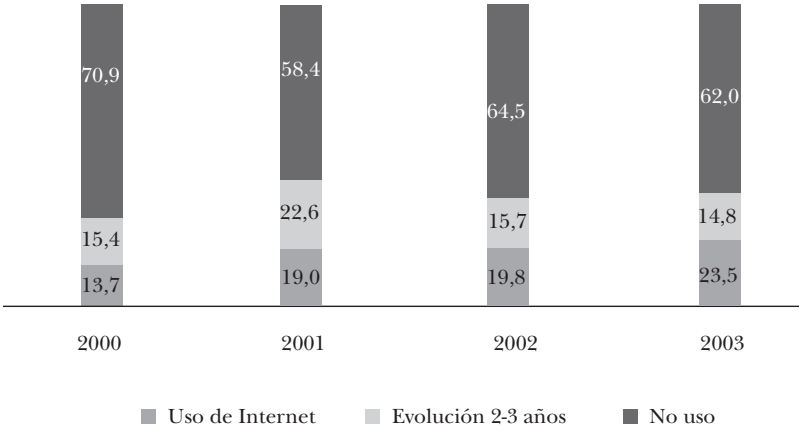
Estados Unidos, Alemania y Canadá los que lideran el comercio electrónico a nivel mundial.

1.6.4.2. España

En 2003 casi 200.000 compañías (el 23,5% del tejido empresarial español) realizaron transacciones comerciales por medios electrónicos. Este dato supone un crecimiento de casi cuatro puntos con respecto a 2002, por lo que a pesar de la situación global de estancamiento, el comercio electrónico es uno de los indicadores que ha experimentado un crecimiento mayor. La Red comienza a consolidarse lentamente como un canal alternativo a los tradicionales, y ya es prioritario (más del 50% de compras o ventas) para una de cada ocho empresas (12,5%) que operan en la Red.

La diferencia entre empresas que compran y las que venden ha continuado aumentando en 2003. Mientras se ha mantenido invariable el porcentaje de empresas que venden a través de Internet (6%), el número de compañías que adquirieron suministros y productos a través de la Red creció tres puntos, hasta el 21%, poniendo de relieve un modelo de concentración de las ventas en un número reducido de oferentes, que es prácticamente el que se sigue en todos los países más desarrollados excepto en los del Sudeste asiático.

GRÁFICO 1.25: Evolución del comercio electrónico en las empresas en España



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

1.6.4.3. Obstáculos

El principal inconveniente para la incorporación de las empresas a la sociedad de la información consiste en que un alto porcentaje de ellas no percibe beneficios inmediatos del uso de las TIC, a pesar de tener conexión a Internet en muchos casos. Particularmente en las microempresas, la causa fundamental de la baja tasa de informatización y de su aprovechamiento es el desconocimiento de las tecnologías y de cómo incorporarlas en sus procesos de gestión para obtener ventajas tangibles y reales para sus negocios, en términos de mejora de su rentabilidad y de crecimiento de sus ingresos.

En relación con los obstáculos manifestados por las empresas para realizar compras mediante comercio electrónico, cabe citar que para el 25% de ellas los bienes y servicios que comercializan no se pueden comprar por Internet, para el 19% existe incertidumbre respecto a contratos, garantías y términos de entrega, y para el 17% existe incertidumbre respecto a los pagos.

Otros obstáculos señalados por las empresas son la existencia de pocos suministradores (9%), los problemas logísticos (8%) y los costes de entrega o reparto (7%).

El principal obstáculo encontrado por las empresas para no vender sus productos mediante el comercio electrónico es que sus productos no son vendibles por esta nueva forma de comercio (36,46%). Otro obstáculo importante es que se considera prioritario el actual canal de ventas (35,76%).

1.6.4.4. Ventajas

Las empresas consideran como principales ventajas en la compra mediante comercio electrónico el aumento en la velocidad de los procesos (77%) y la simplificación de las tareas (64%).

En relación a las principales ventajas percibidas por las empresas para realizar ventas mediante comercio electrónico, cabe citar la expansión geográfica del mercado (79%), llegar a más y/o a nuevos clientes (68%) y la velocidad de los procesos (56%).

Otras ventajas consisten en la simplificación de las tareas (42%), evitar ceder cuota de mercado (42%), mejor calidad de servicios prestados (40%) y reducción y racionalización de costes (27%).

1.6.4.5. Ventas

En relación con el B2C, que se ha estudiado desde la perspectiva del consumidor en el apartado 1.5, cabe hacer las siguientes apreciaciones adicionales desde la perspectiva empresarial:

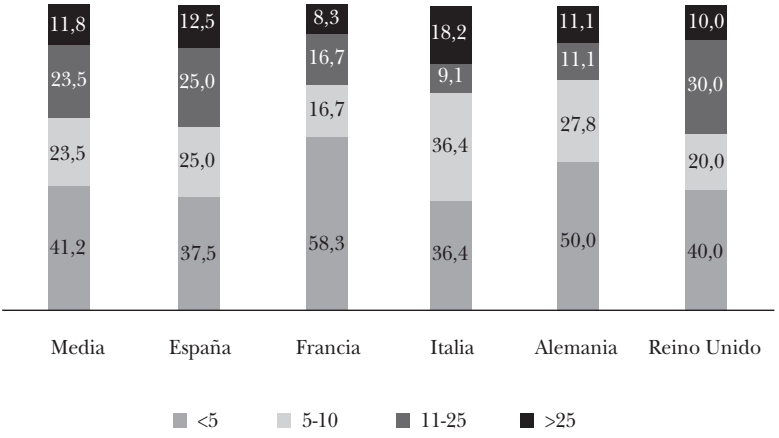
a) El B2C *(Business to Consumer)* ha ganado difusión e importancia en 2003, hasta situarse al mismo nivel que el B2B *(Business to Business)*.

b) La mayoría de las empresas que comercializan sus productos continúan prefiriendo realizar las transacciones directamente con sus clientes sin ningún tipo de intermediación. Solamente tres de cada diez empresas que venden a través de la Red utilizan mercados electrónicos y casi la mitad de estas compañías combina ambos tipos de modelos de venta.

Como se refleja en el gráfico 1.26, la intensidad de venta *on line* de las empresas españolas se aproxima a la media de los cinco países más importantes de la Unión Europea, aunque todavía no alcanza a los países más avanzados como Reino Unido. En general, el porcentaje que representa las ventas *on line* no supera el

GRÁFICO 1.26: Intensidad de ventas *on line* (comparación europea)

(porcentaje de venta electrónica con respecto al total de las ventas)



Fuente: e-Business Watch (2004) y Telefónica (2004).

10%, y no alcanza el 5% para la mayoría de las empresas. Es en el sector turístico, además de ser el que más vende a través de la Red, donde las ventas *on line* tienen más peso.

La proporción de empresas que aceptan pagos electrónicos no ha variado prácticamente durante los últimos años (2,5% desde 2001). Siguen siendo las empresas dedicadas a servicios financieros y seguros, transporte y comunicaciones las que poseen una mayor aceptación de los cobros electrónicos.

1.6.4.6. Compras

En relación con el proceso de compra de las empresas mediante Internet, cabe destacar los siguientes puntos:

a) En general, las preferencias de las empresas que compran por Internet coinciden con las que venden.
b) Asimismo, como regla general, las compras *on line* suponen un porcentaje muy pequeño para las empresas españolas. España está claramente por debajo de los cinco países más importantes de la UE (sobre todo de Alemania y Reino Unido).

A través de Internet, las empresas españolas adquieren prácticamente en la misma proporción tanto los *inputs* directos de producción como los indirectos de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO). Este comportamiento es ligeramente diferente de nuestro entorno, siendo más común el aprovisionamiento *on line* de productos MRO.

Las principales ventajas que sobre las compras por Internet perciben las empresas que utilizan dicho procedimiento para realizar sus compras son los menores plazos de entrega, con gran diferencia sobre las demás, y la comodidad. Otras ventajas menos importantes son el menor precio, el mejor conocimiento de la oferta existente o la posibilidad de evitar desplazamientos.

El porcentaje de empresas que permiten pagos con medios electrónicos ha pasado en 2003 del 8,2 al 9,5%. No obstante, este dato está todavía muy lejos de alcanzar la media internacional, situada en el 27% de las empresas y que ha crecido cerca de 14 puntos en 2003 (AETIC 2004). Son principalmente las compañías dedicadas

a informática y a I + D las que ofrecen esta posibilidad a sus clientes. En cualquier caso, las empresas continúan prefiriendo el uso de medios convencionales para comprar y vender *on line* (como talones o transferencias bancarias), en detrimento de los sistemas electrónicos (débito bancario, tarjetas de crédito o débito).

Otro obstáculo importante lo constituye la seguridad, aunque la entrada en vigor de la Ley de Firma Electrónica en 2003 probablemente incida favorablemente en la reducción de este importante obstáculo.

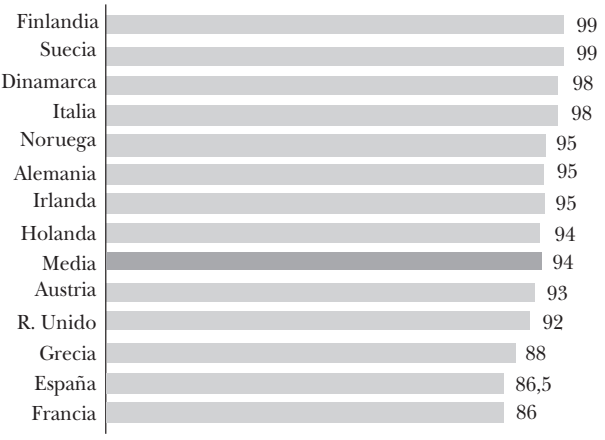
1.6.5. Terminales

1.6.5.1. Europa

Como se observa en el gráfico 1.27, que representa los porcentajes de empresas que utilizan ordenadores personales en los diferentes países europeos, la situación de la empresa española no ha mejorado durante 2003. A nivel europeo, el crecimiento del 2% ha situado la media en el 94%, un poco más lejos de España (86,5%) que sólo ha crecido un punto en el mismo período de tiempo. España sólo supera a Portugal y Francia, y se encuentra

GRÁFICO 1.27: Comparación europea de la utilización de ordenadores personales

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

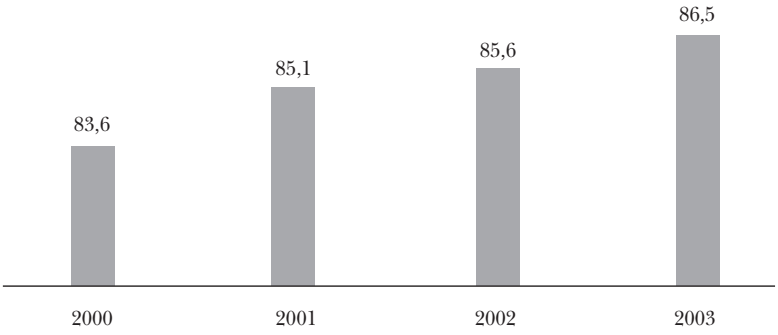
muy lejos de los países que dominan este apartado, Finlandia, Suecia, Dinamarca e Italia, en los que prácticamente la totalidad de las compañías disponen de ordenadores personales.

1.6.5.2. España

El ligero aumento experimentado del 1% en España durante 2003 parece confirmar los síntomas de saturación que aparecían ya en los años 2002 y 2001, como se observa en el gráfico 1.28. El tamaño de empresa continúa siendo un factor determinante ya que, mientras la totalidad de las grandes empresas cuenta con ordenadores, es la pyme, especialmente la que emplea hasta dos asalariados, la que ostenta valores de penetración muy bajos (en torno al 80%), aunque fueron las que más crecieron en 2003.

GRÁFICO 1.28: Utilización de ordenadores personales en la empresa española

(porcentaje de empresas)



Fuente: AETIC (2004) y Telefónica (2004).

1.6.5.3. Sectores de actividad

Por sectores de actividad cabe destacar el avance experimentado por este indicador en el sector del transporte y las comunicaciones. Este crecimiento (7%) ha conducido a estas compañías a superar la media europea y a colocarse en una situación óptima para competir en el mercado global. También cabe resaltar el descenso sufrido en los sectores de industrias básicas, minería y energía, y servicios empresariales.

Las empresas que poseen por término medio un mayor número de terminales son las compañías de servicios (financieros, informáticos, empresariales), mientras que en los sectores de la construcción, el transporte y las comunicaciones, la mayoría de las empresas no cuentan con más de tres ordenadores personales, principalmente porque no perciben los beneficios de una mayor implicación en el desarrollo de su actividad.

1.6.5.4. Obstáculos

El principal obstáculo que limita el avance de la incorporación del ordenador personal en la empresa continúa siendo la falta de percepción de la existencia de beneficios por su incorporación. También es importante el aumento de las empresas que, al externalizar sus sistemas informáticos, deciden prescindir del ordenador personal. Las compañías son cada vez más conscientes de las ventajas que supone la externalización, como medio para centrarse en su negocio clave donde son realmente competitivas, reducir costes, acelerar la introducción de nuevos productos en el mercado o ganar en agilidad para poder transformarse y responder a las condiciones cambiantes del entorno. Por todo ello apuestan incondicionalmente por este tipo de prácticas y así el mercado del *outsourcing* está en plena fase de crecimiento, especialmente en sectores como las telecomunicaciones, servicios financieros, seguros y Administraciones Públicas.

Sin embargo, en ciertos casos el *outsourcing* se percibe de una forma negativa debido a diversos factores: la pérdida de control y confidencialidad, el choque entre diferentes culturas empresariales o la descoordinación entre el proveedor de servicio y la compañía.

1.6.5.5. Utilización

La mitad (50,6%) de los empleados de empresas españolas que disponen de equipos informáticos utilizaban en 2003 el ordenador para el desarrollo de su actividad profesional, lo que supone un incremento de tres puntos con respecto a 2002.

Este indicador es uno de los pocos que muestra un comportamiento diferente en cuanto a su distribución por estrato de tamaño. Probablemente la polivalencia y flexibilidad necesaria por los

profesionales de las pequeñas empresas (sobre todo micropymes) para realizar tareas de todo tipo, y la mayor especificidad en las grandes empresas que generalmente cuentan con personal dedicado exclusivamente a las tareas informáticas, sean las causas que originen este hecho.

Asimismo, los sectores más informatizados (informática e I + D, servicios financieros y seguros, servicios empresariales y transporte y comunicaciones) son los más interconectados. En el resto de actividades tradicionales como las industrias básicas, el comercio o la construcción, la penetración de este indicador es muy baja, siempre por debajo del 61%. Cabe destacar como dato especialmente interesante para esta investigación el esfuerzo realizado en 2003 por el sector del transporte y las comunicaciones, paralelo al realizado en la utilización de ordenador personal, que ha pasado de estar por debajo de la media en 2002 a superarla ampliamente en 2003.

1.6.6. Resumen

Puede comprobarse que año tras año está creciendo el grado de incorporación de las empresas españolas a Internet, aunque durante el año 2003 éste ha sido bastante moderado. En la actualidad, el 76,2% de las empresas españolas disponen de acceso a la Red frente a medias superiores de la mayor parte de los países de su entorno.

Las empresas perciben cada vez en mayor grado las ventajas que reporta Internet. En el caso de las microempresas, esta percepción no es tan positiva, especialmente en lo referente al uso del ordenador personal.

El sector y el tamaño de la empresa tienen mucha influencia sobre el grado de penetración de Internet y en general de las nuevas tecnologías en sus procesos de negocio. Aquellas zonas en las que predominen sectores poco intensivos en información tendrán una penetración de las TIC en su tejido empresarial inferior. Asimismo, las pyme y micropyme, que son mayoritarias en España, son menos proclives a la incorporación de las TIC.

La principal utilización de Internet por las empresas es para contactar con proveedores y clientes. En cuanto al comercio electrónico, cabe destacar que las empresas prefieren realizar com-

pras antes que ventas por Internet debido a que valoran como más beneficioso para ellas la compra que la venta *on line*. En la actualidad, tanto en España como en su entorno, se percibe más demanda que oferta en la venta por Internet. Sólo en el Sudeste asiático se da el caso contrario.

El porcentaje que representa el canal Internet sobre el total de las ventas es muy bajo en la mayoría de los sectores, situándose entre el 5 y el 10% de las ventas totales. La única excepción corresponde al sector turístico, donde el porcentaje de ventas a través de Internet supera al correspondiente a los otros canales.

Cabe concluir que, en general, la brecha existente entre las empresas españolas y los países de referencia no ha disminuido prácticamente. Incluso parece haber crecido en algunos aspectos como, por ejemplo, la utilización de ordenador personal o el desarrollo del comercio electrónico. Todo ello se traduce en que se sigue desaprovechando las oportunidades que representan las TIC y perdiendo competitividad respecto al resto de países más avanzados.

En el lado opuesto de la balanza, cabe destacar que la gran mayoría de las empresas nacionales están muy o bastante satisfechas con los efectos que la introducción de las TIC y la integración del comercio electrónico en sus negocios han producido sobre su actividad (e-Business Watch 2003). En este sentido, cerca de un 40% de las empresas españolas, superando a la media europea que es del 34%, tiene el propósito de aumentar los recursos financieros destinados a la incorporación de TIC durante los próximos años.

2. El mercado de transporte

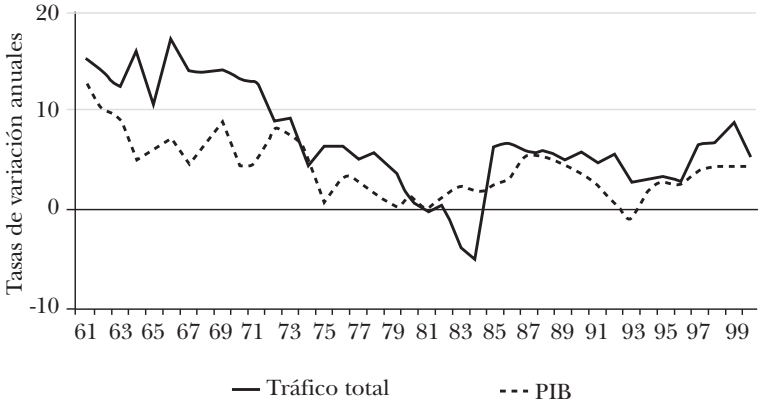
EN este capítulo se analizan en detalle los principales rasgos del mercado de transporte español que tienen interés con los objetivos perseguidos. En particular, se estudian los aspectos de la evolución de la demanda y el reparto modal, mostrando los principales factores causales de los importantes cambios acaecidos, competencia entre modos de transporte, magnitudes de las diferentes elasticidades respecto al precio y, finalmente, los costes sociales asociados a cada modo de transporte.

2.1. Demanda de viajeros

2.1.1. Evolución

Un primer rasgo que caracteriza la demanda del transporte de viajeros en España es que ha crecido de forma prácticamente continua a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Únicamente

GRÁFICO 2.1: Evolución del tráfico interior de viajeros



Fuente: Ministerio de Fomento e INE.

en algunos años de la primera mitad de la década de los ochenta se registran tasas anuales de variación negativas.

Con un mayor detalle temporal, se observa en el gráfico 2.1 —que muestra las tasas anuales de variación del tráfico total de viajeros y del PIB—[14] que el despegue se inicia en la segunda mitad de la década de los cincuenta, alcanzando tasas de crecimiento anuales superiores al 10% en todos los años del decenio de los sesenta. Asimismo, de forma paralela a la evolución de la actividad económica, en los años setenta se reducen significativamente las tasas de crecimiento, con valores situados alrededor del 5% a partir de 1973.

La crisis económica, que en España muestra toda su virulencia a comienzo de la década de los ochenta con un *lag* respecto a los países desarrollados, se traduce, respecto al tráfico de viajeros, en que en dichos años se manifiesten por primera vez tasas de variación negativas, inferiores incluso al –5% anual. Una vez agotados los efectos de la crisis económica, el tráfico de viajeros vuelve a recuperarse, creciendo de nuevo a un ritmo anual en torno al 5%. Finalmente, este paralelismo en la evolución del PIB y del volumen de tráfico de viajeros también se observa en la década de los noventa, tanto durante el período de bajo ritmo de crecimiento (primeros años del decenio) como en los años de expansión (segunda mitad de esta década).

2.1.2. Demanda modal

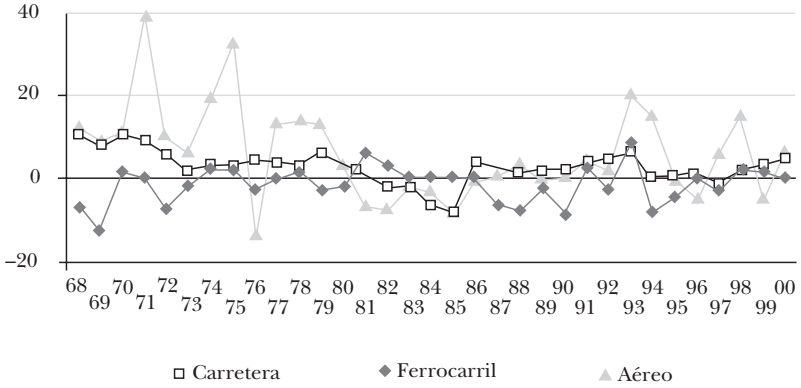
Aun cuando durante el período analizado en todos los modos de transporte de viajeros se muestra una tendencia claramente creciente, las magnitudes de las tasas de crecimiento varían muy significativamente entre los diferentes modos. Así, mientras que durante el período 1960-2000 los tráficos de viajeros por carretera y aéreo se multiplican por 17 y 29 respectivamente, el tráfico ferroviario no llega a triplicar su valor inicial del período.

Desde la perspectiva del ciclo económico, el gráfico 2.2, que representa la diferencia de las tasas de variación anuales del PIB con las correspondientes a los tres modos de transporte analizados, nos muestra que mientras el tráfico por carretera crece a un ritmo

---

[14] En puridad, como variable económica de referencia debería utilizarse la renta disponible en lugar del PIB, al tratarse de transporte de viajeros. De cualquier modo las conclusiones no deberían cambiar significativamente.

GRÁFICO 2.2: Diferencias entre las tasas de variación de los tráficos modales de viajeros con las del PIB



Fuente: Ministerio de Fomento e INE.

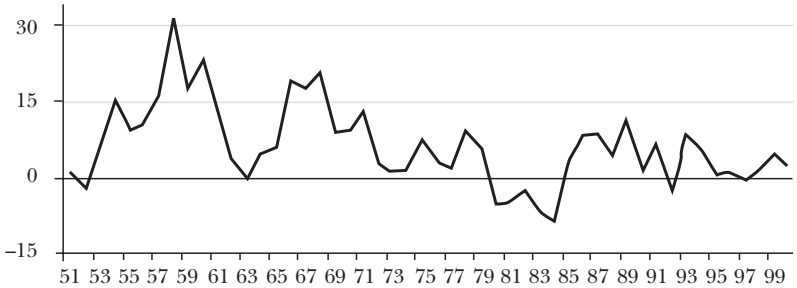
superior al del PIB prácticamente en todo el período analizado, excepto en los años de crisis energética,[15] las tasas de variación del transporte ferroviario crecen por debajo de las del PIB en la mayor parte del período analizado, salvo precisamente en los años de menor crecimiento económico.[16] También cabe destacar el particular comportamiento del tráfico aéreo respecto al PIB, ya que la diferencia entre las magnitudes de sus respectivas tasas de variación es muy alta, tanto en un sentido como en el otro, incluso alcanzando en algunos años valores superiores al 20%. Este comportamiento parece indicar una elevada sensibilidad de la demanda de transporte aéreo a las pulsaciones de la actividad económica.

Corroborando las tendencias señaladas, tal y como se observa en el gráfico 2.3 que representa la diferencia de las tasas de variación anuales entre carretera y ferrocarril, el tráfico ferroviario crece por encima del de carretera en muy pocos años, principalmente en los períodos de crisis económica.[17] En el resto de los años, el transporte por carretera crece a un ritmo muy superior al ferroviario, alcanzándose diferencias porcentuales superiores al 10% en los períodos de mayor bonanza económica (por ejemplo, 1986-1989).

---

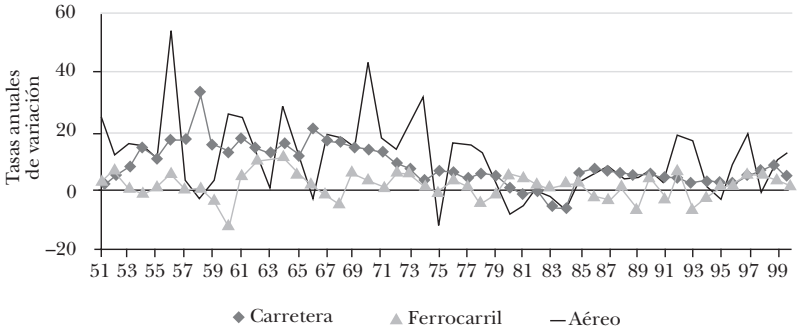
[15] Por ejemplo, en los años 1984 y 1985.
[16] Por ejemplo, en los períodos 1962-1965 y 1979-1985.
[17] Por ejemplo, durante 1980-1984.

GRÁFICO 2.3: Diferencia entre las tasas de variación del tráfico de viajeros por carretera y ferroviario



Fuente: Ministerio de Fomento.

GRÁFICO 2.4: Evolución del tráfico interior de viajeros por modos de transporte



Fuente: Ministerio de Fomento.

En esta misma línea, un análisis particularizado de la evolución de cada modo de transporte en el período 1950-2000 nos permite comprobar en el gráfico 2.4 que, en el caso del transporte por carretera, las mayores tasas de crecimiento se producen durante los años sesenta (con tasas anuales de variación superiores al 10%), mientras que tan sólo en los años 1983 y 1984 se manifiestan tasas negativas de variación.

Asimismo, un rasgo característico de la demanda de transporte aéreo es su elevada dispersión y volatilidad, que se pone de manifiesto en la evolución de sus tasas de variación, llegándose a alcanzar en el período analizado tasas de crecimiento superiores

al 40% durante la década de los cincuenta, junto a otras negativas del 10% en el decenio de los setenta.

Finalmente, en el transporte ferroviario se observa que en numerosos años[18] su tasa de variación es negativa y, particularmente, su ritmo de crecimiento se ralentiza profundamente a partir de la década de los ochenta.

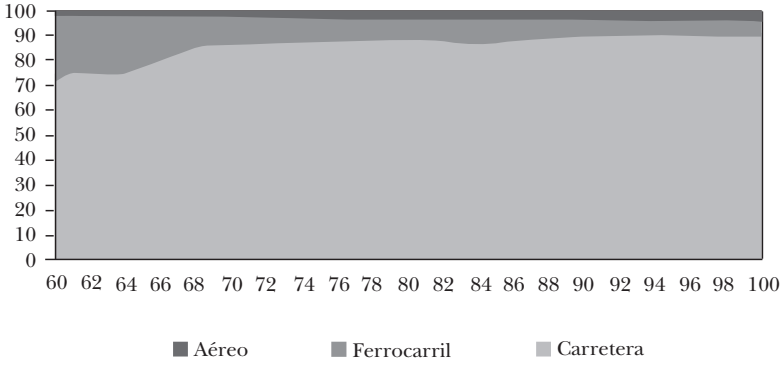
2.1.3. Reparto modal

Este cúmulo de transcendentales cambios en la demanda de transporte tiene su reflejo en la evolución del reparto modal. En este sentido, al analizar la distribución modal del transporte interior de viajeros en nuestro país, el rasgo principal que se observa radica en el peso cada vez mayor del transporte por carretera, que se convierte en el modo de transporte claramente hegemónico.

En efecto, en el gráfico 2.5 se observa que, a pesar del incremento importante del tráfico aéreo, el transporte por carretera alcanza cuotas modales próximas al 90% del tráfico total, mientras que el ferrocarril, que a principios de los años sesenta tenía un peso porcentual del 30%, no supera actualmente el 6%.

GRÁFICO 2.5: Evolución de la distribución modal del tráfico interior de viajeros

(porcentajes modales)



Fuente: Ministerio de Fomento.

[18] Las tasas anuales de variación del tráfico ferroviario son negativas en 13 de los 50 años analizados.

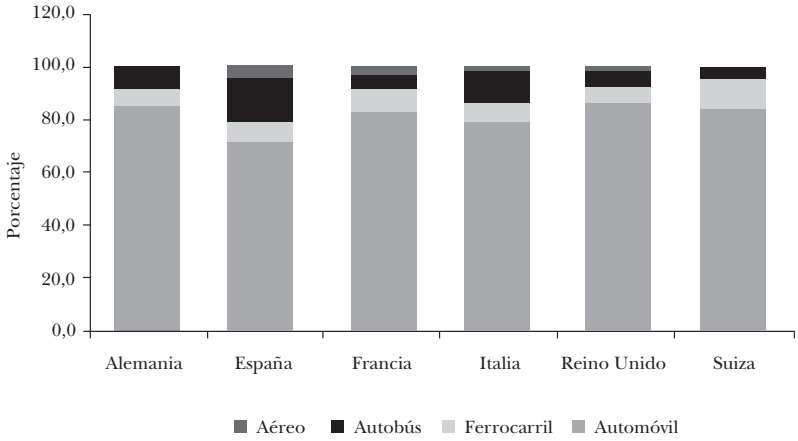
En definitiva, mientras que los tráficos del transporte por carretera y aéreo han crecido sustancialmente, el transporte ferroviario lo ha hecho con mucha menor intensidad, mostrando una clara tendencia a convertirse en un modo marginal si no se produce una verdadera ruptura en el patrón de comportamiento tendencial del mercado de transporte de viajeros.

2.1.4. Panorámica internacional

Como muestra el gráfico 2.6, en todos los países europeos analizados se observa una tendencia generalizada a la reducción del peso del ferrocarril en el transporte de viajeros, alcanzando en el año 1998 porcentajes inferiores al 10% en todos los casos, excepto en Suiza. Cabe destacar que la introducción de la alta velocidad ferroviaria en Francia sólo ha supuesto que el modo ferroviario alcance una cuota del 9% respecto del total de viajeros.

GRÁFICO 2.6: Distribución modal del tráfico interior en diferentes países europeos (1998)

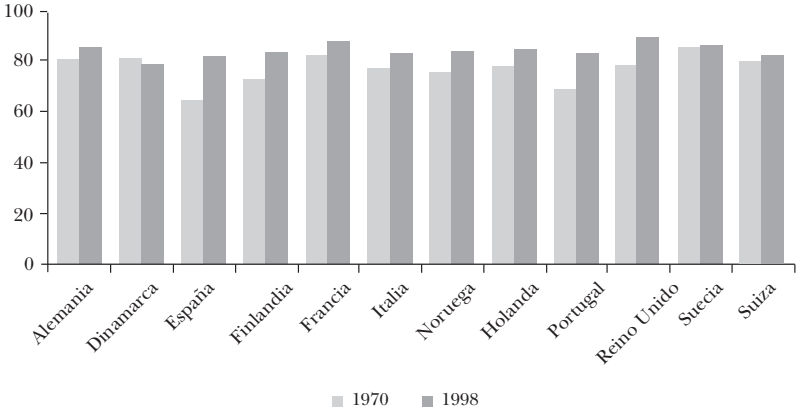
(porcentaje)



Fuente: CEMT.

Por el contrario, como muestra el gráfico 2.7, en 1998 la participación porcentual del coche en el reparto modal es superior al 70% en todos los países analizados. Además, su cuota modal ha

GRÁFICO 2.7: Evolución de la cuota modal del coche en el transporte terrestre de viajeros en diferentes países europeos



Fuente: CEMT.

crecido significativamente durante el período analizado (1970-1998) en todos los países de la muestra. Dicho aumento es especialmente significativo en Reino Unido, España y Portugal.

Asimismo, cabe destacar el importante peso del transporte aéreo en España, que es, incluso, superior al de países de gran extensión como Francia e Italia. También, en relación con los países europeos analizados, la participación modal del autocar es muy alta en España. De hecho, Italia y España son los países donde la cuota modal del transporte en autobús es superior.

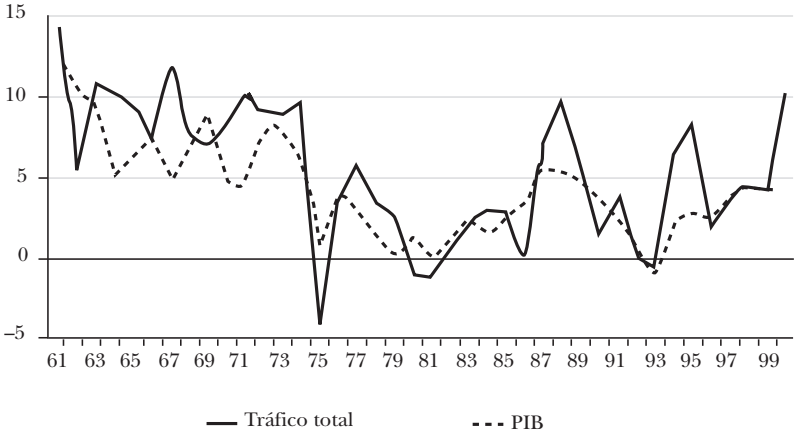
2.2. Demanda de mercancías

2.2.1. Demanda total

El principal rasgo tendencial que se observa en el gráfico 2.8, referente a la evolución del tráfico de mercancías, es su crecimiento durante prácticamente todo el período 1960-2000, excepto en los años 1975, 1980-1983 y 1992-1993, que corresponden a bajos niveles de la actividad económica. Dentro de una trayectoria paralela a la evolución del PIB, aunque con mayor amplitud de sus tasas de variación, se observa un período inicial caracterizado por tasas muy altas de

GRÁFICO 2.8: Evolución del tráfico total de mercancías y del PIB

(tasas de variación anuales)



Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

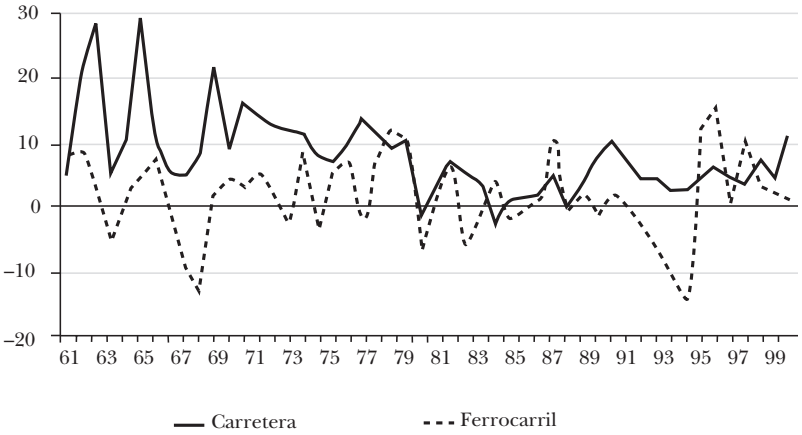
crecimiento, que finaliza en 1974. Posteriormente, las tasas de crecimiento son más moderadas, hasta los últimos años de la década de los ochenta. Finalmente, el tráfico de mercancías vuelve a manifestar un elevado ritmo de crecimiento hasta el final del período analizado.

