
EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL TELETRABAJO. FACTORES DETERMINANTES Y ESTUDIO DE UN CASO (*).

.....
MANUELA PÉREZ PÉREZ
ÁNGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ
MARÍA PILAR DE LUIS CARNICER
MARÍA JOSÉ VELA JIMÉNEZ
Universidad de Zaragoza

SEGÚN LA DEFINICIÓN CONTENIDA EN EL ACUERDO MARCO EUROPEO SOBRE TELETRABAJO, DEL 16 DE JULIO DE 2002, EL TELETRABAJO ES UNA FORMA DE ORGANIZACIÓN Y/O REALIZACIÓN DEL TRABAJO, UTILIZANDO LAS TECNOLOGÍAS

143

de la información en el marco de un contrato o de una relación de trabajo, en la cual un trabajo que podría ser realizado igualmente en los locales de la empresa se efectúa fuera de estos locales de forma regular. En este sentido, nos referiremos al teletrabajo como una forma de trabajo flexible que capacita a los empleados para acceder a sus actividades laborales desde localizaciones distintas y remotas, mediante el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Con este planteamiento de teletrabajo, se excluye, al igual que en otras definiciones, el trabajo de autónomo y el tra-

bajo manual a domicilio. Tampoco ha de confundirse en este estudio al teletrabajo con la externalización; el/la teletrabajador/a pertenece, a todos los efectos, a la plantilla de la empresa, con la circunstancia particular de que desempeña su trabajo a distancia.

Desde que Jack Nilles (1975) acuñó por primera vez el término de teletrabajo (1) en 1975, se ha planteado su uso como un remedio para distintos problemas de las organizaciones y de la sociedad: reducción de costes inmobiliarios de las empresas, conciliación de la vida laboral y

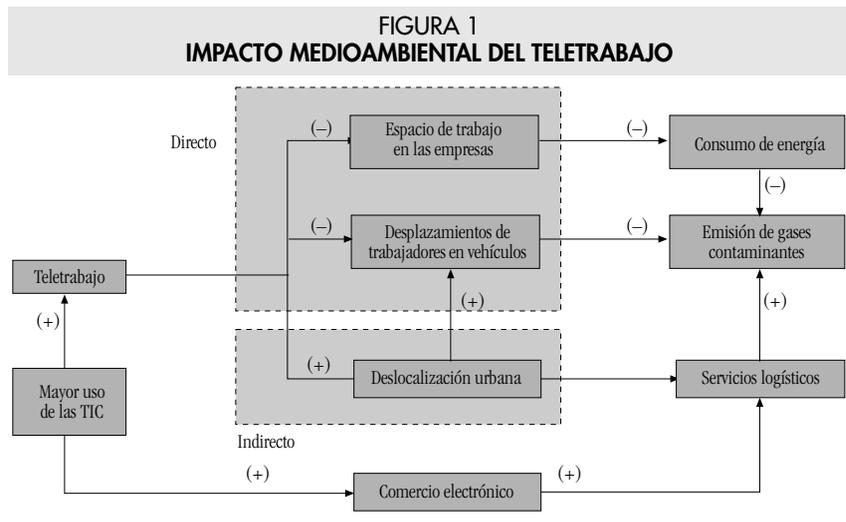
familiar (Madsen, 2003), salud laboral (Montreuil y Lippel, 2003), oportunidad de empleo para discapacitados (Viorreta, 2001) y descongestión del tráfico y reducción de la contaminación atmosférica (Handy y Mokhtarian, 1995; Novaco *et al.*, 1991).

Respecto a este último punto, el teletrabajo surgió precisamente en la década de 1970, coincidiendo con las crisis del petróleo de 1973 y 1979, que dieron lugar a las preocupaciones sobre el consumo de gasolina, los largos desplazamientos al trabajo y la congestión del tráfico en las

oficina con vehículo privado o en transporte público. El teletrabajo móvil ha sido muy poco analizado. Las evidencias disponibles (por ejemplo, Mokhtarian, 2000) indican que también se reduce la cantidad de desplazamientos. No obstante, hay que pensar que los/las empleados/as o directivos/as que utilizan el teletrabajo móvil son personas que necesitan desplazarse por su trabajo, lo que llevaría a pensar que el impacto medioambiental del teletrabajo móvil es negativo.