2.2.2. Demanda modal

Al analizar la evolución de cada modo por separado, podemos observar en el gráfico 2.9 un comportamiento muy diferenciado en cada uno de ellos, creciendo el transporte por carretera a un ritmo muy superior al ferroviario. Así, en el transporte de mercancías por carretera, se observa que durante el período 1950-1973 el ritmo de crecimiento es muy alto, alcanzándose en varios años tasas de crecimiento superiores al 15%. A partir del año 1974, el ritmo de crecimiento es menor, observándose incluso tasas de variación negativas en los años 1974 y 1979. Finalmente, en los últimos años de las décadas de los ochenta y noventa también se alcanzan magnitudes muy altas de sus tasas de variación. Para comprobar el elevado ritmo de crecimiento, basta con citar que en el año 2000 el volumen de mercancías transportadas en este medio de transporte prácticamente se ha multiplicado por 38 respecto al existente en 1950.

GRÁFICO 2.9: Evolución del tráfico modal en el transporte terrestre de mercancías

(tasas de variación anuales)



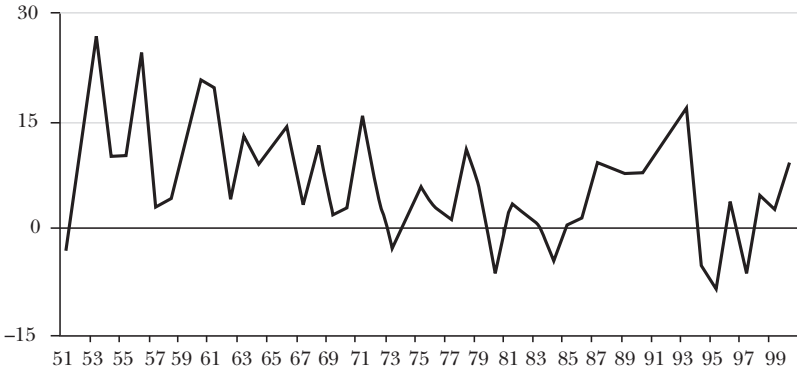
Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

Por el contrario, en el transporte ferroviario de mercancías, ya incluso durante los años cincuenta y sesenta se observan tasas anuales de variación negativas, y su magnitud prácticamente no crece durante el período analizado (1950-2000). Además, como regla general, sus tasas de variación son sensiblemente menores que las del transporte por carretera. La observación del gráfico 2.10, que representa la diferencia entre las tasas de variación anuales de ambos modos de transporte, nos muestra que, excepto en 7 de los 50 años analizados, el transporte por carretera crece a un ritmo más rápido que el ferroviario.

En esta misma línea, la observación del gráfico 2.10, que muestra la diferencia entre las tasas de variación del PIB con las de ambos modos de transporte, nos confirma que el tráfico de mercancías por ferrocarril crece generalmente a un ritmo muy inferior al del PIB, excepto en los períodos caracterizados por sus bajos niveles de actividad económica.[19] Por el contrario, en el caso de la carretera se mantiene un ritmo de crecimiento muy superior al del PIB prácticamente durante todo el período analizado. Dentro de estos patrones modales globales, cabe destacar que la evolución del tráfico ha sido muy diferente según el tipo de producto transportado.

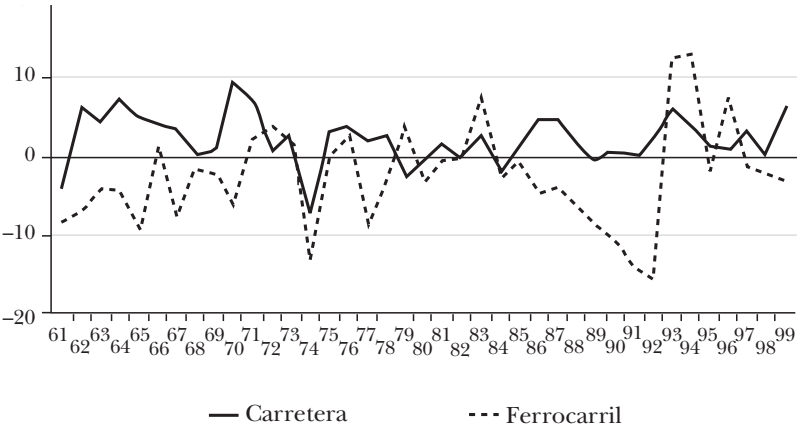
[19] Por ejemplo, en los años 1967, 1970, 1973, 1974, 1977, 1980 y 1984.

GRÁFICO 2.10: Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos por carretera y ferroviario



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

GRÁFICO 2.11: Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos modales de mercancías con las del PIB

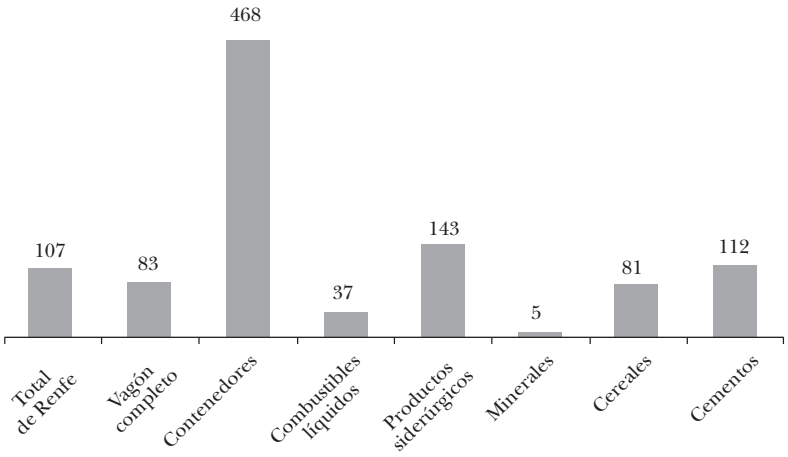


Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

Por ejemplo, como se observa en el gráfico 2.12 para el transporte ferroviario, mientras que el volumen de mercancías transportadas en contenedores se multiplica por más de cuatro durante el período 1980-2000, el transportado en vagón completo disminuye en cerca del 17%. Incluso dentro del vagón completo hay grupos de productos como los minerales cuyo

GRÁFICO 2.12: Evolución del tráfico ferroviario de mercancías por tipo de producto en el período 1980-2000

(toneladas-kilómetro. Valor 100 en 1980)



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

volumen transportado se ha reducido en un 95% durante dicho período.

2.2.3. La distribución modal

Como consecuencia de las pautas citadas en el punto anterior, el transporte ferroviario de mercancías ha ido perdiendo peso aceleradamente respecto al transporte por carretera. En este sentido, si consideramos únicamente las mercancías transportadas por ambos modos, cabe citar, como dato ciertamente revelador de las profundas alteraciones del reparto modal, que, mientras en 1950 los volúmenes de mercancías transportadas por ferrocarril y carretera eran similares, durante el año 2000, por el contrario, se transporta por carretera, prácticamente, el 96% del total de las mercancías transportadas por ambos modos (gráfico 2.13).

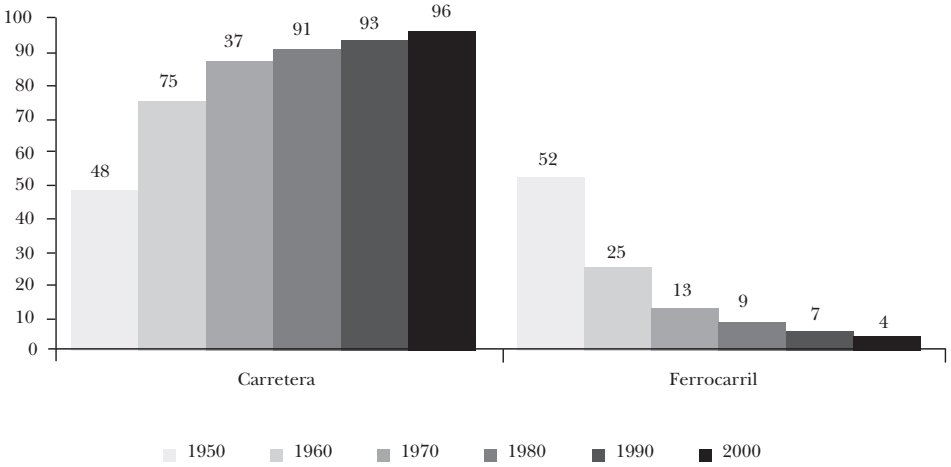
2.2.3.1. Por tipo de producto

Para realizar la comparación entre la carretera y el ferrocarril, los parámetros que se muestran especialmente relevantes son el tipo de producto transportado y la longitud del recorrido. En este sentido,

observando el cuadro 2.1 se comprueba que el peso porcentual del ferrocarril varía ampliamente según la mercancía transportada. Por ejemplo, el modo ferroviario es incluso predominante en productos como carbones (56%), mientras que en otros no alcanza ni siquiera el 4%, como sucede con los cementos y materiales de construcción.

GRÁFICO 2.13: Evolución del reparto modal entre carretera y ferrocarril en el transporte interior de mercancías

(porcentaje)



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

2.2.4. Comparación internacional

Este predominio de la carretera en el reparto modal del transporte de mercancías, también sucede, excepto en casos puntuales,[20] en los países europeos analizados, tal y como se observa en los gráficos 2.14 y 2.15, donde se representan datos[21] del reparto modal en diversos países pertenecientes a la Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT).

---

[20] Por ejemplo, en Holanda el transporte por vías navegables tiene también un gran peso.

[21] Es importante hacer notar que los datos utilizados no incluyen dentro del transporte por carretera al transporte de mercancías por cuenta propia, lo que evidentemente se refleja en una reducción en el peso porcentual de dicho modo de transporte.

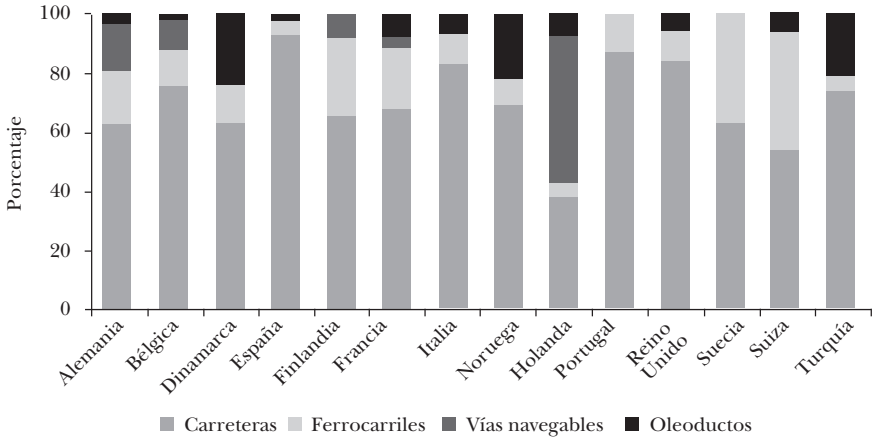
CUADRO 2.1: Distribución modal en el transporte de mercancías según tipo de producto

(porcentajes sobre toneladas-kilómetro)

Tipo de producto	Modo de transporte		
	Carretera (Cuenta ajena)	Carretera (Cuenta propia)	Ferrocarril
Cereales	67	12	21
Carbones minerales	42	2	56
Cemento y materiales de construcción	95	1	4
Minerales	70	5	25
Productos siderúrgicos	68	4	28
Combustibles líquidos, gas	51	10	39
Productos químicos	84	8	8
Abonos	70	2	28
Maderas	78	10	12
Contenedores	36	1	63
Resto de productos	77	13	10

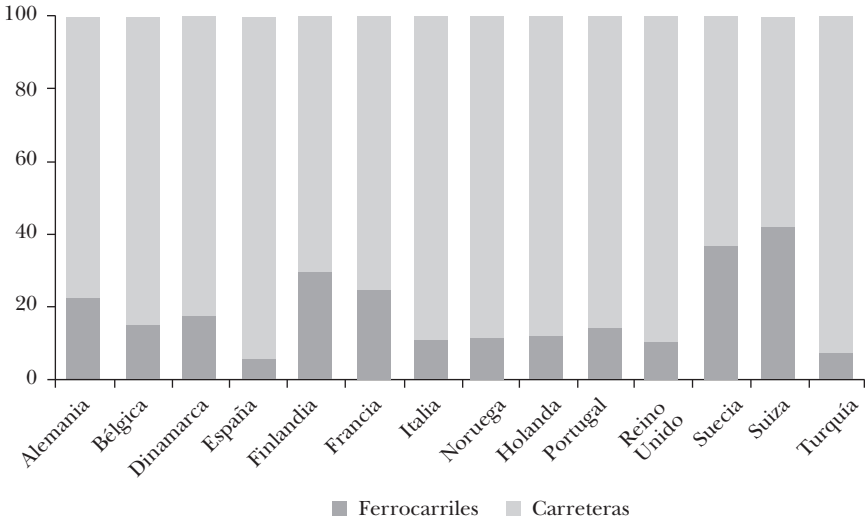
Fuente: MTTC (1991) y elaboración propia.

GRÁFICO 2.14: Reparto modal en el transporte de mercancías para diversos países europeos (1998)



Fuente: CEMT (1998).

GRÁFICO 2.15: Reparto modal del transporte terrestre de mercancías (ferrocarril y carretera) dentro de la CEMT (1998)

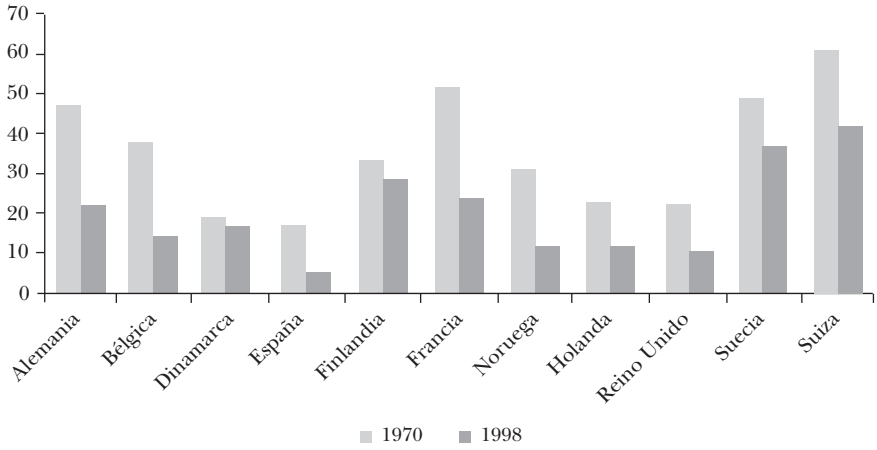


Fuente: CEMT (1998).

En la evolución modal del transporte ferroviario de mercancías cabe señalar, como rasgo más significativo, que dicho modo de transporte ha ido perdiendo peso paulatinamente en todos los países considerados. En este sentido, en el gráfico 2.16 se observa que, dentro de los países europeos analizados, únicamente en Austria el ferrocarril no ha perdido un porcentaje significativo de las mercancías transportadas. Asimismo, cabe destacar que, en el año 1998, España es el país donde el transporte ferroviario presenta un menor peso porcentual en relación con el total del transporte terrestre de mercancías, no llegando a alcanzar el 5% del total.

El análisis realizado a partir de los datos disponibles del volumen de tráfico sobre los modos de transporte considerados —aéreo, por carretera y ferroviario para viajeros, así como ferroviario y carretera para mercancías—, con un enfoque meramente descriptivo, nos permite extraer unas primeras conclusiones ciertamente significativas. En este sentido, un primer rasgo relevante es que la demanda de transporte, tanto de viajeros como de

GRÁFICO 2.16: Evolución de la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías en diversos países europeos



Fuente: CEMT (1998).

mercancías, ha crecido drásticamente, en nuestro país, durante los últimos cincuenta años. Asimismo, su evolución ha seguido una trayectoria paralela a la de la actividad económica aunque con un ritmo superior, tanto en los períodos alcistas como en los momentos bajos del ciclo.

Sin embargo, no se puede hablar en absoluto de unas pautas generalizadas en este crecimiento tendencial de la demanda de todos los modos de transporte, ya que el aumento del volumen de tráfico ferroviario ha sido sensiblemente menor respecto al de sus competidores, especialmente al de la carretera. De hecho, únicamente en los escasos períodos de débil actividad económica, el tráfico ferroviario crece por encima de los otros modos. Todo este proceso se ha traducido en un descenso acelerado de la participación modal ferroviaria, tanto para el transporte de viajeros como, aún en mayor volumen, para el de mercancías.

En relación con este acusado predominio de la carretera sobre el ferrocarril, cabe señalar que, en el caso del transporte de viajeros, únicamente en el corredor Madrid-Sevilla, debido a la introducción del tren de alta velocidad en el año 1992, el ferrocarril supera a la carretera en volumen de tráfico. Más aún, en ninguno

de los corredores analizados la cuota de participación modal del ferrocarril es superior al 20%.

Este papel cada vez más protagonista del transporte por carretera se observa, incluso con más énfasis, en el caso del transporte de mercancías, ya que únicamente en distancias largas, superiores a 600 kilómetros, y para el transporte de determinados productos, por ejemplo minerales o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Asimismo, esta tendencia es prácticamente generalizada para todos los corredores españoles.

Finalmente, la extensión a otros países del análisis realizado nos permite afirmar que las pautas observadas en el caso español son extrapolables, en líneas generales, aunque la pérdida de participación modal del transporte ferroviario es mucho menos acusada que en nuestro país.

2.3. Competencia intermodal

Como se ha podido comprobar ampliamente en el capítulo anterior, el reparto modal de la demanda de transporte en España, tanto de viajeros como mercancías, ha sufrido drásticas modificaciones durante las últimas décadas que han traído consigo, como consecuencia más destacada, una importante reducción del peso del ferrocarril como medio de transporte. En este sentido, no es aventurado afirmar que, de continuar dicha tendencia en el futuro, el modo ferroviario se convertirá en un breve espacio de tiempo en un medio de transporte marginal.

Para intentar desentrañar toda la casuística subyacente en esta tendencia y como paso previo al intento de modelizar la demanda de transporte, conviene hacer un análisis, esencialmente de carácter descriptivo, del impacto que los diversos factores moduladores de dicha demanda han ejercido sobre el reparto modal. Para ello, observaremos conjuntamente la evolución durante las últimas décadas, tanto de la demanda de transporte, como la de sus posibles factores explicativos. Este proceso, realizado para cada modo de transporte, nos permitirá incluso adelantar el orden de magnitud de dichos impactos.

Dentro de este conjunto de factores explicativos, existen unos que son comunes[22] al transporte de mercancías y viajeros, mientras que otros son específicos[23] de cada uno de ellos. Por ello, en primer lugar, se analizarán las variables causales comunes, para luego estudiar por separado las variables explicativas específicas de la demanda de viajeros y de mercancías.

2.3.1. Factores explicativos comunes

2.3.1.1. La oferta de infraestructuras

La mejora sustancial de la oferta de infraestructura viaria, especialmente en sus niveles de calidad, ha sido un factor sumamente relevante para explicar los cambios producidos en el reparto modal. En este sentido, el extraordinario crecimiento[24] de la longitud de la red de vías de alta capacidad (autopistas y autovías), que puede observarse en el gráfico 2.17, ha permitido mejores condiciones de fiabilidad, frecuencia, seguridad y velocidad en el transporte por carretera, disminuyendo sensiblemente, de esta forma, el coste generalizado[25] en este modo de transporte.

Por el contrario, la infraestructura ferroviaria ha permanecido prácticamente invariable, tanto en cantidad como en calidad, hasta el año 1989, donde las inversiones ferroviarias manifiestan un fuerte impulso debido a la construcción de la infraestructura del tren de alta velocidad Madrid-Sevilla, finalizada en 1992.[26]

Corroborando la proposición anterior, al analizar la evolución de las inversiones realizadas en los distintos modos de transporte desde 1970, utilizando como factor explicativo al cociente de la

---

[22] El ejemplo más evidente de factor explicativo común es la propia infraestructura que es utilizada para transportar conjuntamente viajeros y mercancías.

[23] Por ejemplo, los precios de cada medio de transporte.

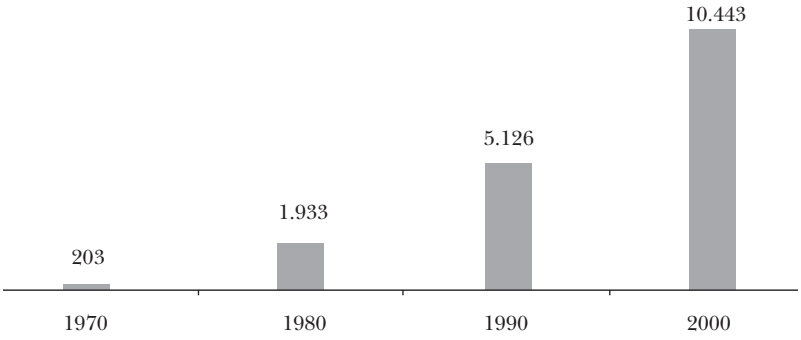
[24] La longitud de esta red, que en 1970 era de 203 kilómetros, aumenta hasta 10.443 kilómetros en el año 2000.

[25] La conversión de una carretera convencional en autovía con calzadas separadas supone para los coches un incremento medio de la velocidad de 20 km/h, que en términos monetarios significa, aproximadamente, una reducción de 1 céntimo de euro por viajero-kilómetro. A este resultado habría que añadir las reducciones, muy significativas, producidas en otros componentes del coste generalizado, como es el caso de la accidentalidad.

[26] Cabe señalar que este modo de transporte ha sido concebido únicamente para el transporte de viajeros.

GRÁFICO 2.17: Evolución de la red de carreteras de gran capacidad

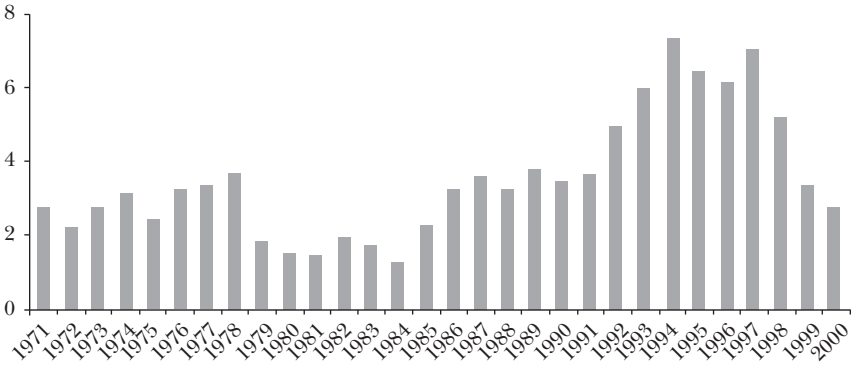
(longitud en kilómetros)



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

inversión en carreteras por la ferroviaria, que es representado en el gráfico 2.18, se observa que, excepto en el período 1979-1984 y los últimos años de la década de los noventa, dicha ratio ha crecido muy significativamente. Este incremento adquiere especial énfasis durante el período 1986-1992, debido a la puesta en marcha del Plan de Autovías. Así, en el año 1994 la inversión en carreteras llega a representar más de siete veces la destinada a la infraestructura ferroviaria.

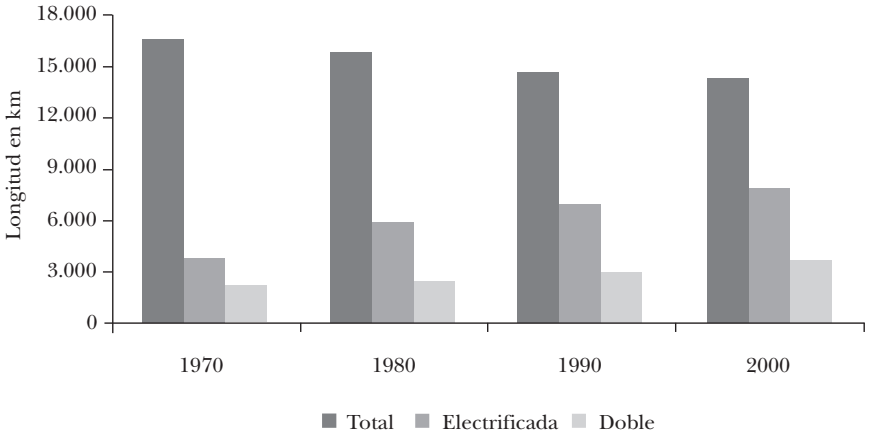
GRÁFICO 2.18: Evolución de la ratio entre inversión en carreteras e infraestructura ferroviaria



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

Estas mismas pautas se pueden observar también, analizando la evolución de las longitudes de las correspondientes redes. Así, cabe destacar que la longitud de la red ferroviaria ha disminuido desde 16.507 kilómetros en 1970 hasta 14.301 en 2000, aunque debe señalarse que, como se muestra en el gráfico 2.19, la calidad[27] de dicha infraestructura ha mejorado sensiblemente al aumentar preferentemente la longitud de la red con vía doble y electrificada.

GRÁFICO 2.19: Evolución de las características cualitativas de la red ferroviaria

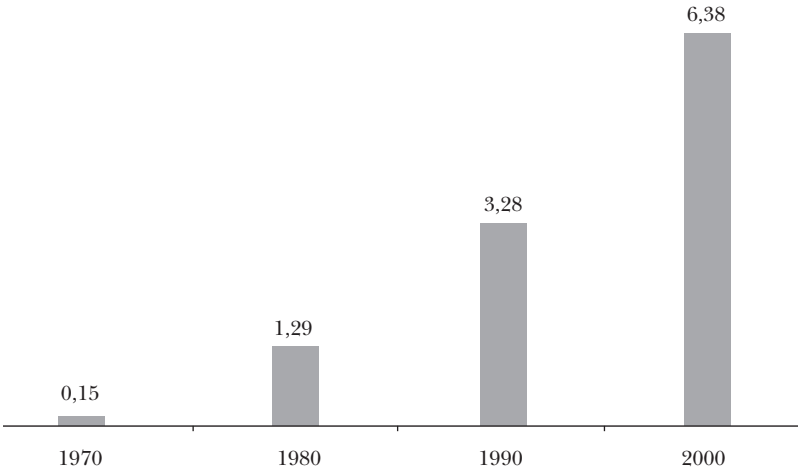


Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

Paralelamente al elevado ritmo de crecimiento de las inversiones en carreteras, se produce una mejora sustancial de la calidad de la red viaria. Como se observa en el gráfico 2.20, el porcentaje que representa la longitud de las vías de gran capacidad respecto a la red total ha aumentado muy significativamente, ya que el 0,15% de la longitud total de la red de carreteras que este tipo de vías representaba en 1970, se convierte en el 6,38% para el año 2000.

[27] En este sentido, la longitud de vía doble electrificada ha aumentado desde 1.497 kilómetros en 1970 hasta 3.643 kilómetros en el año 2000.

GRÁFICO 2.20: Evolución del porcentaje que representa la red de gran capacidad respecto a la red total de carreteras



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

Cabe concluir, por tanto, que la sustancial reducción de los diversos componentes del coste generalizado del transporte por carretera, debida a la mejora sustancial de las prestaciones de la red viaria, es un factor fundamental a la hora de explicar la reducción porcentual del ferrocarril como modo de transporte, tanto de viajeros[28] como de mercancías.

2.3.2. Viajeros

El análisis de la movilidad, entendida como demanda de servicios de transporte, puede realizarse, al igual que cualquier otro bien o servicio, desde una perspectiva microeconómica. Con este enfoque, los factores explicativos del volumen y de la estructura de la demanda de transporte son análogos a los de cualquier otro bien o servicio.[29] Sin embargo, ciertas características peculiares del transporte nos obligan a incluir otros factores intrínsecos en la causalidad de la movilidad.

[28] Bel (1993 y 1994) estima que la reducción del tiempo de desplazamiento en el transporte por carretera es un factor altamente significativo a la hora de explicar la importante pérdida del ferrocarril en el reparto modal del transporte de viajeros.

[29] Esencialmente, renta disponible y precio relativo.

En efecto, ciertos factores de carácter demográfico[30] se muestran esenciales para desentrañar los rasgos más significativos de la movilidad. Asimismo, cabe resaltar, como rasgo diferencial del servicio de transporte, la inclusión dentro del denominado precio generalizado de dicho producto, de otros componentes[31] diferentes de los estrictamente monetarios. Dichos factores representan, en la mayoría de los casos, un porcentaje del precio o coste generalizado total muy superior al del componente estrictamente monetario.[32]

Otro punto imprescindible para el conocimiento de los factores moduladores del mercado del transporte es la segmentación de dicho mercado, que surge como consecuencia de que el transporte no se puede considerar como un bien simple, sino como una etiqueta que sirve para calificar a un conglomerado de servicios que satisfacen distintas necesidades y tienen un carácter económico muy diferente.[33] En esta misma línea, cabe resaltar que la imposibilidad de su almacenamiento produce una atomización del mercado y refuerza el peso de las dimensiones territorial y temporal en el análisis de la movilidad. Sin embargo, la existencia de intensas interrelaciones entre dichos mercados nos permite analizar la movilidad dentro de grandes grupos, que podrían asimilarse de alguna forma a los modos tradicionales de transporte.

2.3.2.1. Renta

Las Encuestas de Presupuestos Familiares nos facilitan, a través del conocimiento de la evolución del gasto del transporte de los hogares, el estudio del comportamiento de dicho gasto con respecto a la renta familiar. Un análisis transversal de los datos de

---

[30] Entre dichos factores, caben destacar a los siguientes: edad, sexo, estructura de hogares, estrato socioeconómico y área de residencia.

[31] Como se explica detenidamente en García, Cillero y Rodríguez (1998), cabe citar entre dichos componentes el tiempo y otros rasgos de la oferta (frecuencia, regularidad, etc.).

[32] Goodwin (1990) equipara en términos monetarios el coste del componente temporal con cuatro veces el coste estrictamente monetario.

[33] En efecto, la casuística de un viaje de vacaciones en el vehículo propio, normalmente con un recorrido de larga distancia, es radicalmente distinta a la de un desplazamiento en transporte público de carácter recurrente, con origen en la residencia y destino el lugar de trabajo.

dichas encuestas nos muestra que, en general, en los estratos de población con mayor renta se destina una mayor proporción de los ingresos al consumo de transporte. Sin embargo, este comportamiento no se manifiesta para todos los componentes del gasto ya que, como cabe comprobar en el cuadro 2.2, el porcentaje respecto al gasto total, correspondiente al transporte público, se mantiene prácticamente estable para todos los estratos de renta.[34] Por el contrario, en los otros capítulos —compra de vehículo y gastos de utilización—, asociados al transporte privado, se observa que es dentro de los estratos poblacionales de mayores ingresos donde se dedica un porcentaje sensiblemente mayor de su gasto total a dicho servicio.[35]

En este sentido, un análisis del gasto en transporte a partir de sus dos componentes, coste monetario y tiempo, nos permite observar que, al realizar un viaje, los grupos poblacionales de

CUADRO 2.2: Gasto anual en transporte por decilas de ingresos (1980-1981)

(tanto por mil)

Ingresos (decilas)	Gasto total en transporte	Compra de vehículos	Gasto en utilización de vehículos	Gasto en servicio de transportes
Primera	41	7,4	21,8	11,8
Segunda	65,4	12,0	38,3	15,1
Tercera	87,4	21,7	52,1	13,6
Cuarta	108,3	29,6	66,0	12,7
Quinta	112,8	24,9	74,5	13,4
Sexta	126,6	33,4	80,7	12,5
Séptima	136,3	37,7	85,7	12,9
Octava	145,7	41,4	90,7	13,6
Novena	144,3	39,7	90,1	14,5
Décima	151,6	44,3	92,5	14,8

Fuente: Encuesta de Presupuestos Familiares 1980-1981 (INE) y elaboración propia.

[34] Dentro de este componente el porcentaje mayor de gasto corresponde a los hogares pertenecientes a la segunda decila por orden de ingresos.

[35] El porcentaje de gasto destinado a este capítulo para los hogares pertenecientes a la decila de mayores ingresos, prácticamente quintuplica al que dedican los hogares correspondientes a la decila de menores ingresos.

mayor renta incurren en una menor desutilidad que los de nivel inferior de renta.[36]

Paralelamente, un estudio longitudinal de la evolución temporal del gasto en transporte nos permite corroborar estas primeras conclusiones. En efecto, el gasto anual de los hogares españoles, dentro del capítulo de transporte y comunicaciones, expresado en porcentaje respecto al gasto total, ha crecido sensiblemente a lo largo del tiempo de acuerdo con los datos de las diferentes Encuestas de Presupuestos Familiares realizadas (cuadro 2.3).

CUADRO 2.3: Evolución de la estructura porcentual del gasto anual medio por persona en el grupo transporte y comunicaciones

	1964-1965	1973-1974	1980-1981	1990-1991
Transporte y comunicaciones	3,7	9,4	13,7	13,8

Fuente: Encuestas de Presupuestos Familiares y elaboración propia.

Al desagregar por capítulos el gasto anual en transporte, se observa en el cuadro 2.4 que esta tendencia de crecimiento del gasto en términos relativos se debe exclusivamente al comportamiento de los dos grupos incluidos dentro del transporte privado, cuyos gastos porcentuales (expresados en porcentajes respecto al gasto total) aumentan sensiblemente en cada una de las encuestas realizadas. Por el contrario, dicho porcentaje disminuye pronunciadamente para el capítulo que integra el transporte público.[37]

[36] Para demostrarlo basta con, en la misma línea de Goodwin (1990), utilizar la expresión del gasto G = T + M/V, es decir, utilizando como numerario al tiempo. Si se considera que el componente temporal es mucho más importante que el monetario (hasta tres o cuatro veces mayor) que la utilidad marginal relativa del tiempo respecto al coste monetario es mucho mayor al aumentar la renta, y que finalmente el comportamiento respecto al tiempo es estable entre los diferentes grupos de renta, cabe deducir que el gasto, en forma de desutilidad por kilómetro de viaje, es superior para los estratos de menor renta que para los de renta más elevada.

[37] Al analizar los resultados de las Encuestas 1980-1981 y 1990-1991, que presentan los datos con un mayor nivel de desagregación, se observa que esta reducción se debe principalmente al transporte público interurbano, ya que el porcentaje correspondiente al urbano incluso aumenta.

CUADRO 2.4: Gasto anual de los hogares en transportes

(tanto por mil)

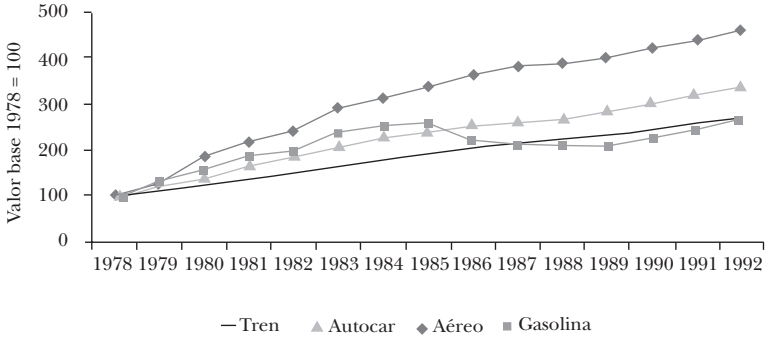
Grupos	Años	
	1974	1990-1991
Compra de vehículos para transporte personal	24,7	43,2
Gastos de utilización de vehículos	44,6	56,2
Servicios de transporte	18,9	11,3

Fuente: Encuestas de Presupuestos Familiares y elaboración propia.