No obstante, lo que debe valorarse es si con el uso de las TIC se pueden ahorrar algunos desplazamientos, como, por ejemplo, el tener que acudir a la empresa para obtener información de bases de datos o para entregar los pedidos obtenidos de los clientes. En general, este ahorro tiende a ser pequeño, en la medida en que algunos/as empleados/as, como, por ejemplo, los comerciales, ya acudían pocas veces a la empresa para realizar actividades como las citadas de obtener información porque utilizaban los sistemas de correo, fax o telefónicos para realizarlas. Para otros profesionales —diseñadores/as, ingenieros/as—, el uso de las TIC como, por ejemplo, la videoconferencia, representa un ahorro de desplazamientos. En el caso del desarrollo final y preproducción del modelo Meriva en el año 2002, los ingenieros de Opel España mantenían reuniones virtuales con sus colegas alemanes a través de videoconferencia y compartían archivos electrónicos, reduciendo de forma significativa la cantidad de desplazamientos en comparación con el desarrollo de modelos anteriores.

El impacto medioambiental del teletrabajo puede ser básicamente de dos tipos (figura 1): directo e indirecto. El impacto directo es, por una parte, la reducción de los desplazamientos laborales de los teletrabajadores/as que se quedan en casa o acuden a los telecentros y, por otra, la reducción de necesidades inmobiliarias de las empresas al disminuir el número de trabajadores presenciales. En ambos casos, la consecuencia potencial sería un menor consumo de energía y una menor emisión de contaminantes a la atmósfera. En cuanto al impacto indirecto del teletrabajo, se deriva de la posible relocalización a medio y largo pla-



FUENTE: Elaboración propia.

zo del lugar de residencia de los teletrabajadores/as a un sitio más alejado del centro urbano, generando otras pautas de transporte y de consumo de productos a través del comercio electrónico que planteen necesidades adicionales de transporte de mercancías y de acceso a determinados servicios (guarderías, limpieza doméstica, etc.).

De estos dos efectos, el directo ha sido el más estudiado, y más concretamente el que se refiere a la modificación de los desplazamientos al trabajo. El efecto indirecto (y negativo) de la posible relocalización de los trabajadores es de momento poco relevante ya que la evidencia empírica disponible (en Estados Unidos) indica que no se ha producido una deslocalización hacia las zonas rurales y que los teletrabajadores prefieren vivir en grandes áreas metropolitanas y los cambios de domicilio se producen mayoritariamente a viviendas situadas más cerca del lugar de trabajo (ITAC, 2001; Ellen y Hempstead, 2002).

Las razones apuntadas para que no se haya producido este efecto de deslocalización es que en términos proporcionales el teletrabajo a tiempo completo es muy escaso (3) y que los sectores del conocimiento en los que predomina el teletrabajo tienden a estar concentrados geográficamente (Gaspar y Glaeser, 1998; Moss, 1998). Por ambos motivos, al teletrabajador/a no le resultaría rentable ni oportuno alejarse más del trabajo al que

tiene que seguir desplazándose y de la zona donde se concentra esa actividad económica.

Aplazado, de momento, el efecto indirecto del teletrabajo sobre la deslocalización urbana, el efecto directo restante es fundamentalmente positivo, en lo que hace referencia a la reducción de desplazamientos de los teletrabajadores con sus vehículos privados o en transporte público.

REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS

En principio, este efecto del teletrabajo parece fácil de evidenciar. Si una persona teletrabaja en casa uno de cada cinco días laborales, habrá reducido en un 20% sus desplazamientos al trabajo (o los habrá acortado un poco menos en el caso de desplazarse a un telecentro). No obstante, el efecto medioambiental de esta modificación en los hábitos de trabajo debe analizarse conjuntamente con los cambios derivados de la posibilidad que tiene el teletrabajador/a de realizar desplazamientos cerca de casa para otras actividades (4) (el llamado «efecto rebote»).

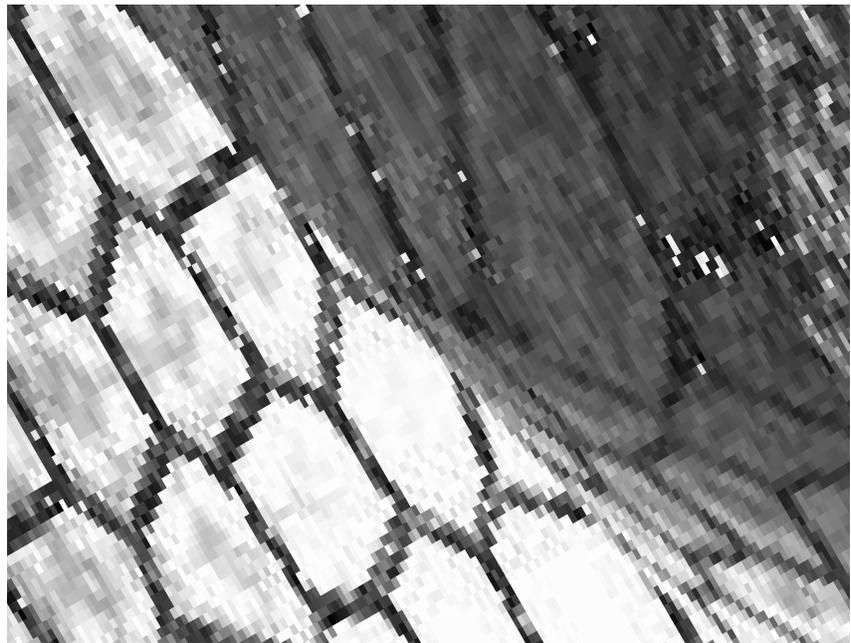
Los estudios empíricos realizados sobre este tema evidencian la relación positiva entre teletrabajo y reducción de desplazamientos. Las evidencias son más numerosas en los países con una mayor difusión del teletrabajo, como Estados

Unidos o los países del norte de Europa. Por ejemplo, Balepur *et al.* (1998), en un estudio sobre teletrabajadores en California que cambiaron sus desplazamientos a la oficina por el desplazamiento a un telecentro de la empresa, constataron una reducción promedio de sus desplazamientos en vehículo privado del 65% de kilómetros al día, lo que, teniendo en cuenta la frecuencia promedio de teletrabajo, se traducía en un ahorro promedio a la semana del 17% en viajes. Otros estudios en Estados Unidos encuentran resultados similares en la reducción de desplazamientos durante los días que se teletrabaja (Pendyala *et al.*, 1991; Manning y Mokhtarian, 1995; Mokhtarian y Varma, 1998; West, 1999).

En otros países se dispone, proporcionalmente, de un menor número de evidencias empíricas, pero éstas apuntan en la misma dirección que las de los estudios norteamericanos. Así, en el Reino Unido, un estudio de la empresa British Telecom, mostraba en su programa de teletrabajo un ahorro promedio de desplazamientos a la semana de 150 kilómetros en coche y de 230 en tren (5) para los dos días de media que teletrabajaban en casa (Hopkinson y James, 2000a). Otro estudio británico de la Asociación del Automóvil (Hopkinson *et al.*, 2001) indicaba que el 88% de los encuestados había eliminado totalmente su desplazamiento al trabajo, lo que a un promedio de 14 kilómetros al día por persona (ninguno compartía su coche) equivalía a un ahorro total de más de 5.700 kilómetros al año por empleado/a.