2.3.2.2. Precios

Como se observa en el gráfico 2.21, los cambios acaecidos en las tarifas de los diferentes modos no parecen haber constituido un determinante esencial para explicar las alteraciones observadas en el reparto modal del transporte de viajeros. En efecto, en el período 1978-1993 el incremento mayor de las tarifas corresponde al transporte aéreo, cuyo precio prácticamente se multiplica por cinco, mientras que los crecimientos menores corresponden al coche[38] y ferrocarril.[39]

GRÁFICO 2.21: Evolución de los precios modales en el transporte de viajeros



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

[38] El precio del transporte privado por carretera ha sido aproximado por el de la gasolina.

[39] Es interesante resaltar que, excepto para el caso del transporte aéreo, el crecimiento de las tarifas del transporte es menor que el del IPC.

2.3.3. Mercancías

Como se ha podido comprobar al analizar la evolución del reparto modal, el modo ferroviario ha perdido, de forma continuada, peso porcentual dentro del transporte de mercancías. Dentro de un primer grupo de factores explicativos de esta tendencia estarían incluidas todas aquellas variables íntimamente relacionadas con el funcionamiento del propio mercado de transporte. En este grupo debería incluirse, junto a las tarifas de cada modo de transporte y otros factores intrínsecos de la oferta, la mejora sustancial de las infraestructuras en el transporte por carretera, tal y como se ha mostrado con anterioridad, que incide en una reducción del coste generalizado a través de sus componentes no estrictamente monetarios. En un segundo grupo estarían incluidos, debido a que el transporte de mercancías es por su propia naturaleza un producto esencialmente intermedio, aquellos factores directamente entroncados con los profundos cambios acaecidos en los procesos productivos.

2.3.3.1. Precios

Como se observa en el gráfico 2.22, las variaciones que han tenido lugar en los precios relativos de los modos de transporte no constituyen uno de los motivos de la importante pérdida porcentual que ha sufrido el transporte ferroviario, ya que, durante el período 1978-1992, el crecimiento del precio del transporte ferroviario de mercancías ha sido menor que los de la economía[40] y del transporte de mercancías por carretera.

2.3.3.2. Otros factores de oferta

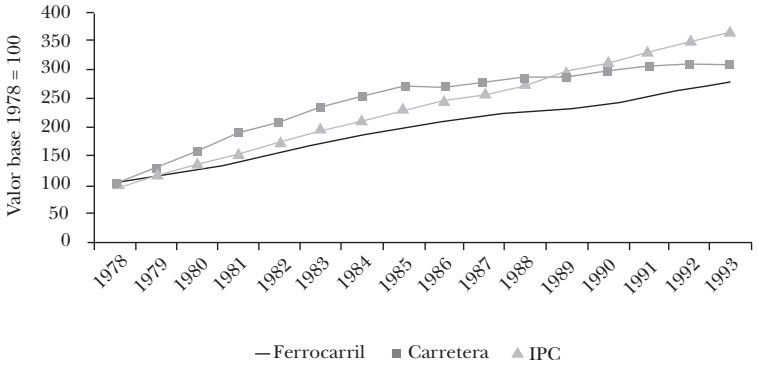
Junto a la mejora sustancial, tanto cualitativa como cuantitativa, de la red de carreteras, Bernadet (1993) señala otros factores tecnológicos y relacionados con la organización del propio sector[41] para explicar el mayor ritmo de crecimiento del transporte por carretera.

---

[40] Se ha considerado el índice general de precios al consumo (IPC) como *proxy*.

[41] Entre los del primer tipo destaca las mejoras tecnológicas y la calidad de los materiales de los vehículos del transporte por carretera, mientras que entre los organizativos incluye al aumento del grado de competencia en el sector del transporte por carretera.

GRÁFICO 2.22: Evolución de las tarifas modales en el transporte de mercancías



Fuente: Ministerio de Fomento y elaboración propia.

En general, los estudios realizados sobre el proceso de elección modal en el transporte de mercancías muestran la gran importancia de los componentes no monetarios de la oferta. En este sentido cabe señalar que McGinnis (1989), después de analizar 11 estudios realizados con diferentes metodologías, encuentra en todos ellos que variables como la fiabilidad[42] y el tiempo de transporte son sensiblemente más relevantes que las tarifas para explicar la elección del modo de transporte. Asimismo Cheung (1990), al describir el modelo nacional de transporte para Holanda, cita la velocidad como un factor más influyente incluso que el propio precio. Otros factores importantes que señala son la fiabilidad, frecuencia y puntualidad. Al intentar explicar la tendencia observada de un aumento acelerado de la participación modal del transporte por carretera resalta particularmente su mayor flexibilidad, que adquiere un carácter especialmente relevante ante el auge acelerado de la aplicación del concepto de *just in time* a la logística y el control de inventarios. Todo ello se traduce en la reducción del número de grandes centros de almacenamiento, demandándose cantidades menores en cada operación de transporte pero con una

[42] Como Jeffs y Hills (1990) señalan, el concepto de fiabilidad incluye diversos componentes —puntualidad, frecuencia, seguridad—, que son esenciales en el proceso de elección del modo de transporte.

frecuencia mayor. Como dato ciertamente significativo afirma que son necesarias reducciones en el precio del 30 al 50% para que se produzca un cambio en el modo de transporte elegido.

En esta misma línea de pensamiento, Wilson (1980) señala que el peso de los componentes cualitativos de la oferta ha ido aumentando a lo largo del tiempo debido a diversas causas: creciente diferenciación del producto, tipos de interés mayores que traen consigo más altos costes de almacenamiento y por lo tanto requieren una mayor calidad en el transporte, tendencia hacia un incremento de la demanda de bienes de mayor calidad y con mayor valor unitario, mayor especialización y, finalmente, mejores sistemas de gestión que requieren sistemas de distribución cuidadosamente controlados.

2.3.3.3. Cambios en los procesos de producción y distribución

Dentro de este grupo de factores, se incluyen todos los cambios en los sistemas logísticos empresariales, es decir, en los procesos de producción y distribución, que afectan a la demanda de transporte en alguno de sus dos componentes: peso de la carga[43] y distancia. Para analizar el impacto de la faceta estrictamente productiva, se ha estudiado[44] para España, en primer lugar, los efectos que los cambios surgidos en la estructura productiva generan sobre el reparto modal en el transporte de mercancías.[45] En este sentido, un primer resultado del estudio realizado consiste en que, en términos generales, los productos que tradicionalmente han sido transportados preferentemente mediante el ferrocarril[46] han perdido peso

---

[43] Es importante resaltar que la cadena producción-consumo de una mercancía abarca varias operaciones de transporte por lo que, en general, el número de toneladas transportadas es superior al peso de la mercancía. En este sentido, Mckinnon y Woodburn (1993) indican que el número medio de relaciones de transporte en dicha cadena es de cuatro a seis, por lo que las toneladas trasportadas representan, aproximadamente, de cuatro a seis veces el peso de la mercancía.

[44] En este análisis se han seguido las mismas líneas metodológicas de los trabajos de Bernadet (1993) y Mckinnon y Woodburn *(*1993*)*.

[45] Se han estudiado los cambios en la estructura productiva para 88 sectores industriales durante el período 1978-1991, a partir de los datos suministrados por las Encuestas Industriales que el Instituto Nacional de Estadística realiza con periodicidad anual. También se han estudiado los cambios dentro del sector agrario y en las importaciones.

[46] Coquerías, abonos, minerales metálicos, siderúrgicos y producción de metales no férreos.

dentro de la producción industrial total, siendo los que presentan menores tasas de crecimiento durante el período de estudio.

Por el contrario, los pesos porcentuales respecto a la producción industrial total de otros sectores productivos,[47] caracterizados tanto por su mayor valor unitario como por su menor volumen y que, por lo tanto, son evidentemente más susceptibles de ser transportados por carretera, han aumentado drásticamente. Por ejemplo, mientras las producciones de coquerías, abonos y productos siderúrgicos han aumentado respectivamente el 50, 97 y 113% en el período de tiempo de estudio, los volúmenes de producción de cemento, joyería, productos farmacéuticos y máquinas de oficina han aumentado, respectivamente, el 220, 380, 457 y 1.614%.

Asimismo, otro importante cambio acaecido en los procesos productivos ha sido la reducción observada en el número de establecimientos, consecuencia directa de un grado superior de especialización de la producción,[48] que ha traído consigo un mayor recorrido medio de las mercancías transportadas. Este hecho no sólo ha producido un incremento de las toneladas/kilómetro transportadas, sino que también ha favorecido significativamente a la carretera, que se muestra más preparada para satisfacer los nuevos requerimientos de la demanda de transporte por su mayor fiabilidad y flexibilidad.

A partir de la evolución temporal del número de establecimientos se ha estudiado dicha cuestión para el caso español. Un primer resultado ciertamente relevante consiste en que el volumen de la producción medio por planta ha aumentado significativamente,[49] multiplicándose prácticamente por cuatro durante el período analizado. Asimismo, siguiendo la tendencia observada en la mayoría de los países europeos, el número de establecimientos se reduce sensiblemente durante el período analizado[50] en la mayor parte[51] de los sectores industriales.

---

[47] Como máquinas de oficina, jabones detergentes y perfumería, productos farmacéuticos, joyería y bisutería, y productos alimenticios diversos.

[48] Esta concentración espacial de la actividad económica se ha visto favorecida por diversos factores como la desregulación del transporte, la creación del mercado único, y el Programa de Redes Transeuropeas de Transporte.

[49] El aumento en este período es del 402%.

[50] En términos absolutos representa pasar de 201.090 establecimientos en 1978 a 162.393 en 1991.

[51] Este incremento del volumen de producción medio por planta se observa en 74 de los 89 sectores analizados.

Continuando dentro del ámbito de la producción, cabe señalar que un rasgo característico de la economía actual[52] es que todo el desarrollo del propio proceso de producción está dirigido a la medida de cada consumidor, guiado de acuerdo a sus especificaciones. En la actual sociedad de la información las decisiones tomadas dentro de las empresas se basan, cada vez en mayor grado, en información en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información están haciendo posible una respuesta cada vez más rápida de la oferta a las características cambiantes de la demanda. Indudablemente este nuevo escenario favorece al transporte por carretera, dado que por su mayor grado de flexibilidad es capaz de satisfacer más rápidamente las demandas de transporte.

Finalmente, otro cambio importante en las pautas observadas en los procesos productivos hace referencia al grado de integración vertical. En las décadas de los sesenta y setenta predominó nítidamente una tendencia a la integración vertical. Mediante esta estrategia se buscaba la internalización del mayor número de operaciones posibles, con el fin de lograr la maximización del control y del valor añadido. Posteriormente se ha producido una verdadera desintegración vertical, consecuencia de la tendencia creciente hacia un mayor grado de especialización, aumentando drásticamente los niveles de contratación externa. Este hecho se puede comprobar a través de la disminución, observada desde los años setenta, en la ratio del valor añadido sobre la producción bruta, lo que implica de alguna forma que el valor añadido se está trasladando a otros puntos de la cadena de oferta.

Desde la perspectiva del transporte, cabe recordar que cuanto mayor es dicho porcentaje, mayor será también el número de operaciones intermedias necesarias para obtener un producto terminado y, al ser estas operaciones realizadas en distintos desplazamientos, se generará un incremento de los dos componentes de la demanda de transporte de mercancías: peso de la carga y distancia recorrida.[53]

Con el fin de comprobar empíricamente este rasgo para la economía española, se ha realizado el correspondiente

---

[52] Muchos analistas la llaman *nueva economía*.

[53] La posible penalización en términos de un mayor coste de transporte se ha visto amortiguada por el desarrollo sustancial de la red de carreteras, permitiendo el mantenimiento de los costes monetarios y temporales.

estudio, obteniéndose que la participación del valor añadido sobre la producción bruta o valor de los bienes producidos se ha reducido sensiblemente desde un 40,22% en 1978 hasta un 38,02% en 1991.[54] Con mayor nivel de detalle cabe citar que, de los 89 sectores industriales analizados, en 54 de ellos se ha producido una reducción significativa del porcentaje del valor añadido sobre la producción bruta. El resultado obtenido para el caso español nos hace concluir que, en este aspecto, el comportamiento de nuestra economía es muy parecido al de los demás países europeos, como es el caso de Reino Unido. Sin embargo, presenta profundas divergencias con los países asiáticos más desarrollados, como Japón y Corea, donde dicho porcentaje se reduce al 18%, mostrando, por lo tanto, un grado muy alto de dinamicidad en su economía.

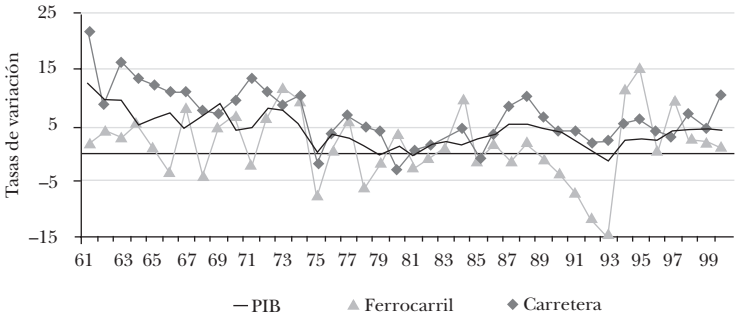
Finalmente, en el ámbito de la distribución se está produciendo un proceso generalizado de reducción de inventarios, consustancial al auge de la logística y los nuevos sistemas *just in time*. Todo ello requiere disponer de sistemas eficientes de transporte, basados en una red de infraestructuras de alta calidad y dotados de un elevado grado de flexibilidad, que permitan acompasar su funcionamiento a las necesidades cambiantes surgidas en las operaciones de las empresas. De nuevo, el transporte por carretera está situado en mejor posición para afrontar este reto.

En definitiva, como consecuencia de todos estos profundos cambios acaecidos en los procesos de producción y distribución, el transporte de mercancías por ferrocarril, como se observa en el gráfico 2.23, muestra una elasticidad respecto al PIB significativamente menor que la unidad y, por lo tanto, una tendencia regresiva en relación con su participación modal en el mercado de transporte. Por el contrario, la elasticidad del transporte por carretera respecto al nivel de actividad económica parece ser significativamente superior a la unidad y, por lo tanto, cada vez tiene una posición más hegemónica en el mercado de transporte de mercancías.

---

[54] Dato medio de los 89 sectores analizados.

GRÁFICO 2.23: Evolución del PIB y de los tráficos modales de mercancías



Fuente: Ministerio de Fomento, INE y elaboración propia.

2.3.4. Grado de competencia en los diferentes sectores

Junto a los factores analizados en los epígrafes anteriores, otra característica que tiene una importancia sumamente relevante sobre los profundos cambios acaecidos en el mercado de transporte en las últimas décadas es sin duda la profunda diferencia existente entre los niveles de competencia en los diferentes modos de transporte.

En este sentido, como señalan Hernández y Calderón (1999), cabe destacar como ejemplos paradigmáticos de ambos lados de la balanza el caso del transporte de mercancías por carretera, con un nivel de competencia feroz y una oferta compuesta de numerosas empresas de muy reducida dimensión, frente al ejemplo del ferrocarril, donde solamente ahora se está empezando a introducir la competencia en la prestación del servicio de transporte ferroviario de mercancías, impulsado por diferentes Directivas de la Unión Europea. Este comportamiento asimétrico de la oferta ha sido indudablemente una de las causas de la pérdida de participación modal del ferrocarril en beneficio del transporte de mercancías por carretera. También en el sector aéreo se ha producido un proceso de liberalización, iniciado a partir de 1997, que sin duda ha traído consigo la creciente utilización de este modo de transporte.[55]

[55] Asimismo, en Coto e Inglada (1999) y en Marín (1999) se analiza la evolución del proceso de liberalización de los diferentes modos de transporte.

En el caso del ferrocarril, Nash (1999) coincide en que este modo de transporte presenta unos alarmantes descensos en su cuota modal frente a unas subvenciones crecientes. Ante este problema, plantea diversas medidas como la separación de la gestión de las infraestructuras y la prestación del servicio que favorecería la competencia en dicho sector, aunque siempre manteniendo las regulaciones estrictamente necesarias. Todo ello se recoge también en Campos y Cantos (1999), donde se describen los principales rasgos de la evolución histórica del ferrocarril.

2.4. Elasticidades

2.4.1. Revisión metodológica

Una vez realizado el estudio descriptivo del comportamiento de la demanda de los diversos modos de transporte, el paso siguiente en el desarrollo de esta investigación consiste en el análisis de los valores de las elasticidades respecto al precio del propio modo y respecto a los precios de los modos de transporte alternativos, tanto en el transporte de viajeros como en el de mercancías.

En este sentido, conviene hacer una revisión tanto sobre los aspectos puramente metodológicos, como sobre los resultados obtenidos para las elasticidades de la demanda de transporte de viajeros y mercancías.

2.4.1.1. Viajeros

Los primeros modelos que se han utilizado para determinar la demanda de transporte de viajeros, fueron los *modelos agregados de reparto modal*.[56] Este tipo de modelos se caracteriza básicamente por que intentan determinar el número de viajes para un deter-

[56] Constituye una de las fases de la modelización en cuatro etapas que se basa en las siguientes decisiones: decisión de viajar, elección de destino, elección del modo de transporte y elección del itinerario. Los modelos correspondientes a cada etapa son, respectivamente, de: atracción-generación de viajes, distribución zonal, reparto modal y asignación del itinerario. En Aymerich et al. (1994) y en Ortúzar y Willumsen (1990) se describen ampliamente estos tipos de modelos.

minado conjunto de modos de transporte entre dos ciudades, teniendo en cuenta las características específicas de los viajeros.[57] Con el fin de mejorar los modelos anteriores, se desarrollaron diversos modelos de la demanda agregada del transporte de pasajeros basados en el comportamiento observado del viajero. En este tipo de modelos se optimiza la utilidad del viajero, en línea con la teoría clásica de la demanda y del comportamiento del consumidor.[58]

Paralelamente, se han desarrollado los modelos de transporte desagregados basados en el comportamiento del pasajero.[59] En este tipo de trabajos, el viajero realiza una elección discreta de un modo de transporte entre las diferentes alternativas existentes (tren, avión, carretera, etc.), con base en la optimización de su utilidad. Partiendo de la premisa básica de que la utilización de un modo particular de transporte es completamente aleatoria entre los usuarios, se obtiene una función de probabilidad para el modo de transporte elegido. Dependiendo de las hipótesis de partida acerca de la distribución de los errores, se obtendrá o bien una multinomial *logit,*[60] si los errores se distribuyen de acuerdo al método de distribución del valor extremo, o un modelo multinomial *probit*, si los errores están normalmente distribuidos.

Los modelos de elección conjunta aparecen más recientemente. En este tipo de modelos, la elección del modo de viaje se toma considerando conjuntamente el resto de actividades económicas. Dentro de este grupo, cabe incluir a los denominados sistemas completos de

---

[57] Este tipo de estudios, tales como los de Quandt y Baumol (1966), Boyer (1977) y Levin (1978), fueron criticados por Oum y Gillen (1981) y Winston (1983), entre otros, basándose en el corto número de variables usadas para determinar el comportamiento del viajero y por partir de relaciones lineales simples en sus estimaciones.

[58] El trabajo de Oum y Gillen (1981), para analizar la demanda de viajeros en Canadá, basado en el comportamiento del usuario, es un típico ejemplo de este tipo de modelos.

[59] Cabe destacar los modelos desarrollados por McFadden (1973 y 1974).

[60] Por ejemplo, dos estudios que han usado modelos logit multinomial para estimar la demanda del transporte interurbano de viajeros, son los de Grayson (1982) y Morrison y Winston (1985).

demanda.[61] Apoyándose en la teoría clásica del comportamiento del consumidor y admitiendo el cumplimiento de las hipótesis convencionales, es factible obtener las funciones de demanda ordinaria o marshalliana del consumidor, con respecto a cada servicio de transporte. Además, de acuerdo con Winston (1986), las funciones de demanda marshalliana pueden ser obtenidas a partir de la función indirecta de utilidad del usuario, aplicando la identidad de Roy. Las funciones de demanda agregada son obtenidas del comportamiento del individuo bajo las hipótesis convencionales.

2.4.1.2. Mercancías

Una forma útil de clasificar los modelos de demanda de transporte de mercancías consiste en distinguir entre modelos agregados y desagregados.[62] Los primeros utilizan, como unidad básica de observación, el porcentaje que representa cada modo de transporte de mercancías a un nivel nacional o regional, mientras que los desagregados están basados en la elección por los agentes de un modo concreto para una mercancía determinada. Sin embargo, es importante destacar que ambos tipos de modelos proceden directa o indirectamente del comportamiento individual de cada empresa, radicando la distinción entre ambas metodologías en la naturaleza de los datos empleados. En general, los modelos agregados se han basado en comportamientos minimizadores de costes por parte de las empresas, mientras que los modelos desagregados han insistido más en el estudio de los procesos de decisión.

El modelo agregado básico, que ha sido utilizado para estimar la demanda de mercancías, es denominado comúnmente mode-

---

[61] Algunos ejemplos son el denominado sistema de gasto lineal (Stone 1954), el modelo de Rótterdam (Theil 1965; Barten 1968), el modelo Translog (Christiansen, Jorgenson y Lau 1975) y el sistema de demanda casi lineal (AIDS) (Deaton y Muelbauer 1980). Hay una extensa literatura sobre dichos modelos en relación con el estudio de la estructura del gasto y de la demanda agregada para bienes, como es el caso de la alimentación, pero no abundan las aplicaciones a la demanda de transporte. El motivo de este hecho podría consistir en las dificultades para disponer de encuestas sobre el consumo de servicios de transporte que tengan un carácter suficientemente desagregado. Más recientemente, Villaverde y Coto (2000) y Molina (2000) han empleado este método para analizar la demanda de transporte en España, utilizando datos sobre el gasto de los hogares.

[62] En Winston (1983) se justifica ampliamente la utilización de esta clasificación.

lo *agregado de reparto modal*[63] que intenta explicar la distribución modal en función de las diferencias entre los valores de los diferentes atributos modales, tales como precio y tiempo de viaje. Frecuentemente estos modelos han seguido una estructura similar a los citados en el apartado anterior para el transporte de viajeros, que se componen de cuatro etapas: generación, distribución, reparto modal y asignación de tráficos.

Como respuesta a las insuficiencias consustanciales a este tipo de modelos, se han desarrollado los modelos agregados neoclásicos de demanda de mercancías,[64] basados en la consideración del transporte como un *input* adicional a los factores clásicos de producción.[65] Aunque estos modelos neoclásicos son más atractivos que los modelos agregados de reparto modal, tanto desde una perspectiva teórica como empírica, no debe olvidarse que siguen adoleciendo del defecto de la utilización de datos a nivel muy agregado y de poseer una limitada sensibilidad a las variables que determinan el nivel de servicio.

Para solventar los inconvenientes de este tipo de modelo se han desarrollado los denominados modelos desagregados, basados en las teorías del comportamiento subyacente dentro

---

[63] En Boyer (1977) y Levin (1978) se desarrollan detalladamente dichos modelos. Este tipo de modelo puede ser especificado de la forma siguiente:

$$\log \frac{S_i}{S_j} = a_0 + a_l (P_i - P_j) + \sum_{k=2}^{K} a_k (X_{ik} - X_{jk}),$$

donde S_i/S_j es el cociente entre las cuotas de mercado de los modos *i* y *j*, respectivamente, $P_i - P_j$ es la diferencia entre los precios de ambos modos y $X_{ik} - X_{jk}$ es la diferencia entre los valores que otras variables *k* toman para cada modo de transporte. Entre estas variables se ha considerado al tiempo del transporte. Entre los inconvenientes de esta forma funcional lineal destaca la restricción consistente en que las elasticidades cruzadas de las probabilidades de elegir varios modos de transporte con respecto un modo dado deben ser iguales.

[64] Un ejemplo de estos modelos se encuentra en Oum (1979).

[65] De esta forma, se puede derivar la demanda para transporte de una empresa a partir de la especificación de una función de coste $C = C(Y, q, w, p_t)$, donde *C* representa el coste total, *Y* el *output*, *q* el vector de las características de las mercancías, *w* es el vector de precios de los factores, excluyendo precios de transporte y P_t es el vector de precios de transporte correspondientes a los diferentes modos. Aplicando el lema de Shephard (Varian 1992), la demanda para el transporte de mercancías para el modo *i*, X_t^i, sería simplemente $\frac{\partial C(\cdot)}{\partial P_t^i} = X_t^i (Y, q, w, p_t)$. Para poder obtener una estimación de la demanda, a partir de esta metodología, se debe especificar una forma funcional para la función de costes, que podría ser, por ejemplo, la función translog.

de los procesos de decisión de las empresas sobre el medio de transporte. Entre las numerosas ventajas de este tipo de modelos cabe señalar que nos permite conocer el comportamiento de cada modo de transporte respecto a variables representativas del nivel de servicio o del tamaño de la mercancía. De esta forma, se obtienen elasticidades más precisas que con datos agregados. Sin embargo, también existen inconvenientes en este tipo de modelos, como por ejemplo la necesidad de disponer de un volumen numeroso de datos, tanto respecto a las características de cada modo de transporte como para las propias decisiones modales de las empresas incluidas en la muestra utilizada. Existen dos tipos de modelos desagregados de demanda de mercancías, denominados, respectivamente, de comportamiento y de inventario. El primer modelo se basa en las decisiones de elección modal tomadas dentro del proceso de distribución de las empresas. El segundo tipo de modelo, basado en la gestión de inventarios, introduce, dentro del proceso de elección modal, variables relacionadas con el proceso de producción tales como tamaño de la mercancía y frecuencia de los envíos. Aunque en la literatura de transporte este tipo de modelos ha recibido una amplia atención teórica, han sido escasas sus aplicaciones prácticas.

2.4.2. Revisión de resultados

2.4.2.1. Viajeros

Dentro de la literatura existente en la disciplina de economía de transporte, existen varios trabajos donde se revisan de forma generalizada los valores de las elasticidades respecto al precio para el transporte de viajeros que nos permiten disponer de un amplio panorama sobre el intervalo de valores que pueden llegar a alcanzar. En este sentido, Goodwin (1992) revisa un considerable número de estudios sobre las elasticidades respecto al precio de la demanda de viajeros en coche y del consumo de gasolina. Asimismo analiza las elasticidades del transporte ferroviario y por autobús, tanto propias como cruzadas. Por otro lado, Oum, Waters y Jong (1992) extienden dicha revisión al resto de modos de transporte, después de analizar los conceptos de elasticidad ordinaria y compensada, tanto para la demanda de viajeros como

de mercancías. Finalmente, para completar esta panorámica de resultados se han considerado otros trabajos seminales.[66]

CUADRO 2.5: Elasticidades respecto al propio precio en el transporte de viajeros

	Coche	Gasolina	Tren	Avión	Autobús
Quinet (1993)	—	—	1,3	1,4	—
Winston (1986)	0,45		1,20	0,38	0,69
Owen y Philips (1987)	—	—	0,69[1] 1,08[2]	—	—
Laferriere (1993)	0,40	—	1,45	1,49	1,46
Matas (1991)	0,11[3]	—	—	—	0,15[3]
Fridstrom (1989, 1991 y 1998)	0,25	—	0,69[1] 1,63	0,45	0,46
Oum, Waters y Jong (1992)	0,3	—	0,83	1,4	0,35[3]
Goodwin (1992)	—	0,27[1] 0,71[2]	0,79	—	0,41[3]
Eltony (1993)	—	0,21[1] 0,31[2]	—	—	0,55[3]

[1] Corto plazo.
[2] Largo plazo.
[3] Urbano.
Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas en el texto.

Al analizar los resultados de las elasticidades modales respecto al propio precio, que se muestran en el cuadro 2.5, se comprueba que la demanda de utilización del coche es claramente inelástica, con unos valores para las elasticidades respecto al propio precio sensiblemente menores a la unidad. En el caso de los modos de transporte aéreo y ferroviario, el abanico de los valores observados para las elasticidades respecto al precio presenta una gran dispersión,[67] con magnitudes generalmente superiores a la unidad en ambos modos de transporte.

[66] Como los de Owen y Phillips (1987), Goodwin (1992) y las elasticidades del modelo noruego de demanda de viajeros recogidas en Fridstrom et al. (1991).

[67] En Oum, Waters y Jong (1992) se justifica esta elevada dispersión por diversos factores: grado de competencia intermodal, utilización de diversas formas funcionales, diferentes lugares y horizontes temporales y, finalmente, el grado de agregación existente.

En relación con las elasticidades cruzadas respecto al precio de los modos de transporte alternativos, cabe destacar que, como regla general, se observan unos valores muy pequeños, especialmente del coche respecto a los modos alternativos.[68]

2.4.2.2. Mercancías

Una síntesis de los valores más representativos obtenidos en diferentes estudios para la elasticidad respecto al precio en el transporte de mercancías se muestra en el cuadro 2.6.

Una primera conclusión que se obtiene de la revisión efectuada es que la demanda de transporte de mercancías es claramente inelástica, con valores muy bajos para las elasticidades respecto al precio en ambos modos de transporte. Asimismo cabe resaltar que el grado

CUADRO 2.6: Panorámica de elasticidades respecto al propio precio para el transporte de mercancías

	Camión	Ferrocarril
Winston (1985)	–0,30	–0,30
Fridstrom (1991)	–0,05	–0,08
Oum (1979)	–0,15	–0,29
Oum, Waters y Jong (1992) (utilizando funciones translog)	–0,69	–0,39

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas.

[68] Owen y Philips (1987) obtienen para estas elasticidades un valor de –0,07 para el ferrocarril respecto al precio del autobús y un valor no significativo en relación con el avión. Cantos (1995) obtiene valores próximos a 0,3 para ambas elasticidades cruzadas, pero su estudio se refiere al trayecto Madrid-Valencia, donde hay un elevado grado de competencia. Incluso Villaverde y Coto (2000) y Molina (2000) encuentran relaciones de complementariedad entre transporte público y privado para el caso español. Fridstrom et al. (1991) encuentran valores de las elasticidades cruzadas muy pequeños para el coche respecto a los precios de los otros modos (0,01 y 0,02 para tren y avión, respectivamente). Quinet (1993) cita valores del modelo MATISSE, que dependen de la longitud del viaje. Los valores obtenidos para las elasticidades cruzadas varían entre 0,05 para el caso de la demanda de viajes en coche respecto al precio del tren y 0,4 del tren de alta velocidad respecto al precio del transporte aéreo. Goodwin (1992) indica una elasticidad cruzada del transporte público respecto a los precios de la gasolina de 0,34. Acutt y Dogson (1995) obtienen en el transporte interurbano unos valores de las elasticidades cruzadas de 0,09 para la demanda de transporte ferroviario respecto al precio de la gasolina y de 0,04 para el consumo de la gasolina respecto al ferrocarril.

de competencia modal es muy pequeño, no mostrándose significativas las elasticidades cruzadas, y que incluso podrían existir relaciones de complementariedad entre ambos modos de transporte.[69]

2.4.3. El caso español

Para el caso español, Coto, Baños-Pino e Inglada (1997) estiman las magnitudes de las elasticidades respecto al precio de cada modo de transporte de viajeros en España. El enfoque metodológico utilizado es el siguiente.

La modelización de la demanda del servicio de transporte de pasajeros constituye la segunda fase de un proceso de decisión presupuestaria intertemporal bietápico. En la primera etapa, los individuos reparten su renta de modo óptimo entre dos grandes categorías de gasto: servicios de transporte de viajeros y el resto de los bienes y servicios. En la segunda fase, se decide cuál es el gasto en los bienes y servicios contenidos en cada una de estas dos categorías. Así, la función de utilidad individual[70] es la siguiente:

$$U = U(X_1, X_2, \ldots X_k; X_{k+1}, \ldots, X_n).$$ [71]

El equilibrio del consumidor quedará reducido, por lo tanto, a la resolución del problema de la maximización de la utilidad, sujeta a la restricción presupuestaria. Es decir:

$$\max U(X_i; X_j)$$
$$\text{sujeto a: } P_i \times X_i + P_j \times X_j = Y,$$

---

[69] Winston (1983) encuentra valores muy bajos para las elasticidades cruzadas, sugiriendo que influyen más otros factores como el tiempo y la calidad del servicio. Fridstrom et al. (1991) encuentran incluso relaciones de complementariedad entre los modos de transporte de mercancías.

[70] Con el fin de que cada categoría pueda ser tratada como un solo bien, se supone normalmente la existencia de preferencias débilmente separables entre los diferentes agregados de bienes y servicios. Para ello es condición necesaria y suficiente que la relación marginal de sustitución entre dos bienes cualesquiera de un grupo sea independiente de las cantidades poseídas de los bienes que no pertenezcan a dicho grupo.

[71] Donde el vector $X_i = (X_1, X_2, \ldots, X_k)$; con $i = 1,2,\ldots,k$; representa los diferentes servicios de transporte de viajeros; el vector $X_j = (X_{k+1}, \ldots, X_n)$; $j = k+1,\ldots,n$, representa todos los bienes y servicios, excepto aquellos correspondientes al transporte de pasajeros y, finalmente, U representa una función de utilidad que es continua, diferenciable, monótona creciente y estrictamente cuasicóncava.

donde los precios correspondientes son: $P_i = (P_1, P_2, ..., P_k)$ y $P_j = (P_{k+1} ..., P_n)$, mientras que Y representa el nivel de renta del usuario. Las condiciones de primer orden del problema del máximo condicionado anterior permiten obtener las funciones de demanda marshallianas, dadas por las expresiones siguientes:

$$X_i = X_i(P_i, P_j, Y) \tag{2.1}$$

$$X_j = X_j(P_i, P_j, Y). \tag{2.2}$$

De estas funciones de demanda, la primera es especialmente relevante para esta investigación, ya que correspondería al servicio de transporte de pasajeros. Este enfoque uniecuacional, basado en la estimación de la ecuación (2.1), aún cuando presenta algunos problemas metodológicos[72] relacionados con la distribución de la renta entre los diferentes agentes y la exigencia del cumplimiento de las condiciones de separabilidad débil, permite de una manera rigurosa la obtención de las elasticidades del precio de los diferentes modos de transporte.

En Coto et al. (2005) se ofrece una panorámica de las magnitudes que alcanzan las elasticidades respecto al precio y renta modales del transporte de viajeros y mercancías en España que incluyen las citadas anteriormente. Todas ellas se muestran en el cuadro 2.7.