Este ahorro estaba parcialmente compensado (30%-40%) por las visitas ocasionales a la oficina y por el desplazamiento de los gerentes de los teletrabajadores a su domicilio (6). En cambio, en un estudio realizado en Holanda (Hamer *et al.*, 1991) se encontró que el efecto inducido sobre los hábitos de transporte del resto de miembros de la familia del teletrabajador/a, era que viajaban menos que antes del comienzo del programa de teletrabajo.

Un país nórdico con una alta tasa de difusión del teletrabajo es Suecia. Allí, una encuesta del Instituto Sueco de Análisis de Comunicaciones (Forsebäck, 1998) indicaba que había unos 325.000 teletraba-



ADORES aproximadamente en Suecia que, con un promedio de un día a la semana teletrabajando en casa, representaban un ahorro de distancia recorrida de 23 kilómetros por viaje, utilizando en un 75% de las veces un vehículo privado con una ocupación media de 1,1 personas por coche. Otro estudio sueco (Scheele y Ohlsson, 1998) particularizaba el análisis del teletrabajo en la empresa Siemens Nixdorf. El ahorro promedio de desplazamiento fue de 19 kilómetros al día por teletrabajador/a (en vehículo privado casi exclusivamente). Además, la empresa había ahorrado 80.000 litros de combustible al año, debido a la menor presencia de los teletrabajadores en la empresa y 1,3 toneladas de papel al año (cinco hojas por empleado al día), por la sustitución electrónica de informes y documentos (7). Otros países europeos con una difusión del teletrabajo superior al promedio y donde se evidencia también un ahorro de desplazamientos por el teletrabajo son Holanda (Hamer *et al.*, 1991) y Alemania (Hopkinson *et al.*, 1999).

Por su parte, en Japón el tipo de teletrabajo que existe básicamente es el de los telecentros, debido al elevado tiempo de desplazamiento en el área de Tokyo, principalmente, y también como una forma de descentralizar las oficinas para evitar los perjuicios de catástrofes naturales como los terremotos que suceden en Ja-

pón. El teletrabajo en casa es prácticamente desconocido en Japón debido al reducido tamaño y elevado precio de los pisos, que dificulta mucho convertir una parte de la vivienda en oficina virtual. En Japón, los estudios realizados (Mitomo y Jitsuzumi, 1999) estiman una reducción de la congestión del tráfico del 10,8% en el área de Tokyo y un ahorro mínimo del 8% en el presupuesto de transporte.

REDUCCIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES

El impacto del teletrabajo sobre las emisiones de contaminantes depende del tipo de transporte utilizado y de la reducción en el número de kilómetros recorridos, combinada con la variación en el número de arranques del vehículo (que genera proporcionalmente mucha más contaminación que el funcionamiento del vehículo en marcha). Respecto a la primera variable, casi todos los estudios han analizado los efectos medioambientales en el uso del vehículo privado. Existen muy pocos estudios que hayan hecho este análisis sobre el uso del transporte público, y los que se han hecho (por ejemplo, Bain *et al.*, 1995) indican que los efectos sobre la contaminación son insignificantes.

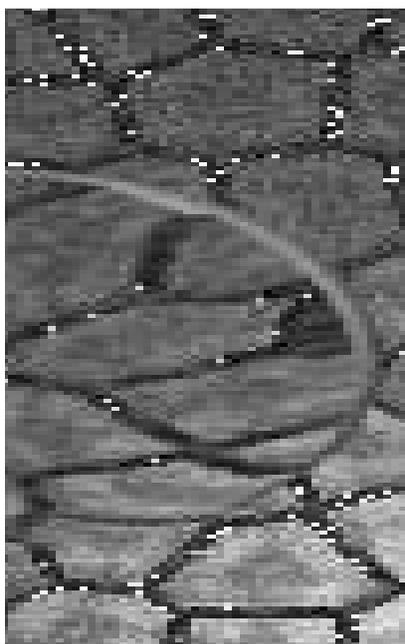
En cuanto a la segunda variable (reducción del número de kilómetros), hay que