---

[72] Un primer problema corresponde a que las funciones de demanda del tipo citado deberían ser válidas para cualquier distribución de renta entre los diferentes agentes económicos. Si éste no fuera el caso, dicha ecuación nos podría suministrar tantos valores como distribuciones de la renta fueran posibles para los usuarios y, por lo tanto, esta función no existiría. Para resolver este problema, cabe suponer que todos los usuarios de los diferentes modos de transporte tienen la misma renta o al menos se encuentran en un mismo grupo de renta. Además, puede suponerse que la renta se distribuye de acuerdo con un reparto específico. Una vez que este esquema de reparto ha sido establecido, se verifican las condiciones de integrabilidad y se garantiza la existencia de las funciones de demanda agregada marshallianas (Varian 1992). Otro problema de estos modelos uniecuacionales es que, al suponer la existencia de al menos separabilidad débil, únicamente captan relaciones de sustituibilidad y no de complementariedad. Esto es, se está restringiendo la existencia de relaciones de complementariedad entre, por ejemplo, los servicios de reparación o consumo de combustible con los servicios de transporte y los demás bienes y servicios existentes en la economía.

CUADRO 2.7: Magnitudes de las elasticidades respecto al precio y renta modales del transporte en España

Modo de transporte	Elasticidad propio precio		Elasticidad precio cruzada		Elasticidad renta	
	Largo plazo	Corto plazo	Largo plazo	Corto plazo	Largo plazo	Corto plazo
Ferrocarril (larga distancia)	–1,21	–0,79	0,42	0,51	—	—
Ferrocarril (Talgo)	–1,81	–0,94	0,61	0,58	1,31	—
Aéreo	–1,38	–0,40	—	0,42	1,47	—
Carretera	–0,31	—	—	0,34	1,11	—
Urbano	–0,30	—	—	—	—	—
Marítimo (mercancía general)	–0,24	–0,29	0,60	0,489	1,08	1,07
Marítimo (graneles sólidos)	–0,24	–0,06	0,92	0,485	0,23	0,83
Marítimo (graneles líquidos)	–0,03	–0,13	—	—	0,40	1,18

Fuente: Coto et al. (2005).

A partir de estos valores cabe destacar las siguientes conclusiones:

Los valores de las elasticidades en el largo plazo del transporte ferroviario en Talgo, con respecto al PIB (en torno a 1,3), nos muestran que se trata de un bien normal, y los valores de las elasticidades respecto al precio propio (–1,8) y cruzada (0,61) respecto al precio del transporte por carretera nos indican la existencia de sustitución bruta entre ambos modos de transporte.

La elasticidad para el resto del transporte ferroviario en el largo plazo respecto al propio precio (–1,21) es menor que para el segmento de demanda ferroviaria correspondiente al Talgo. Asimismo, la elasticidad respecto al PIB es menor en este caso. Por el contrario, la magnitud de la elasticidad respecto al precio del transporte por carretera (0,42) es sensiblemente mayor, lo cual parece implicar la existencia de un mayor grado de sustitución respecto al transporte por carretera, que está en concordancia con las características específicas de este estrato de la demanda de transporte ferroviario.

Cabe destacar los valores muy bajos de las elasticidades en el transporte por carretera respecto al propio precio. Estos resulta-

dos nos muestran que su demanda es sumamente inelástica. Asimismo, cabe destacar que únicamente existe un valor significativo de las diferentes elasticidades cruzadas, que corresponde al caso de la demanda de transporte ferroviario respecto al precio del transporte por carretera.

2.5. Costes sociales del transporte

2.5.1. Introducción

Ha constituido una constante histórica el importante papel desempeñado por el sector del transporte en el devenir de la actividad económica de cualquier país, independientemente de su grado de desarrollo.[73] Aparte de su importancia *per se,* el transporte, debido a su elevado *efecto arrastre,* es una actividad esencial para la mayoría de los sectores económicos, tanto durante la fase de la construcción de la infraestructura como durante su utilización. Yuxtapuesto a este tradicional efecto de índole keynesiana basado esencialmente en una óptica de demanda, ha emergido con singular fuerza, a partir del trabajo seminal de Aschauer (1989), un nuevo papel de la inversión en infraestructuras como impulsora de la productividad y, en definitiva, de la competitividad de cualquier economía. No es de extrañar, por todo ello, que la inversión en infraestructuras haya sido uno de los pilares esenciales en los programas económicos de numerosos gobiernos.

Sin embargo, desde una perspectiva radicalmente diferente, no debe olvidarse que el transporte constituye una de las fuentes más importantes de deterioro del medio ambiente.[74] Este hecho adquiere especial relevancia debido a que el *input* ambiental se

---

[73] La lectura de cualquier manual de economía de transporte, por ejemplo, Aymerich et al. (1994) o Thompson (1974), donde se comparan diversas magnitudes económicas de dicho sector —valor añadido, empleo, etc.— respecto al total de la economía nacional, nos permite comprobar la importancia de este sector en la actividad económica. En este sentido, Greene y Jones (1997) afirman que el transporte está envuelto en todos los bienes y servicios producidos en la economía y es un ingrediente esencial para la vida diaria. Incluso señalan que sin el transporte las sociedades humanas actuales difícilmente podrían existir y que prácticamente retrocederíamos a la Edad de Piedra.

[74] Una definición del transporte ciertamente esclarecedora sobre su importante daño ambiental es la de industria sobre ruedas realizada por Thompson (1974).

ha convertido, tanto en el ámbito económico como social, en un factor de primera magnitud, constituyendo junto a la eficiencia y equidad uno de los objetivos esenciales en el diseño de la política económica.[75] Asimismo, los crecientes niveles de congestión en el transporte, especialmente en los grandes centros urbanos, con sus correspondientes sobrecostes operativos y temporales, están afectando de forma sensible a la competitividad.

Es decir, junto a los beneficios económicos sobre los sectores empresariales y los consumidores al permitir un mayor abanico de posibilidades de consumo como consecuencia directa de la reducción de tiempo en los desplazamientos, se manifiesta un amplio conjunto de efectos negativos de índole ambiental: ruido, partículas, vibración, accidentes, emisiones, destrucción de recursos naturales, congestión, intrusión visual, etc., que representan un importante coste en forma de pérdida de bienestar social para la economía y la sociedad.[76] La mayoría de estos efectos ambientales por su propia naturaleza no están sometidos a un precio, es decir, no existe un sistema claro de mercado que provea suficientes señales al consumidor, en el sentido de cargar todos los costes sociales al causante del daño.[77]

Por lo tanto, desde un enfoque económico neoclásico, se produce una distorsión en el funcionamiento del mercado, ya que la función de costes sociales no coincide con la de los costes privados. Al no actuar el mecanismo de los precios, se produce un exceso de utilización del servicio por encima del correspondiente al equilibrio social del mercado de transporte. En definitiva, hay deficiencias y barreras al funcionamiento eficiente de los mercados y el precio actual está por debajo del óptimo.

Además, este hecho se ve agravado por las tendencias observadas de un mayor crecimiento en los modos de transporte que generan mayores deseconomías externas. Singularmente el transporte

---

[75] De hecho, el término *desarrollo económico sostenible* es comúnmente utilizado como objetivo en el diseño de la política económica.

[76] Resumiendo los resultados de numerosos trabajos realizados en diferentes países, Quinet (1994 y 1997) da los siguientes valores de estos costes sociales expresados en porcentaje del PIB: accidentes, 2%; ruido, 0,3%; contaminación local, 0,4%; congestión, 2%, y contaminación global, del 1 al 10%.

[77] El principio «quien contamina paga».

por carretera, tanto de mercancías como de viajeros, ha observado en su evolución, especialmente desde los años setenta, un crecimiento pronunciado, relegando otros modos, como el ferrocarril, que a priori, y de acuerdo con la opinión mayoritaria de los analistas, producen un menor volumen de efectos externos negativos.

Incluso este problema puede adquirir mayores tintes de gravedad en el futuro si se considera la evolución previsible de las variables que inciden decisivamente en las pautas de evolución de la movilidad de viajeros y mercancías. Los cambios demográficos, el crecimiento económico, la especialización productiva, el mayor tiempo disponible para el ocio, las libertades de circulación y la Unión Económica, además de la globalización, hacen prever unas tasas de crecimiento muy elevadas en los próximos años para el tráfico de viajeros y mercancías en nuestro país que, si continúan las tendencias observadas, será absorbido en su gran mayoría por la carretera, agravándose los problemas ambientales.

No es de extrañar, ante todo lo expuesto, que cuestiones tales como los costes sociales y externalidades del transporte y sus posibles vías de internalización formen parte de los temas más frecuentemente tratados dentro del debate económico actual en el campo del transporte y en el ámbito de la política y planificación de infraestructuras. En este sentido, basta con observar los numerosos monográficos de revistas especializadas[78] en el campo del transporte, así como una gran parte de los volúmenes publicados de la Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT 1998) que profundizan sobre dichas cuestiones. Asimismo, en los países con un mayor nivel de desarrollo en el ámbito de la economía del transporte y de las infraestructuras[79] se han

---

[78] Por ejemplo, *Transportation* (vol. 19, n.º 4 de 1992), *Transportation Research* (vol. 28, n.º 4 de 1994) y *Transportation Planning and Technology* (vol. 19, n.os 3-4 de 1996).

[79] Como son los casos de Reino Unido, Suecia, Alemania, Holanda o Estados Unidos, donde en 1995 se constituyó dentro del Departamento de Transportes una Comisión de expertos para la «Medición de los costes sociales del transporte». En Canadá se creó en 1992 una Comisión sobre transporte nacional de pasajeros para realizar un estudio como respuesta al debate existente sobre si los costes sociales modales en el transporte interurbano de viajeros justificaban la subvención del ferrocarril. En Estados Unidos se realizan cuatro estudios financiados con recursos públicos entre 1993 y 1994. En Europa se centra especialmente el debate actual sobre el transporte de mercancías en orden a penalizar el transporte por carretera para subsidiar el transporte ferroviario.

creado numerosos grupos de trabajo para la elaboración de un diseño óptimo de precios que considere los diferentes componentes del coste social marginal. Análogamente, el estudio de los costes sociales y efectos externos del transporte constituye uno de los temas preferidos dentro de los proyectos de investigación incluidos en los diferentes programas de I+D nacionales y de la Comisión Europea.[80]

En esta misma línea, la Comisión Europea, en los sucesivos *Libros Blanco* y *Verde*[81] publicados, analiza con especial detalle las interacciones de transporte y medio ambiente y el Tratado de Maastricht sobre la Unión Europea lo recoge expresamente.[82]

2.5.2. Tipología

En el cuadro 2.8 aparecen reflejados los distintos tipos de costes sociales existentes en el transporte, que incluyen los correspondientes a la infraestructura (construcción y mantenimiento) y los asociados a la utilización de la infraestructura para actividades de transporte. Son la suma de los internos o privados y de los externos. Parte de estos costes son privados, es decir, el usuario los percibe cuando toma la decisión sobre cómo y cuándo utilizar la infraestructura del transporte. Éstos pueden ser privados desde el principio (tiempo propio gastado en el viaje, combustible sin impuestos y la amortización del vehículo) o llegar a convertirse en privados a través de las intervenciones del gobierno.[83] El resto de los costes son externos (accidentes, ambientales, etc.).

---

[80] Dentro de esta línea de investigación cabe citar los proyectos EXTERN-E, PETS, CAPRI, QUITS, MC-ICAM y UNITE pertenecientes a los sucesivos programas-marco de investigación de la Comisión Europea.

[81] Publicados en 1992, 1996 y 2001.

[82] Aparte de que en el artículo 130 se recoge el principio «quien contamine paga», en el artículo 2 se cita textualmente: «un desarrollo equilibrado de las actividades económicas y un crecimiento sostenible respetando el medio ambiente».

[83] Mediante, por ejemplo, los impuestos, instalación de catalizador o el seguro obligatorio. En el transporte público, el coste privado correspondería al precio pagado por el billete. Las externalidades ambientales actúan sobre el resto de la sociedad mientras que existen otras, como los accidentes y la congestión, que recaen sobre el resto de usuarios de la infraestructura.

2.5.3. Resultados

Para estudiar las externalidades dentro del transporte es útil, de acuerdo con el criterio generalizado entre los analistas del tema, partir de una clasificación en tres grupos claramente diferenciados: costes de congestión, costes de accidentes y costes íntimamente relacionados con el daño producido al medio ambiente, como son el ruido, la contaminación y el cambio climático.

CUADRO 2.8: Tipología de costes sociales en el transporte

Costes sociales	Costes externos	Costes ambientales	Ruido
			Contaminación
			Otros[1]
		Congestión	
		Accidentes	
		Costes de la infraestructura	
	Costes internos	Costes privados	Combustible
			Mantenimiento
			Seguros
			Amortización

[1] Por ejemplo, efectos paisajísticos, ocupación del suelo, consumo de energía, vibraciones, efectos sobre la fauna y la flora, etc.
Fuente: Elaboración propia a partir de Gastaldi et al. (1996).

En el cuadro 2.9 se muestran los valores obtenidos en el estudio de INFRAS/IWW (2000) para los costes sociales externos modales del transporte de viajeros y mercancías en 1995.

De los resultados mostrados, cabe destacar que en el transporte de viajeros el coche es el modo de transporte con un coste externo mayor (5,66 céntimos por viajero-kilómetro) seguido del transporte aéreo (4,08 céntimos por viajero-kilómetro). Por el contrario, los modos de transporte con un menor coste externo son el autocar (1,67 céntimos por viajero-kilómetro) y el ferrocarril (1,29 céntimos por viajero-kilómetro).

CUADRO 2.9: Costes sociales del transporte en España (1995)

	Viajeros (euros por 1.000 pkm)				Mercancías (euros por 1.000 tkm)				
	Coche	Autocar	Ferrocarril	Aviación	Camioneta	Camión	Total carretera	Ferrocarril	Aviación
Accidentes	27	1,8	0,3	0,5	92	6	16	0,0	0,0
Ruido	3	0,6	4,9	1,8	26	4	6	6,0	7
Contaminación	10	7,4	2,4	0,5	103	23	32	3,6	1,8
Cambio climático	13	5,0	5,3	38	141	15	20	8,0	137
Congestión	3,6	1,9	0	0	22,1	1,9	4,1	0	0
Total	56,6	16,7	12,9	40,8	384,1	49,9	78,1	17,6	145,8

Fuente: INFRAS/IWW (2000).

Análogamente para el transporte de mercancías, los mayores costes externos corresponden al transporte por carretera (38,41 y 4,99 céntimos por tonelada-kilómetro, dependiendo del tamaño del camión) y al transporte aéreo (14,58 céntimos por tonelada-kilómetro). Por el contrario, el transporte ferroviario tiene el menor coste externo (1,76 céntimos por tonelada-kilómetro).

2.6. Conclusiones

El análisis realizado a partir de los datos disponibles del volumen de tráfico sobre los modos de transporte considerados —aéreo, carretera y ferroviario para viajeros, así como ferroviario y carretera para mercancías—, con un enfoque meramente descriptivo, nos permite concluir que la demanda de transporte, tanto de viajeros como de mercancías, ha crecido drásticamente en nuestro país durante los últimos cincuenta años. Asimismo, su evolución ha seguido una trayectoria paralela a la de la actividad económica aunque con un ritmo superior, tanto en los períodos alcistas como en los momentos bajos del ciclo económico.

Sin embargo, no se puede hablar en absoluto de unas pautas generalizadas en este crecimiento tendencial de la demanda de todos los modos de transporte, ya que el ritmo de crecimiento

del volumen de tráfico ferroviario ha sido sensiblemente menor que el de sus competidores, especialmente el del transporte por carretera. Todo este proceso se ha traducido en un descenso acelerado de la participación modal ferroviaria, tanto para el transporte de viajeros como, aún en mayor volumen, para el de mercancías. En este sentido, no es aventurado afirmar que, de continuar dicha tendencia en el futuro, el modo ferroviario se convertirá en un breve espacio de tiempo en un medio de transporte marginal.

Este papel cada vez más protagonista del transporte por carretera se observa, incluso con más énfasis, en el caso del transporte de mercancías, ya que únicamente en distancias largas, superiores a 600 kilómetros, y para el transporte de determinados productos, por ejemplo minerales o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Esta tendencia es prácticamente generalizada para todos los corredores españoles.

La extensión a otros países europeos del análisis realizado nos permite afirmar que las pautas observadas en la evolución de la demanda de transporte son similares en líneas generales a las españolas, aunque la pérdida de participación modal del transporte ferroviario es menos acusada que en nuestro país.

El estudio realizado en este capítulo sobre la casuística subyacente en los profundos cambios acaecidos en el reparto modal de la demanda de transporte durante las últimas décadas nos permite entrever la complejidad de dicho proceso, caracterizado por la existencia de numerosos factores causales que en su mayoría han actuado a favor de la carretera y en perjuicio del transporte ferroviario.

El primero de ellos es el comportamiento asimétrico que se observa en el grado de competencia entre el transporte por carretera y aéreo frente al ferroviario. En este sentido, mientras que en el transporte de mercancías la competencia es muy alta con un gran número de empresas que compiten entre sí, en el transporte ferroviario se están dando los primeros pasos en el proceso de liberalización del mercado.

Otro factor relevante consiste en la sustancial mejora, especialmente de carácter cualitativo, de nuestra red de carreteras con la incorporación de más de 7.000 kilómetros de vías de gran

capacidad (autopistas y autovías) en el período 1980-2000. Por el contrario, la infraestructura ferroviaria española ha permanecido prácticamente invariable, con la salvedad de la nueva línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, utilizable únicamente para el transporte de viajeros. Asimismo, en términos de recursos financieros absorbidos por cada modo de transporte, la ratio entre inversiones en carreteras e infraestructuras ferroviarias, que en los primeros años de la década de los ochenta era inferior a dos, llega a ser superior a siete en la década de los noventa.

En el ámbito específico del transporte de viajeros, la información sobre la estructura del gasto de las familias españolas, suministrada por las Encuestas de Presupuestos Familiares, nos muestra que el transporte privado presenta un valor de su elasticidad respecto a la renta sensiblemente mayor que el del transporte público. Todo ello se traduce en que el grado de participación del coche en el reparto modal de la demanda de transporte de viajeros sea cada vez mayor.

Asimismo, en el ámbito del transporte de mercancías es indudable que los cambios transcendentales acaecidos en el proceso productivo y en la cadena de distribución han impulsado el papel del transporte por carretera, debido a su mayor fiabilidad y flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda. En este sentido, las profundas transformaciones acaecidas en la estructura productiva de los diferentes sectores industriales han traído consigo que las mercancías que tradicionalmente eran transportadas predominantemente por ferrocarril hayan perdido sensiblemente peso porcentual dentro de la producción industrial total, siendo los productos que presentan menores tasas de crecimiento durante el período de estudio. Por el contrario, el peso porcentual, respecto del total de la producción industrial total, de otros sectores productivos, caracterizados tanto por su mayor valor unitario como por su menor volumen, y que por lo tanto son más susceptibles de ser transportados por carretera, ha aumentado drásticamente.

Como consecuencia de todos estos profundos cambios acaecidos en los procesos de producción y distribución, el transporte de mercancías por ferrocarril muestra una elasticidad respecto al nivel de actividad económica significativamente menor que la del transporte

por carretera y, por lo tanto, una tendencia regresiva en su participación modal en el mercado de transporte de mercancías.

Finalmente, del análisis descriptivo realizado sobre la evolución de los precios modales parece concluirse que el precio no ha constituido un factor explicativo especialmente relevante de esta tendencia de debilitamiento del transporte ferroviario ya que, tanto en viajeros como en mercancías, la tarifa del modo ferroviario no ha crecido a un ritmo superior al de los modos alternativos.

Una vez realizado este estudio previo, se ha abordado el análisis de las magnitudes de las elasticidades de precio para nuestro país en los diferentes modos de transporte de viajeros y mercancías. La revisión efectuada de la literatura internacional nos permite comprobar la elevada rigidez de la demanda de gasolina, utilizada como *proxy* del transporte de viajeros en vehículo propio, así como la reducida existencia de relaciones de sustitución entre los diferentes modos de transporte de viajeros en relación con el precio de los diferentes productos.

Asimismo, los resultados obtenidos para las elasticidades de precio en el transporte de mercancías por carretera nos muestran su alta rigidez al precio, así como la práctica inexistencia de una relación de sustitución con el modo ferroviario. Todo ello está en consonancia con los resultados obtenidos para otros países, donde incluso en algunos casos aparecen relaciones de complementariedad entre ambos modos. Indudablemente, determinadas características de la oferta del transporte de mercancías, como el tiempo y la fiabilidad, tienen un peso más relevante en la toma de decisión sobre la elección del modo de transporte.

Finalmente, el análisis efectuado sobre los costes sociales de cada modo de transporte de viajeros y mercancías nos permite concluir que al transporte por carretera y aéreo les corresponden los mayores costes sociales unitarios. Se trata de un problema particularmente grave en cuanto que, de acuerdo con el análisis realizado, todas las previsiones apuntan a que estos modos de transporte con mayor coste social serán los que presenten en el futuro un ritmo de crecimiento más elevado, lo que incrementará la magnitud de los costes sociales asociados al transporte.

3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte

3.1. Introducción

Existe un amplio consenso en que los vertiginosos cambios acaecidos en la última década, englobados bajo el nombre *nueva economía* y asociados al vertiginoso desarrollo de las TIC, van a traer consigo importantes efectos económicos y sociales.

La nueva economía viene acompañada por cambios relevantes en los procesos de producción y distribución que generan efectos significativos sobre los diferentes sectores económicos. En BBVA (2000) se concluye que el transporte es uno de los sectores más afectados. La causa fundamental es su alto grado de interrelación tecnológica, medida por los coeficientes técnicos de la tabla *input-output,* con todos los sectores y, en particular, sobre los propios de la nueva economía: máquinas de oficina y tratamiento de la información, que son los que concentran las mayores ganancias potenciales en términos de reducción de precios.

Golob y Regan (2001) afirman que, desde la perspectiva del transporte, se observan tres cambios tecnológicos fundamentales. En primer lugar, equipos informáticos cada vez más potentes ya que, de acuerdo con la ley de Moore, su potencia de procesamiento se duplica cada 18 meses. Asimismo, Internet ha sido decisivo en este proceso, permitiendo el desarrollo vertiginoso de los ordenadores, especialmente en los hogares, de acuerdo con las economías de red y la ley de Metcalfe: el valor de la red se eleva al cuadrado cada vez que se incorpora un nuevo usuario. Finalmente, otro factor clave ha sido la aparición y rápido desarrollo de los teléfonos móviles y de los sistemas de comunicación, tales como los sistemas de posicionamiento y comunicación vía satélite.

En este sentido, cabe señalar que, si bien las investigaciones realizadas acerca de los impactos macroeconómicos y sobre los

diferentes sectores productivos han sido ciertamente numerosas, son escasas las que tienen por objetivo el conocimiento de los efectos sobre el transporte de mercancías y viajeros.

Este *déficit* de investigación sobre dicho tema adquiere un carácter particularmente relevante si se tiene en cuenta que los estudios realizados coinciden en señalar que el sector del transporte se ve afectado muy significativamente por la introducción de las nuevas tecnologías. Estos resultados están de acuerdo con la propia caracterización del transporte como un servicio esencial para la actividad económica, tanto en su acepción de *input* intermedio utilizado en la mayor parte de las actividades productivas como en la de servicio que constituye una parte esencial del consumo que realizan las personas para poder llevar a cabo sus actividades cotidianas.

El objetivo primario de este capítulo es contribuir al conocimiento de la trama de las complejas implicaciones que la nueva economía genera en el mercado del transporte en España. Para alcanzar este objetivo se delimitan, en primer lugar, de entre los profundos cambios que la nueva economía está produciendo, todos aquellos que afecten al transporte.

En particular, aparte de las implicaciones anejas al comercio electrónico o al teletrabajo, por ejemplo, también se analiza el impacto de las nuevas tecnologías aplicadas al propio sector del transporte, como son los sistemas inteligentes de transporte (ITS). Los impactos se desglosan tanto en su faceta de viajeros y mercancías como en los diferentes ámbitos internacional, interurbano y urbano. Dentro de cada uno de estos ámbitos se estudian los efectos sobre múltiples variables: demanda y reparto modal, localización de actividades empresariales y residenciales, etc. Finalmente, se analizan los impactos ambientales producidos por estos cambios en el transporte.

3.2. Tipología de efectos

Para poder estudiar la amplia y compleja tipología de efectos de la nueva economía sobre el transporte, conviene clasificarlos de acuerdo a las propias características que definen la sociedad de la información.

3.2.1. Globalización

En primer lugar, como Lehto e Himanen (2001) sugieren, dos de estas características —crecimiento económico y globalización— generan un aumento de la demanda de transporte. En el caso del crecimiento económico la causa fundamental de este incremento de la movilidad descansa en que la elasticidad de la demanda de transporte respecto a la renta es superior a la unidad. Finalmente, la globalización incrementa la longitud de los viajes, favoreciendo particularmente el transporte aéreo.

3.2.2. Actividades telemáticas

Por otro lado, desde la vertiente de utilización de las nuevas tecnologías, cabe observar la existencia de otros dos tipos de efectos sobre el transporte: indirectos y directos. Los primeros corresponden a la utilización de las nuevas tecnologías en todo el espectro de actividades económicas y sociales. Los del segundo tipo son los efectos producidos por la introducción de las nuevas tecnologías en el ámbito del transporte.

Los efectos indirectos surgen de la demanda del transporte como *input* intermedio para la producción de mercancías y para la realización de las diferentes actividades de las personas (turismo, compras, ocio, trabajo, etc.). Como afirman Mason y Deakin (2001), los individuos normalmente no realizan un viaje por el placer de hacerlo, sino por algún motivo. Los cambios en los procesos de producción y distribución de los diferentes sectores económicos o en las actividades realizadas por las personas, como la compra *on line,* influyen, por tanto, en el sector del transporte.

Con las nuevas tecnologías de información y comunicación, una parte de las actividades diarias (telemáticas) puede realizarse desde el propio hogar o el lugar de trabajo sin tener que desplazarse y reduciéndose, por tanto, la necesidad de transporte. Algunas de estas actividades son: el teletrabajo, la telecompra, la videoconferencia, el telemarketing y la teleenseñanza.

El impacto sobre el transporte se produce, como se observa en el cuadro 3.1, a través de las relaciones entre consumidores y empresas (C2B, B2C), entre consumidores (C2C) y entre em-

presas (B2B). En el grupo C2B se incluyen las relaciones entre trabajadores y las empresas donde están empleados. El teletrabajo o realización de toda o una parte de la actividad laboral fuera del lugar de trabajo es un ejemplo de este grupo. Un ejemplo de B2C corresponde a las compras realizadas *on line*. También cabe incluir en este grupo las realizadas por teléfono y televisión. No siempre este proceso desemboca en una compra. Otros ejemplos son la telemedicina, el pago de impuestos, examen de catálogo, banca electrónica, etc. Dentro del grupo C2C, las comunicaciones a través de teléfonos móviles e Internet (correo electrónico) están experimentando un elevado crecimiento.

CUADRO 3.1: **Comercio electrónico y otras aplicaciones mediante Internet**

	Gobierno	**Empresas**	**Consumidor**
Gobierno	G2G Coordinación	G2B Información	G2C Información
Empresas	B2G Suministros	B2B Comercio electrónico	B2C Comercio electrónico
Consumidor	C2G Impuestos	C2B Comparación de precios	C2C Subastas

Fuente: Elaboración propia.

Un ejemplo esclarecedor del impacto de estas nuevas tecnologías corresponde al caso de los viajes en transporte aéreo, tanto por motivo de turismo como de trabajo. Las compañías de transporte aéreo han podido reducir sus precios debido a los ahorros generados por los menores costes de transacción al realizarse las reservas *on line*. El acceso a Internet permite a los consumidores disfrutar de tarifas más económicas. Todo ello se traduce en un crecimiento de los viajes en el transporte aéreo.

El conjunto de ambos efectos tiene importantes consecuencias sobre el mercado del transporte, ya que los efectos son diferentes según el modo de transporte (marítimo, carretera, ferroviario, aéreo) y el tipo de desplazamiento (urbano, interurbano e internacional).

Indirectamente, estos cambios en el transporte tendrán otras consecuencias importantes como son los efectos ambientales y sobre la localización de las actividades productivas y residenciales.

3.2.3. Sistemas inteligentes de transporte

Finalmente, para todos los modos de transporte existen numerosas aplicaciones de las nuevas tecnologías de información y comunicación que tienen importantes efectos sobre el transporte. Dentro de los denominados sistemas inteligentes de transporte (ITS) se incluyen, por ejemplo, los sistemas de ayudas a la navegación y seguimiento vía satélite, información al viajero, gestión de emergencias, optimización de flotas, señalización y control de accesos, gestión del tráfico, etc.

En el cuadro 3.2 se muestran algunos de los posibles tipos de efectos que la nueva economía produce sobre el transporte a través de las diferentes vías indicadas anteriormente.

3.3. Tipos de relaciones entre nueva economía y transporte

Para el estudio de las relaciones entre nueva economía y transporte se utilizan dos vías complementarias —sistemas completos de demanda y análisis *input-output*— que nos permiten contemplar todos los aspectos que enmarcan dichas relaciones. En este sentido, mediante la metodología de los sistemas completos de demanda se analizan las relaciones entre los componentes del gasto de las personas, vinculados respectivamente a comunicaciones y transporte. Asimismo, mediante el análisis *input-ouput* nos fijamos en el gasto de las empresas en los capítulos relacionados con transporte y comunicaciones.

3.3.1. Sistemas completos de demanda

Para estudiar empíricamente las interrelaciones entre la nueva economía y el transporte de viajeros en el caso español, determinando si son de sustitución o complementariedad, se ha utilizado el enfoque metodológico multiecuacional de sistemas completos de demanda (SCD), que nos permite analizar detalladamente el comportamiento de la demanda de transportes de viajeros.

CUADRO 3.2: Tipología de impactos de la nueva economía sobre el transporte

Mecanismo	Tipo de impacto	Ejemplos de posibles efectos
B2C	Viajes de compras	Menos viajes en automóvil
	Transporte urbano de mercancías	Aumento de emisiones
	Transporte de mercancías internacional	Incremento de mercancías transportadas y de importaciones y exportaciones.
	Transporte interurbano de mercancías	Incremento de mercancías transportadas especialmente en carretera por su flexibilidad
C2C	Transporte de viajeros	Reducción de viajes
C2B	Transporte de viajeros urbano	Reducción de viajes al trabajo
	Territorio	Dispersión de hogares
B2B	Transporte de mercancías	Incremento de mercancías transportadas
	Transporte de viajeros	Reducción de los viajes aéreos de trabajo
	Territorio	Concentración de empresas
ITS	Operadores logísticos y empresas de mercancías	Incremento de productividad
	Usuarios de la infraestructura	Menores costes (tiempo, combustible...) por sistemas de gestión del tráfico

Fuente: Elaboración propia.

Existen otros enfoques para analizar la demanda de los servicios de transportes, tales como los proporcionados por modelos uniecuacionales y por modelos probit y logit. Sin embargo, estos enfoques proporcionan un tipo de información diferente a la suministrada por los SCD ya que recogen, esencialmente, relaciones de sustituibilidad entre los distintos servicios de transportes y sólo en muy escasa medida relaciones de complementariedad, por un lado, de los transportes entre sí y, por otro, entre los transportes y otro tipo de bienes y servicios que nos interesan particularmente en esta investigación.

En el enfoque de SCD, la base estadística aparece referida a los distintos grupos de gasto a los que el consumidor destina su renta, lo que permite calibrar una información económica del conjunto presupuestario más rica y precisa que la proporcionada por los enfoques uniecuacionales; además, el enfoque SCD permite comparar algunos de los resultados fundamentales con los obtenidos por métodos uniecuacionales, en particular los referidos a las elasticidades respecto a la renta y precio de cada servicio de transporte considerado.

A partir de la primera mitad de los años cincuenta se empezó a estimar SCD de bienes y servicios, principalmente con dos objetivos: el primero, obtener los rasgos más característicos de los mercados de estos bienes y servicios, y el segundo, realizar predicciones acerca del comportamiento de los consumidores.

La persecución de estos objetivos ha llevado también a que se formularan diferentes especificaciones para los SCD, especificaciones que han intentado recoger más efectos y menos restricciones que las iniciales, tratando, en definitiva, de proporcionar SCD cada vez más perfeccionados. En concreto, dos son los SCD más utilizados: el sistema lineal del gasto (o *Linear Expenditure System,* LE) propuesto por Stone (1954) y el sistema de demanda casi ideal (o *Almost Ideal Demand System,* AIDS) elaborado por Deaton and Muellbauer (1980a, 1980b y 1981). De ambos, el que ha tenido más éxito es el último, ya que no sólo impone un menor número de restricciones sino que, además, presenta una forma funcional más flexible y permite chequear, a posteriori, las principales propiedades de los SCD: agregación de Engel y Cournot, homogeneidad, integrabilidad y negatividad. Dada su importancia, se ofrece más adelante un apartado sobre estas propiedades y su contrastación empírica.

Los SCD han sido aplicados generalmente a grandes agregados de bienes y servicios, tales como alimentación, vestido y calzado, alquileres, energía, etc., apareciendo los transportes encuadrados dentro de un grupo de servicios de gasto muy amplio y heterogéneo, generalmente comprendido bajo la rúbrica de transportes y comunicaciones. La vertiente empírica de la literatura económica se ha centrado, sobre todo, en los gastos de estos grandes agregados, tal y como ponen de manifiesto, entre otros,

los trabajos ya clásicos de Stone (1954) y de Pollak y Wales (1978). En España, los trabajos más significativos sobre grandes grupos de gasto han sido los realizados por Lorenzo (1988), Contreras y Sancho (1992) y Carrascal (1995 y 1996), aunque también existen estudios para algunas desagregaciones de gastos particulares, como el de Molina (1993), para productos alimenticios, bebidas alcohólicas y tabaco.

Son prácticamente inexistentes, sin embargo, los estudios referidos al sector de los transportes, constituyendo la aportación de Rolle (1997) una excepción al respecto. De hecho, en los resúmenes al uso sobre literatura de economía del transporte —como son, por ejemplo, los de Waters II (1984 y 1989), Winston (1986), Oum, Waters II y Yong (1992), y Goodwin (1992)— no aparecen referenciados trabajos con este enfoque. En Europa, sólo Suiza (el trabajo ya mencionado de Rolle) dispone de un trabajo que considera la desagregación para el transporte de ferrocarril interurbano y el transporte privado, a partir de un sistema de demanda casi ideal.

A continuación, se procede a contrastar empíricamente un AIDS para una agrupación de gasto, que contiene siete grupos o categorías de gasto, de las que tres corresponden al máximo nivel de desagregación posible para los grupos de servicios de transportes: *transporte público interurbano, transporte público urbano* y *transporte privado*. Aquí se presentan las elasticidades estimadas: precio cruzadas y renta, y se comparan sus valores con los resultados obtenidos a partir de los modelos uniecuacionales en otros trabajos. Todas las elasticidades estimadas alcanzan valores razonables desde el punto de vista de la teoría económica convencional.

3.3.1.1. Metodología

La metodología empleada consiste, en primer lugar, en obtener unas funciones de demanda hicksianas a partir de la función de gasto. En segundo lugar, se derivan, de la función de gasto, las funciones de proporción de factores para cada grupo de bienes y servicios y, finalmente, se estima el sistema, procediendo a chequear las condiciones de agregación, homogeneidad, integrabilidades y negatividad.

Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) deriva a partir de una función de gasto tal como:

$$G(p,u) = a(p) \cdot b(p)^{u},$$

donde $G(p,u)$ es la función de gasto para el vector de precios p y el nivel de utilidad u, por otro lado, a y b son dos parámetros. Tomando logaritmos en la expresión anterior se obtiene que:

$$\log G(p,u) = \log a(p) + u \log b(p),$$

donde

$$\log a(p) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_i \log p_m,$$

y

$$\log b(p) = \beta_0 \prod_i p_i^{\beta_i}$$

donde α_0, α_1, y, γ_{ij}, β_0, β_i son parámetros a estimar.

En consecuencia, dado que log aparece expresado en función de log $a(p)$ y log $b(p)$ se cumple que:

$$\log G(p,u) = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \log p_i \log p_m + u\beta_0 \prod_i p_i^{\beta_i}$$

Aplicando ahora el teorema de Hotelling, es posible obtener las funciones de demanda hicksianas o compensadas a partir de:

$$\frac{\partial \log G(p,u)}{\partial \log p_i} = \frac{h_i(p,u)\, p_i}{G(p,u)} = S_i,$$

en donde S_i es la participación en el gasto del grupo i.

Puesto que tales funciones de demanda hicksianas no son empíricamente observables, lo normal es proceder a estimar un sistema de proporción del gasto del tipo siguiente:

$$S_i = \alpha_i + \sum_{j=i}^{k} \gamma_{ij} \log p_i + \beta_i \log \left(\frac{y}{P} \right),$$

donde P es el índice de precios que viene dado por la expresión:

$$\log P = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} \gamma_{ij} \log p_i p_j .$$

El sistema es casi lineal, con la excepción del término P que representa el índice de precios.

Las condiciones de este sistema de demanda son:

1. Condición de agregación (Engel y Cournot):

$$\sum_i \alpha_i = 1 \quad \text{y} \quad \sum_i \beta_i = \sum_i \gamma_{ij} = 0;$$

2. Homogeneidad: $\sum_{i=1}^{n} \gamma_{ij} = 0$;
3. Simetría (o integrabilidad): $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$ $(i, j,..,n)$;
4. Negatividad: que (S_{ij}) sea semidefinida negativa de grado $(n–1)$.

En las estimaciones empíricas hay que contrastar el cumplimiento de estas restricciones, por ejemplo a través de la suma de los residuos al cuadrado de la ecuación restringida frente a la no restringida; no obstante, también se pueden imponer las restricciones a priori, con lo cual su cumplimiento estaría siempre garantizado. Las condiciones de agregación, homogeneidad y simetría (o integrabilidad) se contrastan generalmente a través de la ratio del logaritmo de la verosimilitud, mientras que la hipótesis de negatividad se contrasta a partir de la observación de los elementos de la diagonal principal de la matriz de los efectos de sustitución cruzados, esto es, comprobando que las elasticidades hicksianas del propio precio sean todas negativas.

3.3.1.2. Principales resultados

Las series estadísticas utilizadas para la estimación de nuestro sistema completo de demanda de transportes proceden de la Encuesta de Presupuestos Familiares 1990-1991. Esta encuesta —que ofrece información sobre consumo, renta y composición demo-

gráfica de las familias— es acometida por el Instituto Nacional de Estadística aproximadamente cada diez años.

Aunque la Encuesta realiza un muestreo de los datos de consumo, renta y composición demográfica de 21.155 familias españolas distribuidas por todo el territorio nacional, se ha procedido, con la finalidad de eliminar datos extraños, a su filtrado, reduciéndose así el número de familias a 20.583. El tamaño de la muestra se ha reducido un poco, pero aun así es muy amplio, destacando el detalle de la información que ofrece, tanto en lo que se refiere a las características de las unidades informantes como a la desagregación de los gastos. Para un análisis más detallado de estos datos, puede consultarse el trabajo de Carrascal (1995) y las fuentes originales del INE (1992, 1993a y 1993b).

En nuestro caso, efectuamos la estimación del SCD para las agrupaciones del gasto total en las siete categorías siguientes:

- *Grupo 1:* alimentos, bebidas y tabaco, vestido y calzado, alquiler (real o imputado) de la vivienda y resto de gastos de vivienda.
- *Grupo 2:* gran mobiliario del hogar, servicios médicos y gastos sanitarios, esparcimiento, espectáculos, enseñanza y cultura, otros bienes y servicios, otros gastos no mencionados anteriormente.
- *Grupo 3 (Transporte privado):* compra de vehículos de uso personal, neumáticos, recambios, gastos de reparación y mantenimiento, carburantes y lubricantes, garaje, parking, peaje, autoescuela, alquiler de vehículos y otros gastos, resto.
- *Grupo 4 (Transporte público urbano):* transportes colectivos urbanos y suburbanos, incluido el escolar, taxi, tarjetas de transporte urbano y otros medios de transporte local.
- *Grupo 5 (Transporte público interurbano):* transporte interurbano colectivo de carretera, incluido el escolar, ferrocarril, aéreo, marítimo y otros transportes interurbanos.
- *Grupo 6:* correos y comunicaciones.
- *Grupo 7:* teléfonos y telégrafos.

En este caso (siete grupos de gasto: cuatro de bienes y servicios y tres de transportes), hay que estimar siete ecuaciones

correspondientes a las siete partidas o grupos de gasto definidos anteriormente. El número de parámetros a estimar es muy elevado (49), procediéndose a su estimación mediante la aplicación del método de sistema de ecuaciones aparentemente incorrelacionadas (SURE) del tipo Zellner (1962). La incorrelación entre las perturbaciones correspondientes a distintas familias es razonable dado que la muestra es aleatoria. El modelo estimado ha permitido obtener las elasticidades reseñadas en la tabla 3.1.

TABLA 3.1: Magnitudes de las elasticidades estimadas

E_{11}	–0,88308	E_{21}	–0,10781	E_{31}	–0,13376	E_{41}	–0,14182	E_{51}	–0,07591	E_{61}	–0,34773	E_{71}	–0,03842
E_{12}	–0,1702	E_{22}	–0,78646	E_{32}	–0,07654	E_{42}	–0,02618	E_{52}	0,025684	E_{62}	0,099802	E_{72}	–0,07526
E_{13}	–0,01653	E_{23}	0,002191	E_{33}	–0,8849	E_{43}	–0,02864	E_{53}	–0,00704	E_{63}	0,008566	E_{73}	–0,02002
E_{14}	–0,00476	E_{24}	–0,00022	E_{34}	–0,00654	E_{44}	–0,71485	E_{54}	–0,03164	E_{64}	–0,03625	E_{74}	–0,00335
E_{15}	–0,00205	E_{25}	0,000215	E_{35}	–0,00193	E_{45}	–0,01658	E_{55}	–0,78287	E_{65}	–0,04523	E_{75}	0,003864
E_{16}	–0,00139	E_{26}	–7,6E–05	**E_{36}**	**–0,00045**	**E_{46}**	**–0,00421**	**E_{56}**	**–0,00961**	E_{66}	–0,28556	E_{76}	0,001161
E_{17}	–0,00302	E_{27}	–0,00182	**E_{37}**	**–0,0065**	**E_{47}**	**–0,00419**	**E_{57}**	**0,010742**	E_{67}	0,01921	E_{77}	–0,813
E_{1X}	1,081023	E_{2X}	0,893992	E_{3X}	1,110626	E_{4X}	0,936417	E_{5X}	0,870709	E_{6X}	0,587482	E_{7X}	0,945002
Dif.	–2,5E–06		3,04E–06		8,59E–06		–4,8E–05		5,5E–05		0,00028		–1,7E-05

En relación con la consecución del objetivo de esta investigación —efectos de la nueva economía sobre el transporte—, nos interesan particularmente los resultados estimados para las elasticidades de los grupos de transporte (3, 4 y 5) respecto a los precios de los grupos de comunicaciones y de teléfonos (6 y 7). En la tabla 3.1 se observa que todas estas elasticidades, excepto la E_{57}, son negativas.[84] Si bien sus magnitudes son pequeñas, lo que nos interesa básicamente desde la perspectiva de esta investigación es el signo de las elasticidades obtenidas, que, al ser negativo, nos indica la existencia de relaciones de complementariedad entre los diferentes tipos de transporte de viajeros y los sectores propios de la nueva economía.

[84] Todas ellas son significativas a un nivel de confianza del 95%.

Por otro lado, otro resultado obtenido es que la elasticidad cruzada entre el transporte público interurbano y el transporte privado es muy baja y negativa (–0,007); y entre el transporte público urbano y el transporte privado de nuevo es muy baja (–0,006). Estos resultados son similares a los citados en el capítulo segundo, obtenidos mediante la estimación de modelos uniecuacionales, tanto urbano como interurbano, frente al transporte público urbano e interurbano.

3.3.2. Análisis *input-output*

Un enfoque alternativo para delimitar la posible existencia de relaciones de complementariedad o sustitución entre nueva economía y transporte se basa en el análisis *input-output* que se presenta a continuación.

Como se ha mencionado anteriormente, a priori cabe esperar que las diversas manifestaciones de la nueva economía: videoconferencia, teletrabajo, telecompra, enseñanza a distancia, etc., reducen la necesidad del transporte y, por tanto, TIC y transporte serían sustitutivos. Sin embargo, por otro lado cabe recordar que existen otros tipos de efectos alternativos de las TIC sobre el transporte, diferentes de la sustitución. En particular, se ha mencionado la posibilidad de que se produzca la generación de más viajes o efecto de complementariedad.

Este efecto último puede generarse a partir de dos vías, que Salomón (1986) denomina como impulso y eficiencia. La primera vía se refiere al impacto directo de un modo de comunicación (por ejemplo, telecomunicaciones) sobre la demanda de otro modo (por ejemplo, transporte). Un ejemplo de ello consiste en la utilización creciente de Internet para obtener información acerca de personas, actividades y lugares de interés, que podría estimular la demanda de viajes con el fin de visitar aquellos lugares o personas, o realizar aquellas actividades.

La segunda vía, que denomina de eficiencia, se refiere a la utilización de un producto, por ejemplo telecomunicaciones, para mejorar el funcionamiento de otro producto, caso del transporte. El efecto sobre la demanda de transporte en este caso es indirecto, ya que el incremento de la oferta efectiva de transporte y la correspondiente reducción de costes generalizados del transporte causa el aumento de la demanda de transporte.

Cabe concluir, por tanto, que dentro del complejo entramado de relaciones entre las TIC y el transporte coexisten efectos de sustitución y complementariedad. En este sentido, en el cuadro 3.3 se muestran varios ejemplos de posibles relaciones de sustitución entre transporte y comunicaciones que nos permite confirmar la existencia de numerosas aplicaciones derivadas de la utilización de las TIC que producen una reducción del transporte.

Sin embargo, como se muestra en el cuadro 3.4, también existen numerosas alternativas de aplicaciones de las TIC que generan relaciones de complementariedad entre transporte y comunicaciones, generando un aumento de la demanda de transporte.

CUADRO 3.3: Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (sustitución)

Ejemplos	Efectos sobre			
	Transporte		Comunicaciones	
	Industria	Servicios	Industria	Servicios
Fax y correo electrónico sustituyen el reparto físico de documentos	Menor consumo de combustible	Menor utilización de servicios de distribución	Más equipos de fax y ordenadores	Mayor utilización de servicio telefónico
Teléfono y videoconferencia sustituyen el desplazamiento físico de las personas	Menor consumo de combustible, menos turismos de empresa	Menos transporte aéreo	Más equipos de videoconferencia y red	Mayor utilización de servicio telefónico
Información de prensa es transmitida e impresa localmente en vez de transporte a larga distancia	Menos gasolina, menores flotas de vehículos	Menor uso de transportistas de mercancías	Más ordenadores, satélites	Más utilización de satélites y otros servicios de red
Instrumentos de control remoto sustituyen la recogida manual de datos	Menor consumo de combustible		Más terminales de control remoto, más equipamiento de red	Mayor utilización de servicios de comunicaciones
Las TIC (sistemas de transporte inteligentes) incrementan la optimización del transporte de mercancías	Menor consumo de combustible, menos vehículos de distribución	Menor utilización de servicios de distribución	Más ordenadores, más equipamiento de red	Mayor utilización de servicios de comunicaciones

Fuente: Lee y Mokhtarian (2004) y elaboración propia.

CUADRO 3.4: Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (complementariedad)

Ejemplos	Tipos de efectos sobre			
	Transporte		Comunicaciones	
	Industria	Servicios	Industria	Servicios
TIC permite la descentralización de las empresas incrementando el transporte entre lugares distantes	Mayor consumo de combustible, más vehículos de transporte	Mayor utilización de servicios de transporte	Más equipos de TIC	Mayor utilización de servicios de comunicaciones
Mercados crecientemente globales envolviendo más viajes internacionales de trabajo y mayor utilización de las comunicaciones	Más consumo de combustible, gasolina y crecimiento de los viajes en avión	Más utilización de servicios de transporte aéreo	Más equipos de TIC	Mayor utilización de servicios de comunicaciones.
Cadenas de suministro globales que requieren componentes producidos en todo el mundo	Más consumo de combustible	Más uso de servicios de transporte (terrestre, aéreo y marítimo)	Más teléfono, fax y equipos de comuni-caciones	Más uso de teléfono e Internet
Instalación de fábricas en países en desarrollo donde el factor trabajo es más barato.	Más consumo de combustible	Mayor utilización de servicios de distribución		Mayor utilización de servicios TIC
El aumento de demanda para distribución *just-in-time* a causa de las TIC se traduce en repartos menos eficientes y menores factores de ocupación y cargas completas	Más consumo de combustible		Más equipos de TIC	Mayor utilización de servicios TIC
El incremento de eficiencia propiciado por las TIC libera tiempo para la realización de más viajes de trabajo	Más consumo de combustible	Más transporte aéreo, más transporte de mercancías	Más equipo de comuni-caciones	Mayor utilización de servicios TIC
TIC mejora la eficiencia de la red de transporte reduciendo el coste efectivo de viajar y por tanto aumentando la demanda de transporte	Mayor consumo de combustible, más vehículos de transporte	Mayor utilización de servicios de transporte		Mayor utilización de servicios TIC

Fuente: Lee y Mokhtarian (2004) y elaboración propia.

En definitiva, podría pensarse que los argumentos empíricos a favor de que el efecto neto final entre nueva economía y transporte sea de sustitución son una mera consecuencia de utilizar una perspectiva incardinada en el corto plazo, que no abarca todo el amplio espectro de las tecnologías de comunicación e información. Por el contrario, cuando el enfoque se amplía y se considera un período de tiempo más amplio y todas las posibles tecnologías, podría emerger incluso un efecto neto de complementariedad.

En este sentido, adquiere un carácter sumamente relevante partir de una visión integral de las aplicaciones de las TIC que vaya más allá del estudio de los efectos de simples aplicaciones. Este enfoque agregado es el adoptado precisamente en este apartado de la investigación para estudiar los impactos netos de la nueva economía en el transporte.

3.3.2.1. Revisión

Un primer trabajo basado en este enfoque integral es el de Plaut (1997), que utiliza el análisis *input-output* para investigar el tipo de relaciones entre comunicaciones y transporte en su calidad de *inputs* de 44 sectores industriales para nueve países de la Unión Europea en el año 1980. Encontró que en la mayoría de los países existían correlaciones positivas significativas estadísticamente entre los *inputs* de transporte y los de comunicaciones para los sectores manufactureros considerados. En definitiva, su principal conclusión consiste en que para los sectores industriales existe una relación de complementariedad entre las actividades de comunicaciones y transporte.

Posteriormente, Plaut (1999) investiga los vínculos entre comunicaciones y transporte para varios países: Israel, Canadá y Estados Unidos. Los resultados obtenidos parecen mostrar nuevamente la existencia de relaciones de complementariedad para todos los países analizados. En su investigación utiliza la correlación de Spearman como medida de las relaciones entre los *inputs* de transporte y comunicaciones.[85]

---

[85] La ventaja fundamental de la correlación de Spearman sobre la de Pearson, que es la utilizada normalmente, consiste en que se trata una medida no paramétrica. No realiza ninguna suposición acerca de la distribución de datos, que es importante en nuestro caso, dado que los coeficiente *input-output* no están normalmente distribuidos como requiere la correlación Pearson.

Finalmente, Lee y Mokhtarian (2004) estudian exhaustivamente las relaciones entre transporte y comunicaciones a nivel agregado para Estados Unidos, utilizando el análisis y la tabla *input-output* y considerando ambos productos como *inputs* de las diferentes ramas manufactureras. Dentro del transporte y de las telecomunicaciones distingue entre bienes de equipo y servicios. A partir de los resultados obtenidos concluyen que existen diversas relaciones de complementariedad y de sustitución según se consideren bienes de equipo o servicios. Este trabajo es utilizado como base para nuestra investigación.

3.3.2.2. Metodología

La metodología utilizada se basa en determinar, a partir de la tabla *input-output* de un año, el grado de correlación entre los diferentes sectores manufactureros en relación con la demanda de los *inputs* transporte y comunicaciones.

Para analizar la posible correlación existente entre transporte y comunicaciones se utilizan los coeficientes *inputs* en la tabla *input-output* que se obtienen de la forma siguiente, dependiendo de si se dispone de la tabla simétrica o la de destino.

Para la matriz simétrica utilizaremos como coeficientes *inputs* a los denominados coeficientes técnicos de producción que se definen de la forma siguiente:

$$A_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j},$$

donde x_{ij} son los consumos intermedios del sector i que incorpora en su producción el sector j y X_j la producción del sector j.

En nuestro caso, los sectores i elegidos corresponden a las diferentes ramas manufactureras y los dos sectores j corresponden respectivamente a la rama transporte, que agrupa todos los sectores del transporte, y a la rama comunicaciones. Para el caso de no disponer en ese año de matriz simétrica, utilizaremos los coeficientes técnicos asociados a la matriz de destino.

Tenemos, por tanto, para cada rama manufacturera *i* un coeficiente *input* directo del transporte A_{iT} y análogamente un coeficiente A_{iC} para comunicaciones.[86]

En ambos casos ponderamos los coeficientes técnicos por los porcentajes que representan las producciones que realiza cada sector sobre la producción final del total de producto que se distribuye a la economía. Así, obtenemos relaciones económicamente más realistas entre transporte y comunicaciones que las relaciones no ponderadas que dan a cada *output* industrial igual peso independientemente de su tamaño.

La medida de correlación que utilizamos es la de Spearman:

$$Corr_i \left(A_{iT}, A_{iC} \right).$$

Un resultado del coeficiente de correlación positivo indica que existe un efecto de complementariedad; los sectores que requieren una gran cantidad de transporte también tienden a requerir una gran cantidad de comunicaciones e, inversamente, un coeficiente de correlación negativo indica que existe un efecto de sustitución.

Entre las limitaciones que presenta esta metodología cabe destacar las siguientes:

a) Los coeficientes *input* son calculados usando valores monetarios que pueden diferir de los resultados basados en la actividad.
b) Al utilizar la correlación como instrumento metodológico no es posible contrastar el sentido de la causalidad.
c) Sin embargo, los numerosos argumentos y ejemplos citados a lo largo de esta investigación ilustran algunas de las formas en que una relación causal puede tener lugar y por tanto es plausible esperar que las relaciones observadas tengan algún fundamento causal.
d) Carácter estático de las tablas *input-output*.
e) Para solventar este inconveniente, se consideran varios años.

---

[86] Es decir, A_{iT} es el valor en euros del transporte requerido para producir una unidad de *output* de la industria *i* (véase INE 2001).

3.3.2.3. Resultados

En el cuadro 3.5 se muestran los resultados obtenidos, aplicando la metodología citada, para los coeficientes de correlación Spearman entre comunicaciones y transporte en 1985, 1995 y 2000. Todos los valores obtenidos son positivos, próximos a la unidad y estadísticamente significativos al 99% de confianza.

CUADRO 3.5: Valores de los coeficientes de correlación Spearman entre transporte y comunicaciones para diferentes años

Años	1985	1995	2000
Coeficientes de correlación	0,7505	0,7622	0,7609

Nota: Significativos al 99% de confianza.

Aun con sus limitaciones, esta metodología nos proporciona una primera aproximación integral sobre el impacto neto de las TIC sobre el transporte. A partir de los resultados, cabe concluir que parece existir una relación de complementariedad entre comunicaciones y transporte.

3.4. Efectos sobre el transporte de viajeros

3.4.1. Introducción

En Golob y Regan (2001) e Iglesias (2002) se estudian con detalle los posibles efectos del comercio electrónico B2C sobre el transporte de viajeros. Este proceso de sustitución de la movilidad física por la movilidad virtual puede llegar a tener un impacto importante sobre los viajes urbanos por motivo de compras. En este sentido, como Gould y Golob (2002) señalan, el incremento en el comercio electrónico B2C puede traer importantes cambios en las pautas y actividades del transporte al tratarse de actividades intensivas en utilización del vehículo privado.

Browne (2001) afirma que el comercio electrónico actualmente está concentrado en artículos como libros, *software,* música, viajes (transporte aéreo), ropa y electrónica, aunque también hay un

rápido desarrollo en otros tipos de productos como los alimentos y artículos del hogar. Desde la perspectiva del impacto sobre el transporte, estos dos últimos tipos de compras son de particular interés porque son mucho más frecuentes.

La sustitución de estos tipos de viaje podría tener efectos beneficiosos sobre el transporte, reduciendo el nivel de congestión durante las horas punta de las compras. Incluso podría reducir la necesidad de nuevos centros comerciales, facilitando la sustitución de los viajes en coche por viajes a pie a centros de distribución próximos al hogar, que incluso podrían ser los pequeños comercios.

Para conocer el impacto final sobre el transporte de viajeros, es también importante conocer si el tiempo ahorrado es destinado a realizar otros viajes con diferente motivo. De hecho, podría ocurrir que se produjeran viajes a los mismos centros donde se realizan las compras *on line,* pero en esta nueva ocasión sólo por motivos de ocio. En este sentido, de los resultados de las diversas encuestas de movilidad parece deducirse una tendencia a combinar entretenimiento con compras.

La emergencia de las nuevas tecnologías de información y comunicación ha producido importantes efectos sobre las pautas observadas en las actividades y en la movilidad de las personas.

En este sentido, adquiere un carácter sumamente relevante determinar los efectos de las nuevas tecnologías sobre las actividades de los hogares y cuál es su potencial para eliminar, reducir o modificar el transporte de viajeros.

Este interés es común a diversos sectores y agentes; por ejemplo, para los empresarios, ya que están interesados en aumentar el grado de flexibilidad de las relaciones laborales, reducir los capítulos de costes generales, mejorar la eficiencia productiva y reducir los costes de transporte en sus empleados.

Asimismo, el sector comercial tiene interés en ofrecer alternativas atractivas a los consumidores para el tiempo liberado por la reducción de viajes al trabajo. Finalmente, los grupos ecologistas y los respectivos gobiernos contemplan la posibilidad de que las TIC ahorren energía y contribuyan a reducir la congestión y a mejorar la calidad medioambiental.

3.4.2. Tipos de actividades

A priori, una proposición lógica que surge en el análisis previo consiste en que las TIC reducirán la necesidad de utilización del automóvil. La principal razón es que las TIC eliminan en muchos casos la necesidad de desplazamiento para realizar la actividad, sustituyendo viaje físico por virtual. Particularmente interesante es la reducción de los viajes *commuting* en hora punta, ya que tendría efectos muy beneficiosos sobre la reducción de los niveles de congestión.

Sin embargo, en estos últimos años, contradiciendo dicha proposición, se ha producido un crecimiento paralelo de ambos ítems: transporte y TIC, lo cual muestra que es necesario profundizar en el estudio de las relaciones entre ellos, ya que su conocimiento, aunque creciente, es todavía limitado.

Para poder realizar el estudio de las conexiones entre las TIC y el transporte, conviene, como realizan Bhat y Koppelman (1991), comenzar delimitando tres tipos de actividades realizadas por las personas y que son susceptibles de verse modificadas por la introducción de las TIC con las consiguientes implicaciones sobre el transporte.

a) subsistencia: son actividades generadoras de renta, tales como el trabajo, los servicios de empresas e incluso la escolar. La mayoría de los viajes correspondientes a esta actividad son del tipo *commuting*.
b) mantenimiento: son actividades de compra y consumo de bienes y servicios por los individuos.
c) ocio o discrecionales: en este grupo se incluyen las diversas actividades realizadas en el tiempo libre y que no son de subsistencia (trabajo) o mantenimiento.

3.4.3. Efectos sobre el transporte

3.4.3.1. Tipología

Hace ya cerca de veinte años que Salomón (1986) señalaba cuatro posibles tipos de efectos de las TIC sobre el transporte de viajeros:

a) efecto sustitución: corresponde a los viajes que dejan de realizarse por la introducción de las TIC. Un ejemplo de este efecto consiste en la sustitución de viajes de subsistencia debido al teletrabajo.

b) efecto modificación: corresponde a los viajes que son modificados, por ejemplo, espacial (cambio de ruta) o temporalmente (cambio de hora de viaje). Incluso puede llegar a cambiarse el modo de transporte. En este sentido, la modificación temporal desde la hora punta a otro momento es particularmente interesante por su contribución a la reducción de los niveles de congestión.

c) efecto generación de nuevos viajes: se trata de un componente cuya magnitud es ciertamente difícil de valorar y corresponde a los viajes generados que no se hubieran realizado.

d) efecto neutral: corresponde al caso de que las TIC no produzcan ningún tipo de efectos sobre el transporte de viajeros.

3.4.3.2. Efectos finales

La irrupción de las TIC está produciendo cambios transcendentales en la forma de desarrollar los cuatro tipos de actividades citados anteriormente, lo que a su vez tiene implicaciones importantes sobre el transporte de viajeros (Krizek y Johnson 2003). En el cuadro 3.6 se muestran varios ejemplos de los efectos que

CUADRO 3.6: Tipología de efectos de las TIC sobre el transporte según tipo de actividad

Tipos de actividad	Tipos de efectos sobre el transporte		
	Sustitución	**Modificación**	**Generación**
Subsistencia	Teletrabajo	Revisar correo electrónico del trabajo desde el hogar	Videoconferencia para iniciar contactos
Mantenimiento	Comparación de precios para compras por Internet (p. ej., turismos)	Viajes de compras durante los días de teletrabajo	Demanda adicional por la distribución para los productos comprados
Ocio	Compra de entradas de espectáculos por Internet	Mayor flexibilidad de citas con amigos por la utilización de teléfonos móviles	Anuncios en Internet que generan nuevos viajes para compras o de ocio

Fuente: Krizek y Johnson (2003) y elaboración propia.

la introducción de las TIC en el desarrollo de las actividades de las personas produce sobre el transporte. Todo ello se analiza a continuación.

3.4.3.2.1. Subsistencia

En este tipo de actividades relacionadas con el trabajo, desde la perspectiva de las TIC cabe mencionar, por ejemplo, el teletrabajo o los telecentros. El efecto producido sobre el transporte es ciertamente importante porque este tipo de viajes *(commuting)* representa una parte significativa de los viajes de los hogares. Sin embargo, los resultados obtenidos sobre su impacto neto final son contradictorios, ya que algunos analistas han podido comprobar la generación de otros viajes durante el tiempo ahorrado y de diferente tipo que el *commuting,* como es el caso de la compra.

3.4.3.2.2. Mantenimiento

Con el desarrollo del comercio electrónico y de Internet, crece el interés de este tipo de actividades, entre las cabe incluir, por ejemplo, la telecompra. Representa una parte importante de los viajes realizados por los hogares. En general, se observa una falta de conocimiento sobre sus efectos finales en el transporte. La mayoría de los estudios realizados han versado sobre la actividad de compra por Internet.

Dentro de esta actividad cabe diferenciar varias subactividades. Por ejemplo, antes de comprar se puede consultar la información sobre los precios y otras características de los productos. Con mayor detalle, dentro del proceso de compra cabe distinguir diferentes etapas: entrada en el mercado, elección entre modos de compra, información, evaluación de la información y elección final entre comprar o salir del mercado.

Handy y Yantis (1997) estudian tres tipos de actividades: contemplar películas, compra de productos no alimenticios y gestiones bancarias. A partir de los resultados que obtienen, parece deducirse la existencia de complejas relaciones entre las actividades que tienen lugar en el hogar y aquellas que requieren desplazamiento. Para la mayoría de las actividades se encuentran diferencias sustantivas entre las que se realizan fuera y las que tienen lugar dentro del hogar.

Un resultado importante es que cada producto tiene un potencial diferente para la utilización del comercio electrónico. Gould y Golob (1997) señalan que los consumidores toman sus decisiones basándose en los cuatro componentes principales del coste asociados al proceso de compra: el precio del producto, el del tiempo necesario para buscarlo en Internet, el tiempo de viaje y el gasto monetario asociado al viaje. Los usuarios perciben diferencias significativas en relación con el grado de aptitud de los diferentes productos para la compra *on line*. Las encuestas realizadas parecen mostrar que los productos electrónicos, ordenadores y *software* son los más adecuados, y ropa la que menos. Hay que tener en cuenta que la compra en el comercio ofrece también aspectos gratificantes para el comprador, especialmente de interacción social. También puede detectarse el gran potencial que para la compra *on line* tienen otros productos, particularmente libros, música y películas, billetes de viaje y de teatro.

3.4.3.2.3. Discrecionales

Dentro del análisis de las implicaciones de la irrupción de las TIC sobre el transporte de viajeros, los vínculos con este tipo de actividades constituyen posiblemente el tema menos estudiado. En este sentido, cabe destacar dos premisas básicas:

a) Muchas de las interacciones sociales y de los contactos humanos son imposibles de valorar y no pueden ser provistos por vía electrónica.
b) La segunda es que pocas actividades de ocio pueden ser replicadas electrónicamente de forma exacta (teatro, deportes, etc.). No produce, por ejemplo, la misma utilidad al individuo alquilar una película que ir al cine. El ir al cine supone una pantalla de mayor dimensión, películas más modernas, mejor sonido, salir de casa con amigos o familiares. Todo ello es difícil de conseguir desde el propio hogar.

Ambas consideraciones sugieren que las versiones electrónicas de productos y servicios disponibles en el hogar no son probablemente sustitutos viables para las versiones físicas fuera del hogar.

Por estas razones no se debe esperar reducciones importantes en el número de viajes en este tipo de actividades.

Incluso podría llegar a incrementarse el número de viajes de este tipo debido a que el tiempo liberado en otras actividades por la emergencia de las TIC puede destinarse a actividades de ocio, con generación de los correspondientes nuevos desplazamientos.

Además, la existencia de efectos cruzados entre los diferentes tipos de actividades pone de manifiesto la complejidad del análisis de las implicaciones de las TIC sobre la movilidad de las personas. Como muestra de ello cabe citar los ejemplos siguientes:

a) El tiempo ahorrado por la práctica del teletrabajo puede destinarse a la realización de compras en horario laboral, aprovechando la existencia de menos aglomeraciones. El efecto final es, por tanto, un cambio horario del viaje de mantenimiento.

b) El tiempo liberado por la utilización del comercio electrónico para realizar la compra de productos, por ejemplo alimenticios, puede destinarse a actividades de ocio con la realización del correspondiente desplazamiento a una cafetería, por ejemplo. Es decir, la sustitución de viajes de mantenimiento puede incrementar el tiempo gastado en actividades discrecionales.

c) El proceso de compra electrónica de un producto incluye varias actividades aparte del propio proceso de compra, como es obtener información sobre las diversas alternativas. Así, la utilización de las TIC en la compra de un coche puede reducir los viajes destinados a buscar información sobre varios compradores, pero puede ser que no se reduzcan los viajes asociados a la propia actividad de compra del vehículo.

3.5. Efectos sobre el transporte de mercancías

3.5.1. Conceptos básicos

En la actividad logística no sólo se incluye el transporte, sino también los flujos de información, almacenamiento, sistemas de seguimiento de la mercancía, etc. Con B2B y B2C se ha produci-

do una importante reducción de diversos capítulos de los costes, como es el caso de los administrativos. En este nuevo escenario ya es factible que un único operador logístico canalice todas las relaciones entre productor y consumidor. La convergencia de las prácticas *just in time* con el desarrollo de las nuevas tecnologías de comunicación está generando cambios significativos en las necesidades de almacenes y de centros de consolidación de mercancías.

Analizando por separado el impacto de cada tipo de comercio electrónico sobre el transporte de mercancías, se observa que el B2B trae consigo flujos de mercancías más difíciles de predecir, órdenes de menor tamaño realizadas más frecuentemente y la simplificación de las cadenas de distribución.

Asimismo, el B2C tiene importantes consecuencias sobre el transporte de mercancías en los diversos ámbitos urbano, interurbano e internacional. La cada vez más frecuente descarga directa *on line* de determinados productos, como vídeos y música, se traduce en una reducción del volumen de tráfico del transporte de mercancías. Gould y Golob (1997 y 2002) detectan, junto a la reducción de viajes, un efecto de sustitución por otro tipo de desplazamientos basados en un motivo diferente. Otra consecuencia del desarrollo del comercio electrónico es, de acuerdo con Golob y Regan (2001), la tendencia hacia la distribución de productos altamente fragmentados dentro de un horario muy estricto y a un bajo coste.

Las pautas de distribución están cambiando global y localmente. Se incrementa el *outsourcing* y la consolidación de las actividades logísticas, no sólo entre proveedores de servicios de transporte sino entre productores y proveedores de servicios de transporte, para incrementar la eficiencia. La consolidación puede contribuir a que el factor de ocupación sea mayor, incrementándose los niveles de eficiencia.

Finalmente, los efectos en el largo plazo de la utilización de las nuevas tecnologías pueden ser muy diferentes de los del corto plazo. Krizek y Johnson (2003), por ejemplo, citan entre los factores incidentes en el largo plazo el mayor conocimiento de las nuevas tecnologías por parte de los jóvenes actuales respecto a generaciones de mayor edad.

3.5.2. Larga distancia

Un rasgo característico de la economía actual es que todo el desarrollo del propio proceso de producción está dirigido a la medida de cada consumidor, guiado de acuerdo a sus especificaciones. En la actual sociedad de la información las decisiones tomadas dentro de las empresas se basan, cada vez en mayor grado, en información en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información están haciendo posible una respuesta cada vez más rápida de la oferta a las características cambiantes de la demanda. Indudablemente, este nuevo escenario favorece al transporte por carretera, dado que por su mayor grado de flexibilidad es capaz de satisfacer más rápidamente las demandas de transporte.

En este sentido, Golob y Regan (2001), después de revisar numerosos estudios, concluyen en que los factores más influyentes en la selección del transportista son la fiabilidad del servicio por encima del propio precio. Como consecuencia de ello cabe concluir que los sistemas de distribución y producción *just in time* favorecen al transporte por carretera y aéreo frente al ferroviario.

Determinadas cuestiones relacionadas con las aduanas (armonización de protocolos para intercambios de información, desarrollo de estándares, procedimientos eficientes) adquieren un carácter sumamente relevante para un eficiente y competitivo transporte internacional de mercancías.

El comercio electrónico incrementa la necesidad de transporte en toneladas-kilómetro, pero no necesariamente en vehículos-kilómetro si se toman medidas para mejorar la eficiencia. En este sentido, debe fomentarse la utilización de las tecnologías de información y comunicación en el transporte para maximizar la eficiencia logística. Asimismo, una mayor utilización del transporte intermodal podría contribuir al incremento de los niveles de eficiencia.

3.5.3. Distribución local e impacto ambiental

En su forma actual, el comercio electrónico está basado en el reparto al hogar, que conduce a repartos menos consolidados y un mayor tráfico de mercancías, particularmente en el ámbito urbano. Esto causará impactos sociales y ambientales y tiene importantes implicaciones sobre el coste, ya que la eficiencia del

reparto puede reducirse drásticamente y, por lo tanto, los costes operativos pueden aumentar significativamente.

Puede traducirse en incrementos del volumen de transporte, especialmente en el transporte por carretera en áreas urbanas donde puede resultar no sostenible. En este sentido, el reparto a los hogares con cargas altamente fragmentadas puede causar impactos sociales y ambientales en áreas residenciales.

La necesidad de la presencia del cliente durante el reparto podría generar un incremento del volumen de transporte, ya que si no estuviera en el hogar habría que repetir el viaje en otro momento. Una primera alternativa para solucionar este problema consiste en la utilización de depósitos en los hogares donde se almacenen los productos. Otras alternativas son los puntos de recogida de los productos, situados en la proximidad de la residencia. Por todo ello, en el transporte local debe fomentarse la consolidación con creación de terminales intermedios, reduciéndose de esta forma los costes ambientales y de transporte.

3.6. Logística

3.6.1. Introducción

También en el ámbito de la logística se producen efectos muy significativos por la acción del comercio electrónico. En esta línea, Hultkranz y Lumsden (2001) sostienen que el comercio electrónico es un nuevo fenómeno que está teniendo un impacto formidable sobre la manera en que las empresas realizan sus compras, gestionan sus actividades y distribuyen sus productos. El aumento exponencial producido en el acceso a Internet necesita verse acompañado de mejoras y cambios en las estructuras de distribución con el fin de asegurar que las mercancías puedan ser transportadas rápida y eficientemente.

En este nuevo contexto, por tanto, los sistemas logísticos y de distribución desempeñan un papel fundamental, debiendo crearse nuevas soluciones que sean efectivas para competir en este mercado radicalmente distinto.

Cabe recordar que algunas características que definen al comercio electrónico desde la perspectiva logística son las siguientes:

a) El consumidor demanda recibir los productos solicitados mucho más rápidamente que en la distribución tradicional.
b) Significa la reducción de los intermediarios físicos.
c) Se caracteriza por un menor número de desplazamientos en automóvil, pero por el contrario aumentan los realizados en camionetas con pedidos más pequeños y a distancias mayores.
d) Los costes directos serán superiores, mientras que los costes indirectos de los consumidores para buscar, ordenar y disponer de los productos comprados en su hogar serán menores.
e) Surgen oportunidades para la formación de nuevos sistemas de distribución que envuelven diferentes corrientes de flujos que los tradicionales.

Las compañías que puedan satisfacer estas demandas con nuevos métodos de producción y distribución serán capaces de crear nuevas oportunidades de negocio y de estar preparadas para un mercado mucho más amplio para sus productos.

3.6.2. Canales de distribución

En la distribución convencional las mercancías pasan por varios nodos o terminales antes de llegar al cliente. Así las mercancías, después de su proceso de producción y muy frecuentemente de su almacenamiento, son transportadas a un centro de distribución donde son almacenadas, consolidadas, cargadas de nuevo y finalmente distribuidas al siguiente punto de la cadena que es el centro de distribución local. En este punto las mercancías sufren el mismo proceso de manipulación que en el centro nacional y son transportadas al comercio donde finalmente son vendidas al cliente. Dado que durante la mayor parte del tiempo que las mercancías pasan en los nodos no se genera valor, cuantos más nodos existan en un canal de distribución menos eficiente es el proceso total.

En la distribución convencional el punto donde el cliente hace su pedido y realiza su compra es el comercio. Paralelamente, la compañía realiza sus previsiones sobre la futura demanda y las

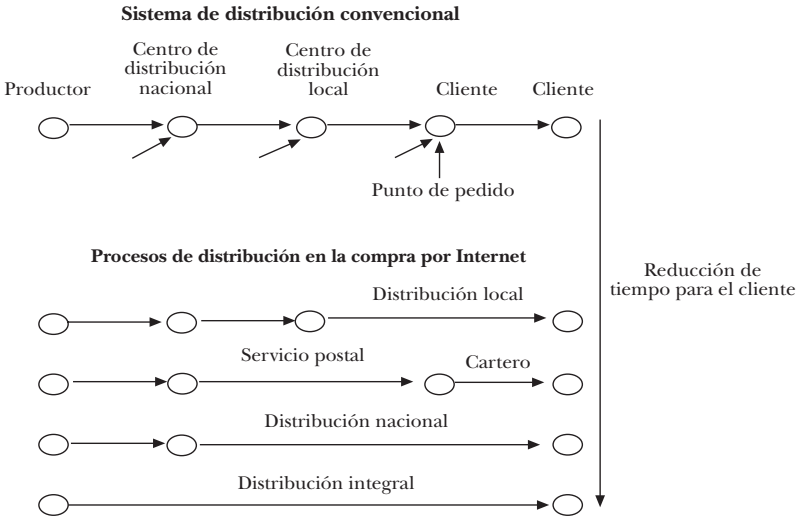
mercancías producidas son transportadas a través del canal de distribución constituido por múltiples nodos.

La clave del comercio electrónico radica en que desaparecen uno o varios de estos nodos. Por ejemplo, el producto puede distribuirse directamente desde el fabricante o desde un almacén central.

Incluso muy frecuentemente los clientes tienen la posibilidad de elegir el tiempo que tardarán en recibir su producto. Cuanto mayor sea la disposición a pagar, más rápidamente recibirán sus productos y los modelos de distribución asociados serán diferentes.

En el esquema 3.1 se observan varias alternativas de canales de distribución. La básica corresponde a la distribución tradicional. Un ejemplo de ésta corresponde a la industria alimenticia. Un producto fabricado en otro país (Francia, por ejemplo) es transportado a un centro de distribución nacional en camión o ferrocarril. En este centro de distribución las mercancías son almacenadas, vueltas a cargar, consolidadas con otros productos y finalmente transportadas a un centro local de distribución. En este centro tiene lugar un proceso similar. Finalmente son distribuidas al comercio donde se realiza la venta y desde donde el comprador lo transporta a su hogar.

ESQUEMA 3.1: Estructuras de distribución para la compra por Internet



3.6.3. Distribución con el comercio electrónico

Como se observa en el esquema 3.1, una primera alternativa de distribución para el caso del comercio electrónico consiste en suprimir la figura del comerciante minorista y distribuir directamente el producto desde el almacén local al hogar del consumidor. Es el caso, por ejemplo, de las flores compradas por Internet.

La segunda posible alternativa de distribución consiste en suprimir la figura del centro de distribución local y usar, por ejemplo, el servicio postal para distribuir la mercancía desde el centro de distribución nacional hasta el hogar del consumidor. En este caso, el cartero se encarga de repartirlo al consumidor.

Una tercera alternativa consiste en la distribución de la mercancía desde el centro nacional al consumidor. Finalmente, otra posibilidad es el transporte directo desde el productor hasta el hogar del cliente.

Cabe concluir, por tanto, que la irrupción del comercio electrónico produce un desplazamiento hacia el productor del punto donde se distribuye la mercancía al consumidor. Todo ello conduce a que los niveles de inventario sean menores, con la correspondiente reducción de los costes.

Desde la perspectiva de la distribución final, cabe resaltar que el comercio electrónico genera tamaños más reducidos en cada transporte, ya que el consumidor necesita menores cantidades que el comerciante minorista. Dado que el consumo final probablemente se incremente por la llegada del comercio electrónico, el número de envíos y de direcciones de reparto aumenta y todo ello conducirá a sistemas de distribución más completos y más operaciones para las empresas de logística y transporte.

Es importante saber cuáles son las actitudes de los consumidores ante estos nuevos sistemas de distribución. De acuerdo con los estudios y encuestas realizadas, la mayoría de los consumidores prefieren que la distribución se realice en su hogar frente a otras alternativas. Conceden la prioridad a la comodidad de recibirlo en casa frente a la libertad de poder elegir el momento del reparto.

3.7. Teletrabajo

3.7.1. Caracterización

En el teletrabajo se produce la sustitución completa o parcial del transporte al lugar de trabajo por la utilización de ordenadores o equipos de telecomunicaciones con el fin de realizar la actividad laboral en el hogar o en centros locales especializados (telecentros). En definitiva, se produce la supresión total o parcial de los viajes al lugar de trabajo *(commuting)* por los teletrabajadores. Entre los costes y beneficios asociados a la práctica del teletrabajo, cabe destacar los siguientes:

a) costes:
- costes del teletrabajador: costes del equipo necesario (ordenador, fax, impresoras, etc.) y costes asociados al menor contacto personal con los compañeros en el lugar de trabajo;
- costes de los empresarios: posible reducción de la productividad y costes necesarios del equipo del teletrabajador en el lugar de trabajo;
- costes de los recursos públicos destinados a campañas publicitarias, por ejemplo.

b) beneficios:
- ahorros de consumo de combustible para los teletrabajadores debido al menor número de viajes al lugar de trabajo;
- reducción en las emisiones de contaminantes;
- ahorros de combustible para otros vehículos por la reducción del nivel de congestión;
- menor tiempo destinado a viajes y por tanto disposición de más tiempo de ocio para los teletrabajadores;
- aumento del grado de satisfacción de los teletrabajadores y posiblemente de la productividad.

3.7.2. El caso español

En la actualidad, el teletrabajo continúa siendo una opción minoritaria para los empleados de las empresas españolas. Aunque el número de teletrabajadores en 2003 (2,9% del total) prácticamente es el doble que en 2002 (1,3% del total), España

se encuentra muy lejos de los países de su entorno, y en especial de los países nórdicos o los Países Bajos, con valores superiores al 10% (Telefónica 2004). Los sectores donde más se practica el teletrabajo son informática e I+D, los más informatizados y con los niveles más altos de implantación de las TIC, con una penetración del 24,1%, seguidos de servicios empresariales con el 6,6%. En el resto de sectores la incidencia del teletrabajo es mínima.

Desde la perspectiva del empresario, cabe destacar que el 60% de los empresarios desconfían del teletrabajo, porque consideran que resta productividad, y el 57% cree difícil controlar a sus empleados a distancia. Estos datos contrastan con los de otros países como Suecia, donde sólo el 29% de los encuestados manifiesta preocupación por la productividad si trabajan desde casa, y sus preocupaciones giran más en torno a las necesidades para desarrollar ese trabajo, como el acceso a Internet desde el móvil o la coordinación de equipos de trabajo.

Desde la perspectiva del trabajador, como se observa en el cuadro 3.7, las principales ventajas del teletrabajo son la flexibilidad

CUADRO 3.7: Ventajas e inconvenientes del teletrabajo

Ventajas	Porcentaje	Inconvenientes	Porcentaje
Flexibilidad del horario de trabajo	34,6	Falta de contacto personal/ soledad de los trabajadores	37,8
No hay que desplazarse	30,9	No encuentro ningún inconveniente	16,5
Trabajo individual (autoorganización, ausencia de jefes)	8,2	Menor protección social y laboral de los trabajadores	7,1
No tiene ninguna ventaja	5,6	Falta de motivación para organizarse	6,6
Reducción de gastos por parte de la empresa	3,7	Ausencia de control permanente por parte de la empresa	5,5
Ausencia de control permanente por parte de la empresa	2,4	Menores niveles de seguridad y confidencialidad de los datos	2,6
Otras ventajas	0,9	Reducción de gastos por parte de la empresa	1,7
Otros inconvenientes	1,7	Flexibilidad de horario de trabajo	1,1

Fuente: CIS (2004) y Telefónica (2004).

del horario de trabajo (34,6%), el ahorro de los desplazamientos (30,9%) y, en menor medida, la posibilidad de autoorganizarse (8,2%) y la ausencia de control permanente (5,6%). El principal inconveniente es la falta de contacto con el resto de personal (37,8%), aunque el porcentaje de empleados que no percibe ninguno también es alto (16,5%).

3.7.3. Efectos sobre el transporte y el medio ambiente

En Salomon (1998) e Iglesias (2002) se analizan con detalle este tipo de efectos sobre el transporte, producidos por la realización de parte de la actividad laboral en el hogar o en otro centro (telecentros). En este sentido, a pesar de las grandes expectativas creadas sobre el teletrabajo, su desarrollo está siendo más lento de lo esperado.

Iglesias (2002) manifiesta que su impacto sobre el transporte es todavía muy limitado. Aun cuando su grado de implantación no ha alcanzado su máximo potencial, existen determinados factores que permiten suponer que la sustitución final será solo parcial. Motivos de tipo socio-sicológicos y la necesidad de contactos sociales para un mayor rendimiento en la actividad laboral presionan hacia la presencia física en el lugar de trabajo. Todo ello sin menoscabo de las indudables ventajas que tiene el teletrabajo sobre la vida familiar y la mejora de la calidad de vida, al disponer para otros usos del tiempo ahorrado por la supresión del viaje al lugar de trabajo.

Aunque el teletrabajo reduce el número de viajes para aquellos que lo utilizan, su efecto global es limitado por varios motivos:

a) sólo afecta a los viajes hogar-trabajo;
b) sólo es factible para un grupo limitado de trabajadores;
c) además algunos de ellos utilizaban el transporte público anteriormente.
d) en el caso de que el viaje al lugar de trabajo se combinara con otro tipo de desplazamientos, estos últimos seguirían realizándose.

Determinados efectos indirectos pueden contrarrestar la reducción de los viajes *commuting* producidos por la práctica del

teletrabajo. En el balance final de sus efectos sobre el transporte, un factor clave es cómo se emplea el tiempo ahorrado de viaje al trabajo. Indirectamente podrían generarse nuevos viajes por diferente motivo que anularían parte de los indudables beneficios directos sobre el sistema de transporte, producidos por la reducción de viajes en las horas de mayor congestión. El menor nivel de congestión puede inducir la realización de nuevos viajes que antes no se realizaban.

Asimismo, no debe olvidarse los efectos que pudieran producirse sobre las pautas de elección de localización residencial y del lugar de trabajo que afectarían indirectamente en el largo plazo a la demanda de transporte con un potencial aumento de las distancias recorridas. Asimismo, el teletrabajo podría generar una mayor dispersión geográfica en la localización de las viviendas que traería consigo un incremento de los desplazamientos en vehículo privado y con mayores distancias recorridas.

A pesar de este abanico de efectos contradictorios, la mayoría de los estudios realizados muestran que el beneficio neto final del teletrabajo es positivo.

3.8. Sistemas inteligentes de transporte

3.8.1. Conceptos básicos

Otro aspecto importante en las relaciones de las nuevas tecnologías de información con el transporte corresponde a la propia utilización de dichas tecnologías en el ámbito del transporte. En este sentido, se define como sistemas inteligentes del transporte (ITS) a un conjunto de aplicaciones de las tecnologías electrónicas, de comunicación y de información en el campo del transporte. Su objetivo básico es incrementar el rendimiento y la productividad de vehículos, carreteras y sistemas de transporte. Asimismo, su destino es satisfacer las necesidades de los usuarios: seguridad, movilidad, accesibilidad, ambiental, etc.

La incidencia de estas nuevas tecnologías de información y comunicación sobre el transporte se puede contemplar desde dos

ámbitos diferentes: gestión del tráfico y gestión de las empresas de transporte.

En el ámbito de la gestión del tráfico, los ITS pueden influir en el comportamiento de los usuarios permitiendo el acceso a información sobre el tráfico existente y optimizando de esta forma el tráfico en la red de transporte. En el campo de los denominados sistemas avanzados de gestión del tráfico, ITS es utilizado para ofrecer a los usuarios durante el viaje información del tráfico comunicando retrasos, incidentes y rutas alternativas, al igual que información antes de comenzar el viaje.

La información antes de comenzar el viaje puede ser suministrada a través de la web: mapas de congestión, tiempos de viajes a principales destinos, rutas alternativas, imágenes que reflejan las condiciones de tráfico existentes, horarios y mapas del transporte público, etc. Asimismo, durante el viaje el conductor puede disponer de información sobre congestión y los correspondientes consejos referentes a rutas alternativas.

ITS probablemente conducirá a una mejora gradual en la eficiencia de los diferentes sistemas de transporte, ya que junto a la carretera debemos incluir también aplicaciones en otros modos de transporte, como las ayudas a la navegación en el caso del transporte aéreo. Esta mejora se producirá a través de mayor información al conductor, control de señalización del tráfico y sistemas de detección de incidentes.

En el campo de las empresas de transporte la aplicación del ITS, tanto para B2B como para B2C, facilita una detallada información sobre los movimientos de los vehículos mediante la utilización de las comunicaciones de datos móviles y los sistemas de navegación por satélite como es el GPS. Esta tecnología permite una gestión más eficiente de la flota de vehículos con un continuo seguimiento de las mercancías transportadas. Todo ello permite una reducción significativa de los desplazamientos en vacío, con los correspondientes beneficios ambientales.

3.8.2. Beneficios

Ante las importantes dificultades (financieras, ambientales, etc.) de la tradicional inversión en carreteras, las aplicaciones ITS se presentan como una alternativa solvente para hacer frente

a los problemas crecientes de congestión y otros costes externos del transporte por carretera.

Sus beneficios se extienden a la seguridad, ahorros de tiempo, ahorro de costes y además se difunden por todo el espectro económico, contribuyendo favorablemente al crecimiento económico y productividad de la economía. Todo ello con menos inversiones y sin los problemas ambientales de la inversión tradicional.

Las aplicaciones ITS son básicas para el desarrollo de una política que integre la oferta y demanda de transporte. Junto al aumento de la capacidad efectiva, las aplicaciones ITS presentan la ventaja de que actúan también sobre el lado de la demanda, contribuyendo a la gestión eficiente de la demanda de transporte. Proporcionan numerosos beneficios en forma de utilización más eficiente de la infraestructura y de los recursos energéticos, junto a mejoras significativas en seguridad, movilidad, productividad y accesibilidad.

Ante las numerosas dificultades existentes para acometer nuevas actuaciones en infraestructuras, las aplicaciones ITS se muestran como una solución viable para hacer el movimiento de personas y mercancías más eficiente en todos los modos de transporte. Al integrar las tres vías de información, comunicación y control, las tecnologías ITS facilitan a las Administraciones, operadores y usuarios el estar mejor informados y poder tomar decisiones coordinadas. Más aún, las alternativas ITS tienen menores costes de adquisición y operativos durante su ciclo de vida que las tradicionales mejoras del transporte.

Las aplicaciones ITS contribuyen al desarrollo del comercio y al crecimiento económico mediante la mejora de los niveles de accesibilidad y facilitando los procesos *just in time*. Además, producen una reducción de los costes empresariales de los diversos *inputs*. Todo ello se traduce en que las aplicaciones ITS juegan un papel relevante en la productividad y competitividad de la economía.

Un aspecto clave en la evaluación de los beneficios de las aplicaciones ITS es la existencia de importantes sinergias al combinar diferentes sistemas. En este sentido, cabe destacar que la suma de los beneficios de las acciones integradas de los ITS es superior a la suma de los beneficios correspondientes a cada aplicación por separado.

Aunque el impacto más significativo de los ITS está probablemente en el transporte por carretera, también contribuyen a la eficacia y la seguridad de otros modos de transporte.

Sus beneficios se extienden más allá de la propia actividad del transporte, debido al elevado efecto arrastre de este sector. En el cuadro 3.8 se muestran los beneficios de algunas aplicaciones ITS.

En la mejora de los niveles de seguridad cabe señalar, entre las diferentes aplicaciones ITS, los sistemas de seguridad y vigilancia, junto a los sistemas de emergencias y aplicaciones específicas para los vehículos.

En el ámbito de los beneficios económicos cabe destacar los sistemas de seguimiento de la mercancía y gestión de flotas que mejoran significativamente la eficiencia de las empresas logís-

CUADRO 3.8: Tipología de algunos beneficios de las aplicaciones ITS

Sistemas	Tiempo	Seguridad	Coste	Ambiental y energía	Capacidad	Satisfacción del consumidor
Gestión de la red viaria	x	x		x	x	
Gestión de incidencias	x	x	x	x		
Gestión del transporte público	x		x			x
Gestión de emergencias	x					x
Peaje electrónico	x		x	x	x	
Pago electrónico	x		x			
Información multimodal			x	x		x
Sistemas integrados	x		x			x
Servicios de emergencia	x	x				
Seguridad del viajero	x					
Gestión administrativa (permisos, etc.)			x			
Gestión y seguimiento de la mercancía	x		x			
Ayuda al conductor	x	x	x		x	x

Fuente: Inglada y Pesquera (2003).

ticas. Asimismo, los sistemas de peaje electrónico contribuyen eficazmente a la reducción de la congestión y a la mejora de la productividad.

3.8.3. Beneficios ambientales

La utilización de las tecnologías ITS tiene también un efecto indirecto pero positivo en el medio ambiente. Algunos ejemplos de ello son:

a) los sistemas de navegación y el servicio de información que indican a los conductores las rutas más eficientes, con los consiguientes beneficios en términos de congestión y medio ambiente;
b) la información sobre la disponibilidad de aparcamiento, que permite a los conductores disminuir el tiempo de circulación hasta su lugar de destino, reduciendo los niveles de tráfico y congestión en zonas urbanas, y
c) la información en tiempo real, que favorece la utilización del transporte público, en general menos nocivo para el medio ambiente.

Más aún, al analizar los efectos producidos por el desarrollo de los ITS en el transporte por carretera, cabe concluir que las opciones siguientes producen significativos beneficios de reducciones del impacto ambiental en relación con la emisión de gases invernadero y el cambio climático (Inglada y Pesquera 2003):

a) gestión de incidencias. Utiliza tecnologías de monitorización y control para gestionar los incidentes;
b) control de tráfico. Los sistemas de control de semáforos adaptados al tráfico monitorizan el flujo de tráfico sobre una red de carreteras e implementan el timing de los semáforos basado en condiciones de tráfico en tiempo real;
c) información al viajero antes y durante el viaje. Estos sistemas distribuyen servicios de información al viajero para facilitar la planificación del viaje y las decisiones en el viaje para turismos y transporte público. La información antes del viaje, por ejemplo, permite planificar con exactitud las

rutas más eficientes, así como la selección apropiada entre las opciones de transporte público a través de itinerarios en tiempo real. En cuanto a la información durante el viaje, como la información de tráfico en tiempo real o los tiempos de llegada o salida, incrementan la velocidad y disminuyen los tiempos de espera; y

d) sistemas de pago electrónico. La tecnología del peaje electrónico sin parada del vehículo facilita la implementación de la tarificación del transporte por carretera sobre nuevas o ya existentes infraestructuras sin la necesidad de las tradicionales cabinas de peaje. Los sistemas electrónicos de pago del billete del transporte público facilitan el pago del billete para el usuario del transporte público, y la gestión financiera de los ingresos tarifarios se hace más segura y eficiente para el operador de transporte público.

3.9. Efecto ambiental: comercio electrónico *versus* tradicional

Como se ha podido comprobar en los epígrafes anteriores, la trama de relaciones entre nueva economía y transporte es sumamente compleja. Esta complejidad es si cabe aún mayor al intentar determinar cuál es el efecto final sobre el medio ambiente, haciendo inevitable un estudio por separado de los efectos de cada una de las diversas manifestaciones de la nueva economía.

En apartados anteriores se han descrito los principales efectos ambientales de los aspectos más destacados de la nueva economía, como el teletrabajo y los sistemas inteligentes de transporte. Para completar estos análisis y dado el elevado interés de los aspectos ambientales en la sociedad actual, se presenta a continuación un ejemplo que nos permite vislumbrar la incidencia del comercio electrónico sobre el medio ambiente.

3.9.1. Introducción

Dada la importancia de los aspectos ambientales en la sociedad actual y el desarrollo acelerado del comercio electrónico, adquiere un carácter sumamente relevante la realización de un

análisis comparativo desde la perspectiva ambiental entre la alternativa del comercio tradicional frente al comercio electrónico.

Para realizar este ejercicio comparativo entre ambos tipos de comercio se ha elegido el caso de la compra de libros, debido a que sus peculiares características la hacen particularmente interesante para utilizarlo como ejemplo. En primer lugar, se trata de un producto que puede comprarse tanto de la forma tradicional como vía comercio electrónico. También el alto número de libros que finalmente no son vendidos y que son reciclados o redistribuidos a otra librería, aumenta el interés de realizar este estudio.

A priori cabe pensar que un producto comprado por Internet es más beneficioso desde la perspectiva ambiental. Por ejemplo, al no realizarse los viajes en coche a los comercios para la compra del artículo, dejan de producirse las emisiones anejas a dichos desplazamientos. Asimismo, son menores las necesidades de almacenamiento en los comercios, con la correspondiente reducción de los gastos en diversos capítulos: *stocks,* seguros, etc.

Sin embargo, no debe olvidarse que un producto comprado por Internet, debido a las propias características del comercio electrónico, necesita en ocasiones ser transportado por avión y ser distribuido finalmente hasta el consumidor mediante el correspondiente camión. Este último desplazamiento suele desarrollarse en áreas residenciales donde el coste social es particularmente relevante. Además, otra cuestión que debe considerarse es que en el comercio electrónico la mercancía normalmente debe ser empaquetada de forma individual y los envases son de difícil reutilización.

3.9.2. Revisión

En Matthews, Hendrickson y Soh (2001) se estudia con detalle las diferencias, desde las perspectivas ambiental y energética, de la utilización del comercio electrónico y tradicional para el comercio de libros en Estados Unidos.

Posteriormente, en Matthews et al. (2002) se extiende este análisis al caso de Japón, estudiándose con especial énfasis los efectos sobre el consumo de energía, producidos en ambos países por la utilización de los dos tipos de comercio. Entre las princi-

pales conclusiones de este análisis cabe citar que las peculiaridades de cada país tienen una gran incidencia en los resultados obtenidos para ambos tipos de comercio. Así, variables como la densidad de población, la extensión, el grado de utilización del automóvil, la calidad y extensión de la red de transporte público, etc., se muestran especialmente relevantes para el análisis.

3.9.3. Características de ambos tipos de comercio

En este estudio se consideran dos modelos de redes logísticas para el comercio de libros. En el comercio tradicional, el libro es distribuido por la editorial y, después de pasar por varios distribuidores y almacenes, llega al comerciante. El cliente compra el libro en la librería y lo lleva a su hogar.

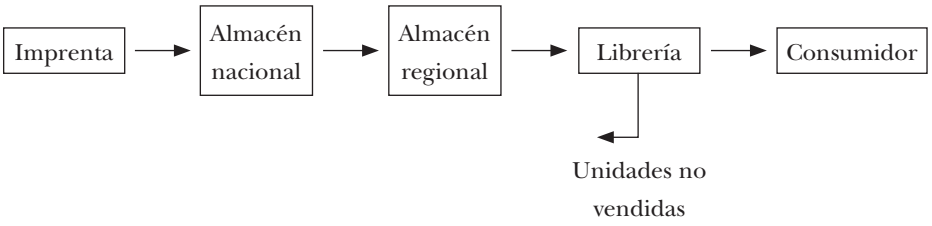
En la segunda alternativa, correspondiente al modelo del comercio electrónico, se delimitan varias etapas. Se transporta por carretera[87] el libro desde la editorial o imprenta a uno o varios almacenes intermedios y, finalmente, por camión o furgoneta se distribuye al hogar del comprador.

3.9.3.1. Método tradicional

En el esquema 3.2 se muestra la cadena logística en el caso tradicional del proceso de distribución de libros.

Este proceso se desarrolla de la forma siguiente: los libros son transportados desde la imprenta a un almacén nacional y desde allí a un almacén regional. Finalmente, desde este almacén son

ESQUEMA 3.2: Cadena logística en el comercio tradicional



[87] Otra alternativa consiste en el transporte aéreo a un aeropuerto regional *hub,* desde donde es transportado al hogar del comprador para finalmente ser distribuido al cliente. Éste es el proceso considerado en el estudio de Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

distribuidos a las librerías, donde son comprados por los consumidores, que finalmente los transportan a sus hogares.

Otra posibilidad consiste en la supresión del nodo intermedio, correspondiente al almacén nacional, y el libro se transporta directamente al centro logístico regional, desde donde es distribuido a las librerías. Éste sería el caso más normal en países de menor extensión que Estados Unidos, como es el caso de España.

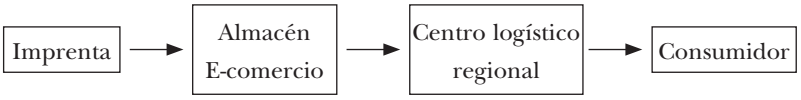
Un rasgo característico de esta alternativa logística es la existencia de un flujo de retorno de libros no vendidos, que Matthews, Hendrickson y Soh (2001) cifran en un valor medio del 35% del total de libros.

Hay que considerar, asimismo, los efectos ambientales producidos por los viajes realizados por los consumidores a la librería (y de vuelta al hogar) para adquirir los libros.

3.9.3.2. Comercio electrónico

Para el caso de la utilización del canal del comercio electrónico, donde la compra se realiza por Internet, se parte del supuesto de que el libro se transporta por carretera desde la imprenta hasta el almacén nacional y desde éste al centro logístico regional. Finalmente, desde el almacén regional se distribuye utilizando una furgoneta a los hogares de los compradores.[88] Este proceso se muestra en el esquema 3.3.

ESQUEMA 3.3: Cadena logística en el comercio electrónico



Análogamente al caso del comercio tradicional, existe la posibilidad de una cadena más simplificada, muy frecuente en los países de menor extensión, en la que los libros se transporten

[88] Matthews, Hendrickson y Soh (2001) en su análisis para Estados Unidos, para el caso del método del comercio electrónico donde la compra se realiza por Internet, suponen que el libro se transporta por vía aérea desde el almacén a un centro logístico regional.

directamente desde la imprenta al centro logístico regional. Asimismo, el transporte desde la imprenta al almacén puede realizarse por vía aérea o por carretera, dependiendo del caso analizado.

3.9.4. Análisis comparativo

3.9.4.1. Caso general

Para un país extenso como es el caso de Estados Unidos, Matthews, Hendrickson y Soh (2001) realizan un análisis comparativo de ambas alternativas de logística comercial. Utilizan como caso tipo el correspondiente a la venta de libros por valor de un millón de dólares, que equivale a cerca de 286.000 libros. Las hipótesis básicas que consideran son las siguientes:

a) Las dimensiones de cada libro son 23 × 6 × 16 cm y su peso es 1,1 kg.
b) La distancia entre el almacén y la librería es 805 kilómetros. El comprador reside a una distancia media de 16 km de la librería. Sin embargo, dado que el consumidor puede comprar otro producto en la librería o continuar el viaje por otro motivo, consideran finalmente un recorrido medio de 8 km a la librería.
c) Debido a la existencia de devoluciones (35%), para el comercio tradicional se imprimen o producen 386.000 libros.
d) En el comercio electrónico la distancia hasta el almacén regional es de 805 km. Desde allí, es distribuido con camionetas a la residencia del comprador.

En el cuadro 3.9 se muestran los resultados de las estimaciones de los costes realizadas para los dos modelos, considerando en el tradicional las dos posibilidades: con y sin devoluciones.

Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje de libros devueltos es un factor clave en los costes relativos globales. En este sentido, si no hay devoluciones, el sistema tradicional tiene un coste sólo ligeramente mayor que el modelo del comercio electrónico.

CUADRO 3.9: Costes estimados comparativos de logística y retornos para el comercio tradicional versus comercio electrónico

	Comercio tradicional			Comercio electrónico	
	Cálculo	**Sin retornos (miles de $)**	**Con 35% de retorno (miles de $)**	**Cálculo**	**Coste (miles de $)**
Empaquetado	1,33 $ x 286.000 libros/10 libros por caja	38	51	1,33 $ x 286.000 libros/10 libros por caja + 0,4 $ x 286.000 libros	155
Transporte por carretera al almacén	3 viajes x 805 km/viaje por 338 t, a 0,18 $/tkm	144	195	Sólo un transporte de 805 km de 338 t	48
Transporte aéreo de mercancías	Ninguno	0	0	Un viaje de 805 km de 403 t, a 0,55 $/tkm	177
Distribución local	8 km a 0,21 $/km por 286.000 libros	472	472	Carga de distribución local de 1,50 $ para 286.000 libros	440
Costes generales de comercio	12% ingreso medio 15 $/libro por 286.000 libros	515	695	4% de ingreso con valor medio de 15 $/libro para 286.000 libros	172
Transporte de retorno desde la librería	805 km del 35% de retornos (100.000 libros x 10 libros por paquete x 0,26 $)	0	17		
Coste de la producción de retorno	3,5 $ x 100.000 libros	0	350		
Total sin coche		697	1.308		992
Total con transporte privado		1.169	1.780		992

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

En relación con los impactos ambientales producidos en ambos modelos, en el cuadro 3.10 se muestra el consumo de energía, las emisiones de factores contaminantes convencionales,[89] residuos peligrosos y emisiones de gas invernadero generados por el transporte de mercancías, empaquetado, producción

[89] Los contaminantes convencionales incluidos son SO_2, CO, NO_2, COV y partículas.

de combustible y producción de libros para los dos modelos de comercio descritos antes.

CUADRO 3.10: Análisis comparativo de los efectos ambientales de la distribución comercial tradicional y la del comercio electrónico

	Energía (TJ)	Contaminantes convencionales (mT)	Residuos peligrosos	Emisiones de gas invernadero (t equivalentes de CO_2)
Diferencia de comercio tradicional con retornos y comercio electrónico	3	29	8	37
Porcentaje de diferencia	9	47	12	2
Diferencia entre el comercio tradicional sin retornos y el comercio electrónico	–2	24	–2	–25
Porcentaje de diferencia	–7	42	–4	–15

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

Asimismo, el cuadro 3.11 resume los impactos de ambas categorías sobre la base de un libro vendido.

CUADRO 3.11: Estimación de los efectos ambientales unitarios (por libro) de la logística tradicional y del comercio electrónico

	Tradicional con retornos	Tradicional sin retornos	Comercio electrónico
Energía (MJ)	115	98	105
Contaminantes convencionales (kg)	0,22	0,2	0,12
Residuos peligrosos (kg)	0,23	0,2	0,2
Emisiones de gas invernadero (kg equivalentes de CO_2)	7	6	6,9

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

A partir de los resultados obtenidos, cabe concluir que los impactos ambientales anejos a la utilización del comercio electrónico se sitúan entre los modelos tradicionales, correspondientes al 0 y 35% de retorno.

Así, desde la perspectiva ambiental, el modelo del comercio electrónico en el escenario base se muestra muy superior al tradicional. Incluso en el escenario más desfavorable, su impacto ambiental es comparable al modelo tradicional.

El único efecto preocupante es el capítulo de las emisiones de gases invernadero, que es consecuencia del transporte aéreo de mercancías y del incremento de empaquetado.

Finalmente, se realiza un análisis de sensibilidad de los resultados para ambos modelos: tradicional con el 35% y comercio electrónico. En el cuadro 3.12 se muestran los valores límite que deben alcanzar los diferentes parámetros elegidos del análisis de sensibilidad para que los efectos ambientales de ambos modelos sean equivalentes. También se muestra la variación porcentual de cada uno de ellos respecto a los valores correspondientes al escenario base.

A partir del análisis de sensibilidad realizado, cabe deducir las conclusiones siguientes:

a) Si la distancia recorrida en el transporte aéreo es de 870 km en lugar de 805 km, las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en el modelo del comercio electrónico,

CUADRO 3.12: Valores límite de los parámetros para la equiparación ambiental del comercio tradicional y el comercio electrónico

	Distancia recorrida en el transporte aéreo		Distancia recorrida en el viaje al comercio desde el hogar	
	Kilómetros	**Porcentaje**	**Kilómetros**	**Porcentaje**
Energía (MJ)	1.170	45	6,8	16
Contaminantes convencionales (kg)	9.000	1.100	2,7	–66
Residuos peligrosos (kg)	1.490	85	6	27
Emisiones equivalentes de CO_2 (kg)	870	8	7,7	41

Fuente: Matthews, Hendrickson y Soh (2001).

responsables del cambio climático, serían equivalentes a las del modelo tradicional (con retornos).

b) Asimismo, las emisiones de contaminantes convencionales serían equivalentes si la distancia correspondiente a los desplazamientos a los comercios locales desde los hogares se redujera el 66%, es decir, que fuese de 2,7 km.

El análisis de sensibilidad realizado muestra que serían necesarios significativos cambios en las hipótesis para que el modelo tradicional (con retornos) sea superior ambientalmente al comercio electrónico.

Como se ha indicado anteriormente, se ha supuesto que el transporte de los libros en el comercio electrónico tiene lugar por vía aérea. Cabe destacar que se trataría del peor escenario posible para el comercio electrónico, ya que muchos pedidos son transportados exclusivamente por carretera. Esto quiere decir que los efectos ambientales asociados a la distribución correspondiente al comercio electrónico serían en muchos casos incluso menores.

3.9.4.2. Caso español

En el caso español, se puede suponer que en general el transporte tiene lugar por carretera. Para este caso, en el cuadro 3.13 se muestran los principales impactos diferenciales de la utilización de cada tipo de comercio.

CUADRO 3.13: Efectos específicos ambientales del comercio tradicional y el comercio electrónico

Comercio convencional	Comercio electrónico
Desplazamiento en coche entre el hogar y el comercio	Transporte en camioneta a la residencia (último kilómetro)
Viajes de retorno de los libros no comprados	Exigencias de empaquetado individual

En este sentido, la utilización del comercio tradicional implica la recogida del libro de la librería y su transporte al hogar del comprador. Ambos viajes se realizan normalmente en automóvil y

generan significativos costes sociales externos de diferente tipo: accidentes, ruido, congestión, contaminación, calentamiento global, etc. Al eliminar estos viajes, los efectos externos negativos se reducen significativamente en el modelo del comercio electrónico.[90]

Otro beneficio ambiental diferencial del comercio electrónico surge a causa de que, utilizando este canal de compra, no se producen devoluciones de libros, evitando el correspondiente transporte al almacén (logística inversa).

Pero en el otro lado de la balanza cabe citar dos hechos que penalizan ambientalmente al comercio electrónico: la necesidad de transportar la mercancía hasta los hogares de los compradores, cuyo impacto ambiental puede ser importante por tener lugar habitualmente en un entorno urbano, y la necesidad de un empaquetado adicional individual. Todo ello puede reducir una parte de los beneficios correspondientes a los viajes suprimidos.

Además hay que tener en cuenta que en el caso del modelo tradicional existe la posibilidad de suministrar servicios intermedios a los consumidores.

En el cuadro 3.14 se muestran los costes sociales unitarios de cada modo de transporte involucrado en esta investigación: coche, camioneta, camión y aéreo de mercancías. Se observa que el mayor coste social por tonelada-kilómetro del transporte corresponde al caso de la camioneta, seguido del transporte aéreo.

CUADRO 3.14: Costes sociales modales unitarios del transporte en España (1995)

	Coche (euros/1.000 tkm)	Camioneta (euros/1.000 tkm)	Camión (euros/1.000 tkm)	Aéreo mercancías (euros/1.000 tkm)
Accidentes	27	92	6	0
Ruido	3	26	4	7
Contaminación	10	103	23	2
Cambio climático	13	141	15	137
Congestión	3,6	22,1	1,9	0
Total	56,6	384,1	49,9	146

Fuente: INFRAS/IWW (2000).

[90] No se consideran los viajes de retorno de los consumidores, ya que se puede suponer que se realizarán en ambos modelos de distribución.

Para el caso español no consideramos el transporte aéreo y, por tanto, debemos comparar el coste social del comercio tradicional: turismo y retornos con el del comercio electrónico: camioneta.

Para esta comparación se debe disponer de los costes sociales por vehículo que se obtienen a partir de los anteriores, multiplicando por los valores respectivos de la ocupación.[91] Las magnitudes de los costes sociales por vehículo se muestran en el cuadro 3.15 y nos permiten comprobar que son muy similares para los desplazamientos en turismo y camioneta.

CUADRO 3.15: Costes sociales totales por vehículo

(euros por 1.000 vehículos-km)

Coche	Camioneta	Camión
113,2	115,2	278,4

Si se tiene en cuenta que las magnitudes de los costes sociales asociados al transporte de un libro en turismo y camioneta son parecidos[92] y que en el comercio tradicional existe un coste social adicional debido a la necesidad de transportar los libros devueltos, cabe concluir que la utilización del canal del comercio electrónico produce un coste social externo de menor magnitud que con el método del comercio tradicional.[93]

Finalmente, cabe destacar que en este trabajo no se han considerado varios capítulos de costes:

a) En primer lugar, los costes de *stocks* asociados al sistema tradicional.
b) Hay beneficios asociados con la compra rápida.

[91] De acuerdo con INFRAS/IWW (2000), estos valores son de 2 personas, 0,3 toneladas y 5,6 toneladas, respectivamente, para el turismo, camioneta y camión.

[92] Suponemos que las distancias recorridas en ambos desplazamientos son similares.

[93] Incluso la magnitud del coste social del comercio electrónico sería menor y por tanto mayor la diferencia de su coste social con el tradicional, si se considera la posibilidad frecuente de que se distribuyan más libros u otros artículos por camioneta desde el centro logístico local hasta los hogares.

c) Los compradores *on line* tienen un abanico de selección más amplio que la compra convencional.

d) Los costes personales asociados al viaje en turismo son también un importante factor en los costes relativos de los dos sistemas de distribución. Los estimadores de coste anteriores no incluyen los costes de tiempo correspondientes con el viaje, al suponerse que los costes de viaje para comprar no generan desutilidad.

3.9.4.3. Conclusión final

En definitiva, los resultados obtenidos en el estudio comparativo entre los dos canales de distribución del comercio de libros nos muestran la existencia de diferencias sustanciales entre los respectivos costes sociales, con menor magnitud del coste social del comercio electrónico respecto al modelo tradicional si existe retorno de la mercancía. Sin embargo, la comparación entre comercio electrónico y el modelo tradicional sin devoluciones es mucho menos concluyente.

3.10. Conclusiones

El desarrollo masivo de las nuevas tecnologías de telecomunicación y comunicación ha ampliado el rango, tipo y número de transacciones que tienen lugar sin necesidad de transporte. Simultáneamente, determinadas características de la denominada nueva economía presionan al alza sobre la demanda de transporte.

En este sentido, cabe señalar que el impacto de las tecnologías de información y comunicación sobre el transporte es un tema muy complejo y donde confluyen numerosas actividades con distintos efectos en magnitud y signo.

Por ejemplo, el comercio electrónico entre empresas produce un aumento de las necesidades de transporte. Asimismo, la utilización del comercio electrónico por los consumidores podría reducir el número de viajes en vehículo privado motivados por las compras, aunque probablemente se incremente el tráfico local de mercancías.

El impacto sobre el sistema de transporte todavía es pequeño aunque las perspectivas a largo plazo son muy elevadas, particularmente en el comercio electrónico entre empresas y consumidores. Para su estudio, que presenta numerosas incertidumbres, es imprescindible delimitar la tipología de efectos, diferenciando entre directos o indirectos y a corto o largo plazo.

En este trabajo se ha utilizado un sistema completo de demanda casi ideal (AIDS) para analizar la demanda de los servicios de transporte en España y el tipo de relaciones con la nueva economía. La aplicación de un modelo de estas características permite obtener información del gasto de las familias en diferentes grandes grupos de bienes y servicios, con especial detalle en los correspondientes a los servicios de transporte. La forma funcional AIDS es flexible y no impone restricciones al efectuar su estimación. Se verifica la restricción de homogeneidad de grado uno en los precios, lo que informa sobre la ausencia de ilusión monetaria en el comportamiento de las familias. También se verifican las restricciones de simetría, agregación y negatividad. El modelo general planteado presenta (en sus tres versiones) unos resultados econométricos adecuados, proporcionando estimaciones de elasticidades respecto al propio precio, cruzadas y de renta razonables desde el punto de vista de la teoría económica convencional. Cabe concluir, a partir de los resultados obtenidos, que existen relaciones de complementariedad entre telecomunicaciones y transporte.

Paralelamente al trabajo anterior, se ha utilizado un enfoque alternativo basado en el análisis *input-output,* a partir del gasto en consumos intermedios realizado por las empresas en actividades relacionadas, respectivamente, con el transporte y las comunicaciones. Aun con sus limitaciones, esta metodología nos proporciona una primera aproximación integral sobre el impacto neto de la nueva economía sobre el transporte. A partir de los resultados obtenidos cabe concluir que nuevamente parece existir una relación de complementariedad entre comunicaciones y transporte.

Análogamente, la contestación al interrogante sobre la evaluación del impacto ambiental final neto de la nueva economía presenta una alto grado de complejidad, al existir numerosos

tipos de efectos ambientales de distinto signo, unos perjudiciales y otros beneficiosos, cuya suma final es difícil de valorar.

Para realizar este análisis se han estudiado por separado los aspectos más relevantes: teletrabajo, distribución local, ITS y particularmente el comercio electrónico. Una primera apreciación es que, en general, al aumentar la eficiencia del transporte (menores recorridos en vacío con mayor factor de utilización, etc.) y reducirse su utilización por realización de actividades sin necesidad de desplazamiento (por ejemplo, teletrabajo), el efecto neto final sería favorable a corto plazo. Sin embargo, no debe olvidarse la generación de nuevos tipos de viajes durante el tiempo liberado y los efectos a largo plazo como consecuencia de los cambios de residencia al reducirse el interés de los trabajadores por residir cerca de su lugar de trabajo.

Finalmente, como caso ilustrativo, se ha realizado un análisis comparativo entre los efectos ambientales producidos por la utilización del comercio electrónico y del comercio tradicional en la compra de libros que nos ha permitido comprobar la complejidad del fenómeno a estudiar. En este sentido, una cuestión relevante es que en el comercio tradicional surge la necesidad de realizar viajes de retorno desde la librería para devolver los libros no vendidos. Todo ello se traduce en que en el modelo tradicional existe un desplazamiento adicional, normalmente por carretera, respecto al modelo del comercio electrónico.

Los resultados obtenidos en el estudio comparativo de los dos canales de distribución del comercio de libros nos muestran la existencia de diferencias sustanciales entre los respectivos costes sociales, con una menor magnitud del coste social del comercio electrónico respecto al modelo tradicional si existe retorno de la mercancía. Sin embargo, la comparación entre comercio electrónico y el modelo tradicional sin devoluciones es mucho menos concluyente.

4. Resumen y conclusiones

4.1. La nueva economía

El paradigma de la nueva economía se puede resumir en tres factores básicos: mayor productividad, más crecimiento y menor inflación.

Este patrón de crecimiento de productividad en las empresas que utilizan Internet en toda su cadena de producción y distribución emerge desde la década de los noventa en Estados Unidos. Los estudios realizados muestran que las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC) aportan cerca de dos tercios del vertiginoso crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos entre la primera y la segunda mitad de la década de 1990, considerando tanto el crecimiento de la productividad correspondiente a la intensificación del capital, como el derivado de la PTF.

Este racimo de avances tecnológicos que moldea la nueva economía genera:

a) la reducción de costes para las empresas, tanto de búsqueda de información como de almacenamiento e intermediación;

b) el incremento de la productividad del trabajo y del capital, generado por la expansión de las nuevas tecnologías. El grueso de las transacciones a través de Internet tiene lugar entre empresas. Internet representa un cambio radical en la organización del proceso productivo, la estructura de los mercados y los modelos de negocio tradicionales. En este sentido, Internet constituye simultáneamente la causa y el resultado de la nueva economía, al ser el origen de un círculo virtuoso que se denomina *externalidad de red;* y

c) este proceso responde en esencia a los mayores rendimientos de los factores, no sólo en el sector de las nuevas tecnologías de comunicación e información, sino en su difusión por toda la estructura económica.

Internet puede reducir los costes e incrementar la productividad de las empresas debido, entre otros, a los siguientes motivos:

a) abaratamiento de los costes de los factores de producción y de la adquisición de productos y servicios intermedios, al facilitar el acceso a un número muy superior de proveedores y al crear más competencia en la contratación;
b) necesidad de menor nivel de existencias, porque las nuevas formas de organización empresarial, con técnicas de abastecimiento y distribución *just in time,* permiten que Internet haga posible almacenar un menor nivel de existencias y, en definitiva, unos costes asociados a ellas menores;
c) menores costes de acceso al mercado, porque es bastante más barato crear un sitio en Internet que recurrir a las formas tradicionales de comercialización;
d) reducción del tiempo de llegada al mercado de los productos y servicios de las empresas, lo que supone un verdadero reto para el transporte y la logística;
e) el ámbito de actuación de las empresas es mucho más extenso, porque Internet abre nuevos mercados, y mucho más amplios, para la venta;
f) disminución de los costes de las transacciones, puesto que las operaciones financieras en línea son más baratas, a lo que se une el hecho del beneficio que supone para los usuarios disponer de un mayor abanico de posibilidades de elección y de una información más completa sobre las características del producto;
g) la inversión en TIC contribuye a la profundización en el capital y, por lo tanto, al aumento de la productividad;
h) el progreso tecnológico asociado a la producción de bienes y servicios de las TIC puede contribuir al crecimiento de la eficiencia en la utilización del capital y del trabajo; y

i) como se ha citado anteriormente, una utilización mayor de las TIC genera efectos de red, menores costes de transacción y favorece la aceleración de las innovaciones, lo que a su vez incrementa el grado de eficiencia de la economía.

En resumen, la inversión en TIC actúa como motor de la economía ya que gracias a ella se crea infraestructura (la Red) y simultáneamente se ponen a disposición de la sociedad los equipos necesarios para utilizarla. Constituye la fuente más importante de la contribución al crecimiento de la productividad y la economía de cada país y posibilita el crecimiento de la productividad y la economía a largo plazo en las economías desarrolladas.

4.1.1. Vías de actuación

Dentro del mecanismo de contribución de las TIC al crecimiento económico y de la productividad, cabe distinguir tres vías posibles de transmisión:

a) incremento de la producción y productividad en el propio sector de las TIC, generado como consecuencia de la innovación implementada en el sector;
b) como consecuencia del proceso anterior, el resto de las ramas productivas experimenta una reducción en sus costes derivada de un descenso en los precios y mejoras sensibles en la calidad de los bienes y servicios de las TIC, que impulsa la inversión en nuevas tecnologías en estos sectores; y
c) por último, cabe esperar que las mejoras generadas en la organización del proceso de producción, ligadas a la utilización de TIC, afecten positivamente a la productividad total de los factores.

4.1.2. Impacto sectorial

La nueva economía viene acompañada por cambios relevantes en los procesos de producción y distribución que generan efectos significativos sobre los diferentes sectores económicos. Los estudios realizados para España muestran que el transporte es uno de los sectores más afectados. La causa fundamental es su

alto grado de interrelación tecnológica, medida por los coeficientes técnicos de la tabla *input-output,* con todos los sectores y, en particular, sobre los propios de la nueva economía: máquinas de oficina y tratamiento de la información, que son los que concentran las mayores ganancias potenciales en términos de reducción de precios.

En este sentido, cabe destacar que el transporte (aéreo y ferroviario) y las comunicaciones están incluidos entre los siete sectores con mayor impacto que podrían reducir sus precios de producción entre un 18 y un 26%, y los de consumo entre un 7 y un 25%.

4.1.3. Desarrollo de la sociedad de la información en España

El acceso a las TIC de los ciudadanos y las empresas es cada vez más generalizado, pero sigue existiendo una importante brecha no sólo con los países líderes, caso de Estados Unidos, sino también con la mayor parte de nuestros socios de la Unión Europea.

Además, esta *brecha de acceso* se está convirtiendo en una *brecha de utilización,* ya que Internet amplifica las diferencias sociales según los nuevos usos que están surgiendo.

El tamaño de la empresa sigue teniendo una gran influencia en el grado de adopción de Internet. Mientras la mediana empresa alcanza las cifras de los países más avanzados y la gran empresa está totalmente conectada, es la pyme la que continúa anclando a España en los últimos puestos de la Unión Europea. Este dato es especialmente relevante, sobre todo porque en España la pequeña empresa, y en particular la microempresa (menos de 10 asalariados), constituye cerca del 94% del tejido empresarial.

El retraso en la implantación del comercio electrónico en España es más relevante en las ventas, ya que el porcentaje de empresas que venden por este canal es seis veces menor que la media de los países más desarrollados. En el caso de las compras, el valor alcanzado por España está dos veces y media por debajo también de la media de los países analizados. Nuevamente, son los países con las cifras de penetración más altas de Internet, como Suecia, Estados Unidos, Alemania y Canadá, los que lideran el comercio electrónico a nivel mundial.

Cabe concluir que, en general, la brecha existente entre las empresas españolas y los países de referencia no ha disminuido prácticamente. Incluso parece haber crecido en algunos aspectos como, por ejemplo, la utilización de ordenadores personales o el desarrollo del comercio electrónico. Todo ello se traduce en que se sigue desaprovechando las oportunidades que representan las TIC y perdiendo competitividad respecto al resto de países más avanzados.

Los ordenadores e Internet se hallan ya ampliamente generalizados, pero adoptar un proceso de comercio digital integral resulta más lento. En los países miembros de la OCDE, los ordenadores e Internet se hallan ampliamente generalizados, pero, pese a la elevada tasa de conexión de las empresas, incluyendo la banda ancha, se recurre poco a los procesos de comercio digital integral y a las actividades en línea (recibir pedidos, integrar a los proveedores, etc.) que posibilitan las TIC. El reto consiste, por lo tanto, en incrementar el uso efectivo del *software* de comercio digital y reestructurar las relaciones entre proveedores y clientes.

4.2. Transporte

4.2.1. Reparto modal

El análisis realizado nos permite concluir que la demanda de transporte, tanto de viajeros como de mercancías, ha crecido drásticamente en nuestro país durante los últimos cincuenta años. Asimismo, su evolución ha seguido una trayectoria paralela a la de la actividad económica aunque con un ritmo superior, tanto en los períodos alcistas como en los momentos bajos del ciclo económico.

Sin embargo, no se puede hablar, en absoluto, de unas pautas generalizadas en este crecimiento tendencial de la demanda de todos los modos de transporte, ya que el ritmo de crecimiento del volumen de tráfico ferroviario ha sido sensiblemente menor que el de sus competidores, especialmente el del transporte por carretera. Todo este proceso se ha traducido en un descenso acelerado de la participación modal ferroviaria, tanto para el transporte de viajeros como, aún en mayor volumen, para el de mercancías. En

este sentido, no es aventurado afirmar que, de continuar dicha tendencia en el futuro, el modo ferroviario se convertirá en un breve espacio de tiempo en un medio de transporte marginal.

Este papel cada vez más protagonista del transporte por carretera se observa, incluso con más énfasis, en el caso del transporte de mercancías, ya que únicamente en distancias largas, superiores a 600 kilómetros, y para el transporte de determinados productos, por ejemplo minerales o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Esta tendencia es prácticamente generalizada para todos los corredores españoles.

La extensión a otros países europeos del análisis realizado nos permite afirmar que las pautas observadas en la evolución de la demanda de transporte son similares, en líneas generales, a las españolas, aunque la pérdida de participación modal del transporte ferroviario es menos acusada que en nuestro país.

El estudio realizado en el capítulo segundo sobre la casuística subyacente en los profundos cambios acaecidos en el reparto modal de la demanda de transporte durante las últimas décadas nos permite entrever la complejidad de dicho proceso, caracterizado por la existencia de numerosos factores causales que en su mayoría han actuado a favor de la carretera y en perjuicio del transporte ferroviario.

Un primer factor particularmente relevante para ayudarnos a comprender este proceso vertiginoso de cambios producido en las últimas décadas en la distribución modal del mercado de transporte corresponde a las diferencias profundas existentes entre los niveles de competencia en los diferentes modos de transporte.

En este sentido cabe destacar, como ejemplos paradigmáticos en ambos lados de la balanza, el caso del transporte de mercancías por carretera con un nivel de competencia feroz, con una oferta compuesta de numerosas empresas de muy reducida dimensión, frente al ejemplo del ferrocarril, donde solamente ahora se está empezando a introducir la competencia en la prestación del servicio de transporte ferroviario de mercancías, impulsado por diferentes directivas de la Unión Europea. Este comportamiento asimétrico de la oferta ha sido indudablemente una de las causas de la pérdida de participación modal del ferrocarril en beneficio

del transporte de mercancías por carretera. También en el sector aéreo se ha producido un proceso de liberalización, iniciado en la década de los noventa, que sin duda ha podido influir en la creciente utilización de este modo de transporte.

Asimismo, entre los factores comunes al transporte de viajeros y mercancías cabe señalar las sustanciales mejoras, especialmente de carácter cualitativo, de nuestra red de carreteras con la incorporación de más de 7.000 kilómetros de vías de gran capacidad (autopistas y autovías) en el período 1980-1995. Por el contrario, la infraestructura ferroviaria española ha permanecido prácticamente invariable, con la salvedad de la nueva línea de alta velocidad Madrid-Sevilla, utilizable únicamente para el transporte de viajeros. En términos de recursos financieros absorbidos por cada modo de transporte, la ratio entre inversiones en carreteras e infraestructuras ferroviarias, que en los primeros años de la década de los ochenta era menor de dos, ha llegado a ser mayor de cinco en la década de los noventa.

En esta misma línea de factores que favorecen el desarrollo del transporte por carretera, cabe destacar que en el ámbito del transporte de viajeros parece comprobarse, de acuerdo con la información sobre la estructura del gasto de las familias españolas suministrada por las Encuestas de Presupuestos Familiares, que el transporte privado presenta un valor de la elasticidad respecto a la renta sensiblemente mayor que la del transporte público. Todo ello se traduce en que el grado de participación del coche en el reparto modal de la demanda de transporte de viajeros es cada vez mayor.

Asimismo, en el ámbito del transporte de mercancías es indudable que los cambios transcendentales acaecidos en el proceso productivo y en la cadena de distribución han impulsado el papel del transporte por carretera, debido a su mayor fiabilidad y flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda. En este sentido, las profundas transformaciones en la estructura productiva de los diferentes sectores industriales se han reflejado en que las mercancías que tradicionalmente eran transportadas predominantemente por ferrocarril han perdido sensiblemente peso porcentual dentro de la producción industrial total, siendo los productos que presentan menores tasas de crecimiento durante el período de estudio.

Por el contrario, el peso porcentual respecto a la producción industrial total de otros sectores productivos, caracterizados tanto por su mayor valor unitario como por su menor volumen, y que por lo tanto son más susceptibles de ser transportados por carretera, ha aumentado drásticamente.

En este sentido, un análisis detallado de los principales rasgos del escenario económico actual nos muestra que todos ellos favorecen el desarrollo del transporte por carretera, debido a que sus características, muy particularmente su mayor grado de flexibilidad, le permiten afrontar con ventaja los retos asociados a este nuevo escenario.

Así, en el ámbito de la producción, cabe señalar que en la economía actual todo el desarrollo del propio proceso está dirigido a la medida de cada consumidor, guiado de acuerdo con sus especificaciones. En esta sociedad de la información, las decisiones tomadas dentro de las empresas se basan, cada vez en mayor grado, en la información en tiempo real. Las nuevas tecnologías de la información están haciendo posible una respuesta cada vez más rápida de la oferta a las características cambiantes de la demanda.

Asimismo ocurre con el aumento de los niveles de subcontratación y, en definitiva, de desintegración vertical, consecuencia directa de la tendencia hacia un mayor grado de especialización, que constituye otra de las características esenciales del nuevo escenario productivo.

Análogamente, en el campo de la distribución se está produciendo un proceso generalizado de reducción de inventarios, consustancial al auge de la logística y los nuevos sistemas *just in time*.

Todo ello requiere disponer de sistemas eficientes de transporte, basados en una red de infraestructuras de alta calidad y dotados de un elevado grado de flexibilidad, que permitan acompasar su funcionamiento a las necesidades cambiantes surgidas en las operaciones de las empresas.

En definitiva, como consecuencia de todos estos profundos cambios acaecidos en los procesos de producción y distribución, el transporte de mercancías por ferrocarril muestra una elasticidad respecto al nivel de actividad económica significativamente

menor que la del transporte por carretera y, por lo tanto, una tendencia regresiva en su participación modal en el mercado de transporte de mercancías.

Además, todas las previsiones apuntan a que esta tendencia se mantendrá en el futuro, incluso con una mayor virulencia. Ante esta perspectiva, se ha propugnado y defendido, desde diversas instancias, la necesidad de introducir diversas medidas en la política de transporte que rompan esta tendencia. Desde la perspectiva de eficiencia económica, dicho abanico de medidas descansaría en la internalización de los efectos externos producidos por los diversos modos de transporte, a través de un precio basado en el coste social marginal y no en el privado, como es la situación actual.

Una vez realizado este estudio previo, se ha abordado la determinación de las elasticidades respecto al precio en los diferentes modos de transporte de viajeros y mercancías. La revisión efectuada de la literatura internacional sobre los aspectos metodológicos nos ha puesto de relieve la dificultad de utilizar, para el caso español, las metodologías de análisis de la demanda comúnmente empleadas debido a no disponer de encuestas contrastadas y la falta de datos sobre algunas variables relevantes para dicha modelización.

Destacan, entre los resultados obtenidos, la elevada rigidez de la demanda de gasolina, utilizada como *proxy* del transporte de viajeros en vehículo propio, así como la reducida existencia de relaciones de sustitución entre los diferentes modos de transporte de viajeros en relación con el precio de los diferentes productos.

Los resultados obtenidos para las elasticidades del precio en el transporte de mercancías por carretera nos muestran su alta rigidez al precio, así como la práctica inexistencia de una relación de sustitución con el modo ferroviario. Todo ello está en consonancia con los resultados obtenidos para otros países, donde incluso en algunos casos aparecen relaciones de complementariedad entre ambos modos. Indudablemente, determinadas características de la oferta del transporte de mercancías, como el tiempo y la fiabilidad, tienen un peso más relevante en la toma de decisión sobre la elección del modo de transporte.

4.2.2. Costes sociales

El análisis de los diferentes tipos de costes sociales externos modales en España (accidentes, congestión y ambiental) nos permite concluir que a aquellos modos con mayor tasa de crecimiento —carretera y aéreo— les corresponde un mayor coste social.

Además, todas las previsiones apuntan a que esta tendencia se mantendrá en el futuro, incluso con una mayor virulencia. Ante esta perspectiva, se ha propugnado y defendido, desde diversas instancias, la necesidad de introducir diversas medidas en la política de transporte que rompan esta tendencia. Desde la perspectiva de eficiencia económica, dicho abanico de medidas descansaría en la internalización de los efectos externos producidos por los diversos modos de transporte, a través de un precio basado en el coste social marginal y no en el privado como es la situación actual.

Sin embargo, los bajos valores de las elasticidades cruzadas en el transporte, citados anteriormente, nos muestran la dificultad de que este tipo de medidas consiga plenamente los objetivos previstos. En este escenario, la introducción de las nuevas tecnologías puede desempeñar un papel relevante en la reducción de los costes sociales externos del transporte.

4.3. Efectos de la nueva economía sobre el transporte

El impacto de las tecnologías de la información y comunicación sobre el transporte es un tema muy complejo y donde confluyen numerosas actividades con distintos efectos en magnitud y signo.

En este sentido, el desarrollo masivo de las nuevas tecnologías de telecomunicación y comunicación ha ampliado el rango, tipo y número de transacciones que tienen lugar sin necesidad de transporte. Simultáneamente, determinadas características de la denominada nueva economía presionan al alza sobre la demanda de transporte.

Por ejemplo, el comercio electrónico entre empresas produce un aumento de las necesidades de transporte. Asimismo, la utilización del comercio electrónico por los consumidores podría

reducir el número de viajes en vehículo privado motivados por compras, aunque probablemente se incremente el tráfico local de mercancías.

El impacto sobre el sistema de transporte todavía es pequeño, aunque las perspectivas a largo plazo son muy elevadas, particularmente en el comercio electrónico entre empresas y consumidores. Para su estudio, que presenta numerosas incertidumbres, es imprescindible delimitar la tipología de efectos, diferenciando entre directos o indirectos y a corto o largo plazo.

Una primera clasificación de los efectos de la nueva economía sobre el transporte, de acuerdo con las propias características que definen la sociedad de la información, es la siguiente:

a) *Globalización*. Dos de estas características —crecimiento económico y globalización— generan un aumento de la demanda de transporte. En el caso del crecimiento económico, la causa fundamental de este incremento de la movilidad descansa en que la elasticidad de la demanda de transporte respecto a la renta es superior a la unidad. Finalmente, la globalización incrementa la longitud de los viajes, favoreciendo particularmente el transporte aéreo.

b) *Actividades telemáticas*. Por otro lado, desde la vertiente de utilización de las nuevas tecnologías, cabe observar la existencia de otros dos tipos de efectos sobre el transporte: indirectos y directos. Los primeros corresponden a la utilización de las nuevas tecnologías en todo el espectro de actividades económicas y sociales. Los del segundo tipo son los efectos producidos por introducción de las nuevas tecnologías en el ámbito del transporte.

Los efectos indirectos surgen de la demanda del transporte como *input* intermedio para la producción de mercancías y para la realización de las diferentes actividades de las personas (turismo, compras, ocio, trabajo, etc.).

Finalmente, para todos los modos de transporte existen numerosas aplicaciones de las nuevas tecnologías de información y comunicación que tienen importantes efectos sobre el transporte. Dentro de los denominados sistemas inteligentes de transporte

(ITS) se incluyen, por ejemplo, los sistemas de ayuda a la navegación y seguimiento vía satélite, información al viajero, gestión de emergencias, optimización de flotas, señalización y control de accesos, gestión del tráfico, etc.

4.3.1. Sistemas completos de demanda

Para estudiar empíricamente las interrelaciones entre la nueva economía y el transporte de viajeros en el caso español, determinando si son de sustitución o complementariedad, se ha utilizado el enfoque metodológico multiecuacional de sistemas completos de demanda (SCD), que nos permite analizar detalladamente el comportamiento de la demanda de transportes de viajeros.

Los resultados obtenidos parecen confirmar la existencia de relaciones de complementariedad entre los diferentes tipos de transporte de viajeros y los sectores propios de la nueva economía.

4.3.2. Análisis *input-output*

Paralelamente, con el objetivo de analizar la posible correlación existente entre transporte de mercancías y comunicaciones, se ha utilizado un enfoque alternativo al anterior basado en los coeficientes técnicos, obtenidos en las correspondientes tablas *input-output.*

La principal conclusión obtenida con esta nueva metodología consiste en que para los sectores industriales parece existir una relación de complementariedad entre las actividades de comunicaciones y transporte.

4.3.3. Teletrabajo

Una primera conclusión relevante en relación con el teletrabajo consiste en que determinados efectos indirectos pueden contrarrestar la reducción de los viajes *commuting* producidos por la práctica del teletrabajo.

En el balance final de sus efectos sobre el transporte un factor clave es cómo se emplea el tiempo ahorrado de viaje al trabajo. Indirectamente podrían generarse nuevos viajes por diferente motivo que anularían parte de los indudables beneficios directos sobre el sistema de transporte, producidos por la reducción de

viajes en las horas de mayor congestión. El menor nivel de congestión puede inducir la realización de nuevos viajes que antes no se realizaban.

4.4. Investigaciones futuras

El análisis realizado sobre el impacto de la nueva economía sobre el transporte nos ha permitido detectar el interés en ampliar determinados aspectos que para el caso español están insuficientemente tratados. Entre otros, cabe destacar los siguientes:

a) realizar un inventario exhaustivo para el ámbito del transporte de viajeros y de mercancías en España de todas las actividades o proyectos donde estén implicadas las nuevas tecnologías de información y comunicación, en particular, los sistemas inteligentes de transporte (ITS);
b) estudio detallado del papel de los ITS en la política y planificación de las infraestructuras y transporte en España; por ejemplo, en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT), en las actuaciones de la Dirección General de Tráfico y en la planificación del transporte en las diversas comunidades autónomas;
c) realizar una metodología para evaluar los proyectos de inversión en ITS utilizando la técnica del análisis coste-beneficio;
d) definir las grandes líneas de actuación que deberían formar parte con carácter prioritario de un plan de ITS para España, a semejanza de la mayoría de países de la UE y de aquellos con mayor nivel de desarrollo económico;
e) analizar desde diversas perspectivas: económica, equidad, eficiencia, movilidad, etc., nuevos casos de aplicación de ITS en España;
f) estudiar con detalle todos los aspectos del teletrabajo en España y concretamente su incidencia en el transporte y la movilidad;
g) estimación de un modelo econométrico de las implicaciones de la nueva economía en el transporte; y

h) encuestas a los usuarios sobre su opinión, grado de satisfacción, etc., sobre la utilización de las nuevas tecnologías de información y comunicación en sus desplazamientos al trabajo y por motivos de ocio.

Bibliografía

ACUTT, M. Z. y J. S. DOGSON. «Cross Elasticities of Demand for Travel». *Transport Policy* 2 n.º 4 (1995): 271-277.

ASCHAUER, D. A. «Is public expenditure productive?» *Journal of Monetary Economics* 23 (1989): 177-200.

ASOCIACIÓN DE EMPRESAS DE ELECTRÓNICA, TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y TELECOMUNICACIONES DE ESPAÑA (AETIC). *Las Tecnologías de la Sociedad de la Información en la Empresa Española.* AETIC, 2004. Disponible en http://www.aetic.es.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE COMERCIO ELECTRÓNICO (AECE). *Estudio sobre Comercio Electrónico B2C.* AECE, mayo de 2004. Disponible en http://www.aece.org.

AYMERICH, A., R. IZQUIERDO, J. COLOMER, A. IBEAS, J. M. MENÉNDEZ, A. MONZÓN, F. ROBUSTÉ, M. TURRO, A. ZARAGOZA. *Transportes: Un enfoque integral.* Madrid: Rafael Izquierdo, ed. Servicio de Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1994.

BARTEN, A. P. «Estimating Demand Equations». *Econometrica* 36 n.º 2 (1968): 213-251.

BBVA. SERVICIO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS. «La Nueva Economía en España: Situación y perspectivas». *Situación España. Octubre 2000.* Bilbao: BBVA, 2000.

BEL, G. «La demanda de transporte en España: competencia intermodal sobre el transporte ferroviario». Tesis doctoral, 1993

—. «Factores explicativos de los cambios en la demanda del ferrocarril interurbano (1988-1991)». *Estudios de Transportes y Comunicaciones* 63 (1994): 49-57.

BERNADET, M. «L'évolution de la répartition modale: effet de la production ou effet de la compétition?» *Transports* 359 (1993): 177-180.

BHAT, C. y F. KOPPELMAN. «A Conceptual Framework of Individual Activity Program Generation». *Transportation Research* 27A n.º 6 (1993): 433-446.

BOYER, K. D. «Minimum Rate Regulations, Modal Split Sensitives, and the Railroad Problem». *Journal of Political Economy* 85 n.º 3 (1977): 493-512.

BROWNE, M. «E-commerce and urban transport». En *OECD/CEMT Joint Seminar: The impact of e-commerce on transport.* París: OECD, 2001.

CAMPOS, J. y P. CANTOS. «Los cambios en la política ferroviaria en España». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 48-58.

CANTOS, P. «Una Estimación de la Función de Demanda del Tren Intercity para el Corredor Madrid-Valencia». *Estudios de Transportes y Comunicaciones* 69 (1995): 55-69.

CARRASCAL, U. «Escalas de equivalencia de Consumo: aplicación al caso español». Tesis doctoral, Universidad de Valladolid, 1995.

—. «Estimación de escalas de equivalencia de consumo mediante un modelo de demanda casi ideal (AIDS) ampliado». *Estudios de Economía Aplicada* 6 (1996): 25-38.

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLÓGICAS (CIS). *Barómetro de enero de 2004.* CIS, 2004.

CHEUNG, Y. H. F. «Influencing modal split in freight transport». En *Current issues in European transport, proceedings of Seminar A, 18th Summer Annual Meeting.* PTRC (1990): 87-99.

CHRISTIANSEN, L. R., D. W. JORGENSON y L. LAU. «Transcendental Logarithmic Utility Functions». *American Economic Review* 65 (1975): 367-383.

COLECCHIA, A. y P. SCHREYER. «ICT investment and economic growth in the 1990s: is the United States a unique case? A comparative study of nine OCDE countries». OCDE STI Working Paper 2001/7 (octubre 2001).

—. «The contribution of information and communication technologies to economic growth in nine OECD countries». *OECD Economic Studies* 34(I), 2002.

CONFERENCIA EUROPEA DE MINISTROS DE TRANSPORTE (CEMT). *Efficient Transport for Europe, Policies for Internalisation of External Costs.* París: OCDE, 1998.

CONTRERAS, D. y A. SANCHO. «Elaboración de un índice de precios para una función de demanda AIDS de la economía española». *Cuadernos de Economía* 20 (1992): 291-308.

CORNELLA, A. *Infonomía.com.* Ediciones Deusto, 2000.

COTO MILLÁN, P., J. BAÑOS-PINO y V. INGLADA. «Marshallian Demands of Intercity Passenger Transport in Spain: 1980-1992: An Economic Analysis». *Transportation Research E (Logistics and Transportation Review)* 33 n.º 2 (1997): 79-96.

COTO MILLÁN, P., G. CARRERA-GÓMEZ, V. INGLADA y M. A. PESQUERA. «Promoting competition in regulated markets: Application to a study of transport services in Spain». *Annals of Regional Science* 39 (2005): 73-84.

COTO MILLÁN, P. y V. INGLADA. «Análisis del transporte marítimo en España (1974-1999): competencia y regulación». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 59-70.

DAVIES, G., M. BROOKES y N. WILLIAMS. «Technology, the Internet and the Global Economy». *Global Economics Papers* 36 (marzo de 2000).

DEATON, J. y J. MUELLBAUER. *Economics and Consumer Behaviour.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1980a.

—. «An Almost Ideal Demand System». *American Economic Review* 70 n.º 3 (1980b): 312-326.

—. «Functional forms for labor supply and commodity demands with and without quantity restrictions». *Econometrica* 49 n.º 6 (1981): 1.521-1.532.

E-BUSINESS WATCH. «e-Business Survey 2003». Encuesta realizada entre marzo y noviembre de 2003. http://www.ebusiness-watch.org.

ELTONY, M. N. «Transport Gasoline Demand in Canada». *Journal of Transport Economics and Policy* 27 n.º 2 (Mayo 1993): 193-208.

FONTELA, E. «Perspectivas a largo plazo y Nueva Economía». *Revista Valenciana d'Estudis Autonomics* 31 (2000): 1-12.

FRIDSTROM, L. «Calculating Light and Heavy Vehicle Traffic Volumes in Space and Time: an Econometric Approach». Working paper 922/98. Oslo: Institute of Transport Economics, 1998.

FRIDSTROM, L. y H. THUNE-LARSEN. «An Econometric Air Travel Demand Model for the Entire Conventional Domestic Network: the Case of Norway». *Transportation Research. Part B* 23 B, n.º 3 (1989): 213-223.

FRIDSTROM, L. et al. «The Impact of CO_2 Tax on Norwegian Transport Demand». Working paper 77/94. Oslo: Institute of Transport Economics, 1991.

GARCÍA, A., A. CILLERO y P. RODRÍGUEZ. *Operación de trenes de viajeros.* Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 1998.

GASTALDI, M., J. P. PRADAYROL, E. QUINET y M. REGA. «Valuation of Environmental Externalities: From Theory to Decision Making». *Transportation Planning and Technology* 19 (1996): 207-219.

GOLOB, T. F. y A. C. REGAN. «Impacts on personal travel commercial vehicle operations: research challenges and opportunities». *Transportation Research. Part C* 9 (2001): 87-121.

GOODWIN, P. B. «Demographic impacts, social consequences, and the transport policy debate». *Oxford Review of Economic Policy* 6, n.º 2 (1990): 76-90.

—. «A Review of New Demand Elasticities with Special Reference to Short and Long-Run Effects of Price Changes». *Journal of Transport Economics and Policy* (Mayo 1992): 155-169.

GOODWIN, P. B., T. H. OUM, W. G. WATERS II y J. S. YONG. «An Annoted Bibliography on Demand Elasticities». Working Paper n.º 682. Oxford: University of Oxford, Transport Studies Unit, 1991.

GOULD, J. y T. F. GOLOB. «Shopping without travel or travel without shopping? An investigation of electronic home shopping». *Transport Reviews* 17 n.º 4 (1997): 355-376.

—. «Consumer E-Commerce, Virtual Accessibility and Sustainable Transport, Social Change and Sustainable Transport». Working paper 02-09. Irvine: Institute of Transportation Studies, University of California, 2002.

GRAYSON, A. «Disaggregate Model of Mode Choice in Intercity Travel». *Transportation Research Record* 835 (1982): 36-42.

GREENE, D. L. y D. W. JONES. «The Full Costs and Benefits of Transportation: Conceptual and Theoretical Issues». En D. L. Greene, D. W. Jones y M. A. Delucchi, eds. *The Full Costs and Benefits of Transportation: Contributions to Theory, Method and Measurement*. Berlín-Heidelberg: Springer Verlag, 1997: 1-26.

HANDY, S. y T. YANTIS. The Impacts of Telecommunications Technologies on Nonwork Travel Behavior. Austin (TX): Southwest Region University Transportation Center, 1997.

HERNANDO, I. y S. NÚÑEZ. «The contribution of ICT to economic activity: a growth accounting exercise with Spanish firm level data». Documento de Trabajo n.º 0203. Madrid: Banco de España, 2002.

HULTKRANTZ, O. y K. LUMSDEN. «E-commerce and consequences for the Logistics Industry». *OECD/CEMT Joint Seminar: The impact of e-commerce on transport*. París: OCDE, 2001.

IGLESIAS, C. «¿Pueden el comercio electrónico y el teletrabajo reducir las necesidades de transporte?» *Estudios de Construcción y Transportes* 95 (2002): 71-91.

INFRAS/IWW. *External Costs of Transport*. París: International Railway Union (UIC), 2000.

INGLADA, V. y M. A. PESQUERA. «Nuevas tecnologías en el transporte: una alternativa a la inversión en carreteras». *Economía Industrial* 353 (2003): 47-50.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). *Encuesta de Presupuestos Familiares 1990/91. Metodología*. Madrid: INE, 1992.

—. *Boletín Mensual de Estadística* 22 (1993a).

—. *Encuesta de Presupuestos Familiares 1990/91*. Vol. 2. *Consumo de alimentos, bebidas y tabaco en unidades familiares*. Madrid: INE, 1993b.

—. «Nota metodológica sobre la tabla simétrica de la economía española para 1995». *Boletín Trimestral de Coyuntura* 22 (2001).

—. *Encuesta sobre equipamiento y uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación en las viviendas (Enero de 2004)*. Madrid: INE, 2004.

INTERNET WORLD STATS. *Usage and population statistics*, 2004. http://www.internetworldstats.com.

IPSOS. *Telecoms Services Indicators*. Comisión Europea, 2004.

JEFFS, V. P. y P. J. HILLS. «Determinants of modal choice in freight transport». *Transportation* 17 (1990): 29-47.

JORGENSON, D. W. «Information Technology and the U.S. Economy». *American Economic Review* 91 n.º 1 (2001): 1-32.

—. «Information Technology and the G7 Economies». *World Economics* 4, n.º 4 (2003): 139-169.

KRIZEK, K. y A. JOHNSON. «Mapping the terrain of information and communications technology (ICT) and household travel». Proceedings of the 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2003.

LAFERRIERE, R. «Les Elasticités-prix de la Demande de Transport Interurbain des Personnes». *Les Cahiers Scientifiques du Transport* 27 (1993): 37-70.

LEE, T. y P. L. MOKHTARIAN. «An input-output analysis of the relationships between communications and travel for industry». Research Papers. University of California Transportation Center, 2004.

LEHTO, M. y V. HIMANEN. «Information economy. Impacts in travel and communications Transport innovations, competitiveness and sustainability in the information age». Nectar Conference, Helsinki, 2001.

LEVIN, R. C. «Allocation in Surface Freight Transportation: Does Rate Regulation Matter?» *Bell Journal of Economics* 9 n.º 1 (1978): 18-45.

LORENZO, M. J. «Sistemas Completos de Demanda para la Economía Española». *Investigaciones Económicas* XII (1988): 83-130.

MARÍN, P. L. «El transporte aéreo en España». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 19-29.

MARTÍN, J. C. y C. ROMÁN. «Análisis de la Demanda de Transporte en España». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 88-106.

MASON, J. y E. DEAKIN. «Information Technology: Implications for Transportation». California trends Project, University of California Transportation Center, 2001.

MATAS, A. «La demanda de transporte urbano: Un análisis de las elasticidades y valoraciones del tiempo». *Investigaciones Económicas* XV n.º 2 (1991): 249- 267.

MATTHEWS, H. S., C. T. HENDRICKSON y D. L. SOH. «Environmental and Economic Effects of E-Commerce: A Case Study of Book Publishing and Retail Logistics». *Transportation Research Record* 1763 (2001): 6-12.

MATTHEWS, H. S., E. WILLIAMS, T. TAGAMI y C. HENDRICKSON. «Energy implications of online book retailing in the United States and Japan». *Environmental Impact Assessment Review* 22 n.º 5 (2002): 493-507.

MCFADDEN, D. «Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior». En P. Zaremka, ed. *Frontiers in econometrics.* Nueva York-Londres: Academic Press, 1973: 575-581.

—. «The Measurement of Urban Travel Demand». *Journal of Public Economics* 3 (1974): 303-328.

MCGINNIS, M. A. «A comparative evaluation of freight transportation choice models». *Transportation Journal,* 1989.

MCKINNON, A. y A. WOODBURN. «A logistical perspective on the growth of lorry traffic». *Traffic Engineering + Control* (Octubre 1993): 466-471.

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES. *Análisis de los resultados de la III Encuesta Nacional del Transporte de Mercancías por carretera.* Madrid: Secretaría General Técnica del Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, 1991.

MOLINA, J. A. «Evolución de la Demanda de Productos Alimentarios en los países mediterráneos: Estimaciones del Sistema de Demanda casi Ideal». *Investigaciones Agrarias* 8 n.º 3 (1993): 331-347.

—. «Análisis Económico de la Demanda de Transporte Agregada en Europa y Desagregada en España». *Estudios de Construcción y Transportes* 86 (2000): 7-31.

MORRISON, S. A. y C. WINSTON. «An econometric Analysis of the Demand for Intercity Passenger Transportation». *Research in Transportation Economics* 2 (1985): 213-237.

NASH, C. «Desarrollo de la política ferroviaria en la Unión Europea». *Papeles de Economía Española* 82 (1999): 210-224.

NATIONAL OFFICE FOR THE INFORMATION ECONOMY (NOIE). *E-commerce beyond 2000. Final report.* Camberra: NOIE. Australian Department of Communications, Information Technology and the Arts, 2000.

OCDE. *ICT and economic growth: Evidence from OECD countries, industries and firms.* París: OCDE, 2003.

OLINER, D. S. y D. E. SICHEL. «The resurgence of growth in the late 1990s: Is information technology the story?» *Journal of Economic Perspectives* 14 n.º 4 (2000): 3-22.

ORTÚZAR, J. D. y L. G. WILLUMSEN. *Modelling Transport.* Chichester (England): John Willey & Sons Ltd., 1990.

OUM, T. H. «Derived Demand for Freight Transport and Inter-modal Competition in Canada». *Journal of Transport Economics and Policy* XII (1979): 149-168.

OUM, T. H. y D. GILLEN. «The Structure of Inter-City Travel Demands in Canada: Theory, Tests and Empirical Results». *Transportation Research* 17 n.º 3, 1981: 175-191.

OUM, T. H., W. G. WATERS II y J. S. JONG. «Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates». *Journal of Transport Economics and Policy* (Mayo 1992): 139-154.

OWEN, A. D. y G. D. A. PHILLIPS. «The Characteristics of Railway Passenger Demand». *Journal of Transport Economics and Policy* (September 1987): 231-253.

PAMPILLÓN, R. «La nueva economía: análisis, origen y consecuencias. Las amenazas y las oportunidades». *Economía industrial* 340 n.º IV (2001): 43-50.

PILAT, D., F. LEE y B. ARK. «Production and use of ICT: a sectoral perspective on productivity growth in the OCDE area». *OECD Economic Studies* 35, 2002/2 (2003).

PLAUT, P. O. «Transportation-communications relationships in industry». *Transportation Research.* Part A 31A n.º 6 (1997): 419-429.

—. «Do telecommunications reduce industrial uses of transportation? An international comparative analysis among Israel, North America and Europe». *World Transport Policy & Practice* 5 n.º 4 (1999): 42-49.

POLLAK, R. y T. J. WALES. «Estimation of Complete Demand Systems from Household Budget Data: The Linear and Quadratic Expenditure Systems». *American Economic Review* 69 (1978): 216-221.

QUANDT, R. y W. BAUMOL. «The Demand for Abstract Transport Modes: Theory and Measurement». *Journal of Regional Science* 6 n.º 2 (1966): 13-26.

QUINET, E. «Transport between Monopoly and Competition: Supply Side and Markets». En J. Polak & A. Heertje, eds. *European Transport Economics.* ECMT/Blackwell, 1993: 32-51.

—. «The Social Costs of Transport: Evaluation and Links with Internalization Policies» En *Internalizing the Social Costs of Transport.* París: Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT)-OCDE, 1994: 31-73.

—. «Full Social Cost of Transportation in Europe». En D. L. Greene, D. W. Jones y M. A. Delucchi, eds. *The Full Costs and Benefits of Transportation: Contributions to Theory, Method and Measurement.* Berlín-Heidelberg: Springer Verlag, 1997: 69-112.

RED.ES. GRUPO DE ANÁLISIS Y PROSPECTIVA DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES (GAPTEL). *Productividad, crecimiento económico y TIC.* Madrid: Red.es, marzo 2004. Disponible en http://observatorio.red.es/estudios/documentos/04_03_30productividad_crecimiento_TIC.pdf.

ROLLE, J. D. «Estimation and Simulation of Railway Demand Elasticities: Application to Swiss Data». *Transportation Research-E (Logistics and Transportation Review)* 33 n.º 2 (1997): 117-127.

SALOMON, I. «Telecommunications and Travel Relationships: A Review». *Transportation Research. Part A* 20 n.º 3 (1986): 223-238.

—. «Technological change and social forecasting: the case of telecommuting as a travel substitute». *Transportation Research. Part C* 6 (1998): 17-45.

STONE, J. E. «Linear Expenditure System and Demand Analysis: An Application to the Pattern of British Demand». *Economic Journal* 64 (1954): 511-527.

TELEFÓNICA, S.A. *La sociedad de la información en España 2004.* Madrid: Telefónica, S.A., 2004. Disponible en http://www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/informes/espana_2004/sociedadinformacion20.

THEIL, H. «The Information Approach to Demand Analysis». *Econometrica* 33 (1965): 67-87.

THOMPSON, J. M. *Teoría Económica del Transporte.* Madrid: Alianza Editorial, 1974.

TURNER, C. *La E-conomía de la Información.* Ediciones Deusto, 2001.

VAN ARK, B., R. INKLAAR y R. H. MCGUCKING. «ICT and Productivity in Europe and the United States: Where Do the Differences Come From?» Working Papers 2003-11. Centre for Economic Research (CCSO), University of Groningen, 2003.

VAN GEENHUIZEN, M. y P. NIJKAMP. «Urban futures in the era of the e-economy». Nectar Euroconference. European strategies in the globalizing markets. Espoo (Finland), 2001.

VARIAN, H. *Microeconomic Analysis.* 3rd ed. Norton & Company, 1992.

VILLAVERDE, J. y P. COTO MILLÁN. «Nuevos Enfoques en la Demanda de Transportes en España». *Estudios de Construcción y Transportes* 86 (2000): 99-110.

WATERS II, W. G. *A Bibliography of Articles Relevant to Transportation Appearing in Major Economics Journals: 1960-1981.* Centre for Transportation Studies, University of British Columbia, 1984.

WILSON, W. G. *Economic Analysis of Intercity Freight Transportation.* Indiana University Press, Bloomington, 1980.

WINSTON, C. «The Demand for Freight Transportation: Models and Applications». *Transportation Research* 17 (1983): 419-427.

—. «Conceptual Developments in the Economics of Transportation: An Interpretative Survey». *Journal of Economic Literature* XXIII (1986): 57-94.

ZELLNER, A. «An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests of aggregation bias». *Journal of the American Statistical Association* 57 (1962): 348-368.

Índice de cuadros y tablas

CUADRO 1.1. Contribución sectorial al crecimiento económico en Estados Unidos 26

CUADRO 1.2. Fuentes del crecimiento de la productividad del trabajo en Estados Unidos (1974-1999) 27

CUADRO 1.3. Análisis comparativo entre la Unión Europea y Estados Unidos del crecimiento de la productividad y del peso en el PIB de las industrias productoras de TIC, usuarias de TIC y no-TIC 28

CUADRO 1.4. Factores de contribución al crecimiento del VAB y la productividad del trabajo (PT) en España 31

CUADRO 1.5. Evolución de la inversión de capital en España (1992-2000) 32

CUADRO 1.6. Signos de los efectos de la nueva economía en España 33

CUADRO 1.7. Impacto macroeconómico de la nueva economía en España 34

CUADRO 1.8. Impacto potencial de la nueva economía sobre los precios agregados 35

CUADRO 1.9. Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la nueva economía en España, sobre 17 ramas de actividad 37

CUADRO 1.10. Impacto potencial sobre los precios sectoriales de la Nueva Economía en España, sobre 56 ramas de actividad 38

CUADRO 2.1. Distribución modal en el transporte de mercancías según tipo de producto 85

CUADRO 2.2. Gasto anual en transporte por decilas de ingresos (1980-1981) 94

CUADRO 2.3. Evolución de la estructura porcentual del gasto anual medio por persona en el grupo transporte y comunicaciones 95

CUADRO 2.4. Gasto anual de los hogares en transportes 96

CUADRO 2.5. Elasticidades respecto al propio precio en el transporte de viajeros 109

CUADRO 2.6. Panorámica de elasticidades respecto al propio precio para el transporte de mercancías 110

CUADRO 2.7. Magnitudes de las elasticidades de precio y renta modales del transporte en España 113

CUADRO 2.8. Tipología de costes sociales en el transporte 118

CUADRO 2.9. Costes sociales del transporte en España (1995) 119

CUADRO 3.1. Comercio electrónico y otras aplicaciones mediante Internet 126

CUADRO 3.2. Tipología de impactos de la nueva economía sobre el transporte 128

CUADRO 3.3. Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (sustitución) 136

CUADRO 3.4. Ejemplos de relaciones potenciales entre transporte y comunicaciones (complementariedad) 137

CUADRO 3.5. Valores de los coeficientes de correlación Spearman entre transporte y comunicaciones para diferentes años 141

CUADRO 3.6. Tipología de efectos de las TIC sobre el transporte según tipo de actividad 144

CUADRO 3.7. Ventajas e inconvenientes del teletrabajo 155

CUADRO 3.8. Tipología de algunos beneficios de las aplicaciones ITS .. 160

CUADRO 3.9. Costes estimados comparativos de logística y retornos para el comercio tradicional versus comercio electrónico 167

CUADRO 3.10. Análisis comparativo de los efectos ambientales de la distribución comercial tradicional y la del comercio electrónico 168

CUADRO 3.11. Estimación de los efectos ambientales unitarios (por libro) de la logística tradicional y del comercio electrónico 168

CUADRO 3.12. Valores límite de los parámetros para la equiparación ambiental del comercio tradicional y el comercio electrónico 169

CUADRO 3.13. Efectos específicos ambientales del comercio tradicional y el comercio electrónico 170

CUADRO 3.14. Costes sociales modales unitarios del transporte en España (1995) 171

CUADRO 3.15. Costes sociales totales por vehículo 172

TABLA 3.1. Magnitudes de las elasticidades estimadas 134

Índice de gráficos y esquemas

GRÁFICO 1.1. Contribución de la inversión en TIC al crecimiento del PIB 23

GRÁFICO 1.2. Impacto sobre los precios del choque tecnológico 24

GRÁFICO 1.3. Relación entre inversión en TIC y protección laboral 30

GRÁFICO 1.4. Relación entre inversión en TIC y la regulación del mercado de bienes 30

GRÁFICO 1.5. Inversión en TIC en algunos países de la OCDE 33

GRÁFICO 1.6. Usuarios de Internet en la Unión Europea (UE-25) 39

GRÁFICO 1.7. Penetración de Internet en España 40

GRÁFICO 1.8. Servicios utilizados por los internautas (UE-15) 42

GRÁFICO 1.9. Utilización de los servicios de Internet en España 43

GRÁFICO 1.10. Utilización del correo electrónico en la UE-15 45

GRÁFICO 1.11. Relación entre número de ordenadores personales e Internet en el hogar 47

GRÁFICO 1.12. Usuarios que compran por Internet 50

GRÁFICO 1.13. Cifras del comercio electrónico B2C en España 50

GRÁFICO 1.14. Razones para comprar por Internet 51

GRÁFICO 1.15. Productos comprados a través de la Red (UE-15) 53

GRÁFICO 1.16. Productos comprados a través de la Red (España) 53

GRÁFICO 1.17. Usuarios que han tomado alguna decisión de compra en la web por tipo de producto/servicio 54

GRÁFICO 1.18. Aspectos que preocupan a los compradores a través de Internet (UE-15) 56

GRÁFICO 1.19. Problemas en las compras a través de Internet 56

GRÁFICO 1.20. Motivos para no comprar por Internet en España 58

GRÁFICO 1.21. Internet en las empresas españolas 59

GRÁFICO 1.22. Empresas con conexión a Internet por sectores de actividad en España 60

GRÁFICO 1.23. Utilización de servicios de Internet en España 61

GRÁFICO 1.24. Comparación internacional de las ventas y compras por medios electrónicos 62

GRÁFICO 1.25. Evolución del comercio electrónico en las empresas en España 63
GRÁFICO 1.26. Intensidad de ventas *on line* (comparación europea) 65
GRÁFICO 1.27. Comparación europea de la utilización de ordenadores personales 67
GRÁFICO 1.28. Utilización de ordenadores personales en la empresa española 68
GRÁFICO 2.1. Evolución del tráfico interior de viajeros 73
GRÁFICO 2.2. Diferencias entre las tasas de variación de los tráficos modales de viajeros con las del PIB 75
GRÁFICO 2.3. Diferencia entre las tasas de variación del tráfico de viajeros por carretera y ferroviario 76
GRÁFICO 2.4. Evolución del tráfico interior de viajeros por modos de transporte 76
GRÁFICO 2.5. Evolución de la distribución modal del tráfico interior de viajeros 77
GRÁFICO 2.6. Distribución modal del tráfico interior en diferentes países europeos (1998) 78
GRÁFICO 2.7. Evolución de la cuota modal del coche en el transporte terrestre de viajeros en diferentes países europeos 79
GRÁFICO 2.8. Evolución del tráfico total de mercancías y del PIB 80
GRÁFICO 2.9. Evolución del tráfico modal en el transporte terrestre de mercancías 81
GRÁFICO 2.10. Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos por carretera y ferroviario 82
GRÁFICO 2.11. Diferencia entre las tasas de variación de los tráficos modales de mercancías con las del PIB 82
GRÁFICO 2.12. Evolución del tráfico ferroviario de mercancías por tipo de producto en el período 1980-2000 83
GRÁFICO 2.13. Evolución del reparto modal entre carretera y ferrocarril en el transporte interior de mercancías 84
GRÁFICO 2.14. Reparto modal en el transporte de mercancías para diversos países europeos (1998) 85
GRÁFICO 2.15. Reparto modal del transporte terrestre de mercancías (ferrocarril y carretera) dentro de la CEMT (1998) 86
GRÁFICO 2.16. Evolución de la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías en diversos países europeos 87
GRÁFICO 2.17. Evolución de la red de carreteras de gran capacidad 90
GRÁFICO 2.18. Evolución de la ratio entre inversión en carreteras e infraestructura ferroviaria 90

GRÁFICO 2.19. Evolución de las características cualitativas de la red ferroviaria 91

GRÁFICO 2.20. Evolución del porcentaje que representa la red de gran capacidad respecto a la red total de carreteras .. 92

GRÁFICO 2.21. Evolución de los precios modales en el transporte de viajeros 96

GRÁFICO 2.22. Evolución de las tarifas modales en el transporte de mercancías 98

GRÁFICO 2.23. Evolución del PIB y de los tráficos modales de mercancías 103

ESQUEMA 3.1. Estructuras de distribución para la compra por Internet .. 152

ESQUEMA 3.2. Cadena logística en el comercio tradicional 164

ESQUEMA 3.3. Cadena logística en el comercio electrónico 165

Índice alfabético

Acutt, M. Z., 110n
Aschauer, D. A., 114
Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de España (AETIC), 59, 66
Asociación Española de Comercio Electrónico (AECE), 49
Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC), 45n, 46n
Aymerich, M., 104n, 114

Barten, A. P., 106n
Baumol, W., 105n
BBVA, Servicio de Estudios Económicos, 18, 20, 24n, 32, 35, 123
Bel, G., 92n
Bernadet, M., 97, 99n
Bhat, C., 143
Boyer, K. D., 105n, 107n
Browne, M., 141

Campos, J., 104
Cantos, P., 104, 110n
Carrascal, U., 130, 133
Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS), 47
coeficientes de correlación Spearman, 138, 140-141, 141c
Colecchia, A., 25n, 29
Christiansen, L. R., 106n
comercio electrónico
  B2B (Business to Business), 25, 65, 126, 126c, 128c, 147, 148, 158
  B2C (Business to Consumer), 49, 50g, 65, 125-126, 126c, 128c, 141, 147-148, 158
comercio tradicional, 21, 164-166, 164e, 167c, 168c, 169c, 170, 170c, 172, 175
competencia, 21, 35, 49, 73, 88, 97n, 103-104, 109n, 110-111, 120, 178, 182
Conferencia Europea de Ministros de Transporte (CEMT), 84, 86g, 116
Contreras, D., 130
Cornella, A., 13n
costes sociales, 15, 73, 114-117, 118c, 119c, 122, 171-173, 171c, 172c, 175, 186
Coto Millán, P., 111, 112

Davies, G., 35n
Deakin, E., 125
Deaton, J., 106n, 129
demanda de transporte, 75-77, 86, 88, 92, 99-101, 104, 106, 106n, 110, 110n, 113-114, 119-121, 125, 135-136, 137c, 157, 159, 173, 181-183, 186-187
Dogson, J. S., 110n

E-Business Watch, 71
elasticidad
  respecto a la renta, 112, 113c, 121, 129-130, 174, 183, 187
  respecto al precio, 73, 104, 108-110, 109c, 112-113, 113c, 129-130, 174, 185
Eltony, M. N., 109c
emisiones, 115, 128c, 154, 164, 167, 168c, 169, 169c, 170
externalidades, 17, 116, 117n, 118

Fontela, E., 17
Fridstrom, L., 109c, 109n,110c, 110n

García, A., 93n
Gastaldi, M., 118c
Gillen, D., 105n
Golob, T. F., 123, 141, 146, 148-149
Goodwin, P. B., 93n, 95n, 108, 109c, 110n, 130
Gould, J., 141, 146, 148
Grayson, A., 105

Greene, D. L., 114

Handy, S., 145
Hendrickson, C., 163, 164n, 165, 165n, 166
Hernando, I., 31
Hills, P. J., 98n
Himanen, V., 125
Hultkrantz, O., 150

Iglesias, C., 141, 156
INFRAS/IWW, 118, 172n
Inglada, V., 103n, 161
Inklaar, R., 27n
Instituto Nacional de Estadística (INE), 133, 140n
Internet World Stats, 39n
IPSOS, 42

Jeffs, V. P., 98n
Johnson, A., 148
Jones, D. W., 114n
Jong, J. S., 108, 109c, 110c
Jorgenson, D. W., 114n

Koppelman, F., 143
Krizek, K., 144, 148

Laferriere, R., 109c
Lau, L., 106n
Lee, T., 130
Lehto, M., 125
Levin, R. C., 105n, 107n
logística, 15, 21, 98, 102, 147-150, 153, 164-166, 164e, 165e, 167c, 168c, 171, 178, 184
Lorenzo, M. J., 130
Lumsden, K., 150

Marín, P. L., 103n
Mason, J., 125
Matas, A., 109c
Matthews, H. S., 163, 164n, 165, 165n, 166
McFadden, D., 105n
McGinnis, M. A., 98
McKinnon, A., 99n
Mokhtarian, P. L., 139
Molina, J. A., 106n, 110n, 130
Morrison, S. A., 105n
Muellbauer, J., 129

Nash, C., 104
National Office for the Information Economy (NOIE), 35
Núñez, S., 31

OCDE, 33g, 35n, 181
Oliner, D. S., 26
Ortúzar, J. D., 104n
Oum, T. H., 105n, 107n, 108, 109c, 109n, 110c, 130
Owen, A. D., 109c, 109n, 110n

Pampillón, R., 18-19
peaje electrónico, 160c, 161, 162
Pesquera, M. A., 161
Phillips, G. D. A., 109n
Pilat, D., 30
Plaut, P. O., 138
Pollak, R., 130

Quandt, R., 105n
Quinet, E., 109c, 110n, 115n

Red.es. Grupo de Análisis y Prospectiva del Sector de las Telecomunicaciones (GAPTEL), 20
Regan, A. C., 123, 141, 148-149
Rolle, J. D., 130

Salomon, I., 135, 143, 156
Sancho, A., 130
Schreyer, P., 25n, 29
Sichel, D. E., 26
sistemas completos de demanda (SCD), 15, 127, 188
sistemas inteligentes de transporte (ITS), 14, 124, 127, 157, 162, 187, 189
sistemas *just in time*, 21, 98, 102, 137c, 148-149, 159, 178, 184
Soh, D. L., 163, 164n, 165, 165n, 166
Spearman, v. coeficientes de correlación
Stone, J. E., 106n, 129-130

tabla input-output, 35, 36n, 123, 127, 139-140, 180, 188
tecnologías de la información y comunicación (TIC), 17-18, 101, 149, 184, 186
teletrabajo, 15, 18, 124-126, 135, 144, 144c, 145, 147, 154-157, 155c, 162, 175, 188, 189

THEIL, H., 106n
THOMPSON, J. M., 114n
transporte
aéreo, 38c, 75-76, 79, 96, 109, 110n, 118-119, 125-126, 136c, 137c, 141, 158, 164n, 167c, 169, 169c, 171-172, 187
ferroviario, 75, 77-78, 81-83, 86, 87g, 88, 97, 103, 108, 110n, 113-114, 116n, 119-120, 122, 182
por carretera,75-78, 80-81, 83, 84n, 88-89, 92, 92n, 97, 97n, 98, 101-102, 113-114, 116, 116n, 119-122, 149-150, 159-162, 167c, 181-185
TURNER, C., 13

VAN ARK, B., 27n
VARIAN, H., 107n, 112n
VILLAVERDE, J., 106n, 110n

WALES, T. J., 130
WATERS II, W. G., 130
WILSON, W. G., 99
WILLUMSEN, L. G., 104n
WINSTON, C., 105n, 106, 106n, 109c, 110c, 111n, 130
WOODBURN, A., 99n

YANTIS, T., 145
YONG, J. S., 130

ZELLNER, A., 134

Nota sobre los autores

Pablo Coto Millán es doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Oviedo, donde ha sido profesor titular de Análisis Económico. En la actualidad es director del Departamento de Economía y del Máster Universitario en Comercio, Transportes y Comunicaciones Internacionales de la Universidad de Cantabria. Sus áreas de especialización son la evaluación económica de proyectos y políticas públicas, el análisis microeconómico, la economía del transporte y de las infraestructuras, la economía industrial y los efectos económicos y sociales de las nuevas tecnologías. Forma parte del consejo editorial de *International Journal of Transport Economics,* entre otras revistas, y ha publicado más de veinte libros y más de sesenta artículos en revistas especializadas, nacionales y extranjeras.

Vicente Inglada López de Sabando es licenciado en Ciencias Matemáticas, ingeniero de Caminos, doctor en Ciencias Económicas y Empresariales y estadístico superior del Estado. Ha sido profesor en la Universidad Carlos III de Madrid y ha desempeñado su actividad profesional en los ministerios de Economía y Fomento. En la actualidad es profesor asociado de Economía Aplicada en la Universidad Complutense de Madrid y de Economía del Transporte en cursos de posgrado de las universidades de Cantabria y Oviedo. Sus áreas de especialización son la economía del transporte y de las infraestructuras, la evaluación económica, la economía industrial y los efectos económicos y sociales de las nuevas tecnologías. Ha participado en numerosas obras en colaboración y publicado más de treinta artículos en revistas especializadas, nacionales y extranjeras.