tener en cuenta el hecho de que el teletrabajador que se encuentra en un telecentro, puede volver a casa a comer o aprovechar para hacer algún tipo de gestiones con mayor facilidad que antes. En este sentido, Gould y Golob (1997) encontraron en el área metropolitana de Portland (Estados Unidos) que los teletrabajadores pasaban más tiempo en desplazamientos relacionados con las compras que otros trabajadores. Nilles (1998) indica también que existe un aumento del tráfico en los alrededores de los telecentros y que el número de viajes a casa se incrementa hasta un 60% los días de teletrabajo en comparación con los días que no se teletrabaja. Por contra, Mokhtarian y Salomon (1997) y Salomon (1996) señalan que la influencia del teletrabajo en los viajes no relacionados con el trabajo es estadísticamente insignificante.

Koenig *et al.* (1996) estudiaron los resultados de un proyecto de teletrabajo en California, en el que los teletrabajadores que acudían a un telecentro experimentaban una reducción del 77% en el número de kilómetros recorridos y un 39% menos de arranques del vehículo, lo que se traducía en una disminución del 64% en la emisión de monóxido de carbono, del 69% de óxido de nitrógeno y del 78% de partículas en suspensión.

En otro estudio en California, Mokhtarian y Varma (1998) encontraron que durante el período de análisis se redujeron las emisiones de óxido de nitrógeno en un 35% y de partículas en suspensión en un 51%, al comparar los días de teletrabajo frente a otros días laborales. Aunque el número de desplazamientos personales del telecentro a casa (para comer) había aumentado en los días que teletrabajaban en comparación con los días que no teletrabajaban (1,9, frente a 1,2), la reducción en la distancia total recorrida compensaba la emisión de contaminantes de estos otros viajes adicionales. Cifras similares del 50% al 60% de reducción de emisión de contaminantes se obtienen en otros estudios (Henderson y Mokhtarian, 1996).

En Bélgica, Illegems *et al.* (1999) analizaron el impacto medioambiental del teletrabajo en la ciudad de Bruselas, que, con un nivel de penetración del teletrabajo del 5,3%, lo cifraron en un valor de 45



millones de euros en términos de reducción de congestión de tráfico y de 2,4 millones de euros en emisiones contaminantes de monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y otros gases. El estudio del impacto medioambiental del teletrabajo en Japón estima en un tercio la reducción posible de las emisiones de dióxido de carbono por el uso de las tecnologías de la información en el área metropolitana de Tokyo.

En España se realizó un estudio en el área metropolitana de Madrid (Gray *et al.*, 1995), en el que se estimó una disminución del 2% en el número total de viajes en automóvil privado, lo que supondría una reducción de 10.476 kg/día de monóxido de carbono, de 538 kg/día de óxido de nitrógeno y de 988 kg/día de compuestos orgánicos volátiles.

Respecto al consumo de energía de los edificios en los que se trabaja, prácticamente no se han encontrado estudios en la literatura que hayan analizado esta cuestión. Únicamente, Nilles (1998) indica que no existen diferencias significativas entre los teletrabajadores y los no teletrabajadores en lo que se refiere al consumo de energía del espacio que utilizan para trabajar, pero que cuando se tiene en cuenta el ahorro energético derivado de los menores desplazamientos, entonces el balance energético es posi-

vo a favor del teletrabajo en casa o en telecentros. En algunos casos, el coste energético que se ahorra la empresa se traspa al trabajador/a que ha de disponer en su casa de un espacio acondicionado para trabajar. El teletrabajador/a ha de especificar en su relación con la empresa qué parte de los gastos de consumibles (papel, luz, etc.) va a asumir en su domicilio y cuales han de ir a cargo de la empresa (Nilles, 1998).

EFFECTO INDIRECTO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

Un posible efecto indirecto del teletrabajo y la consiguiente presencia de las TIC en el hogar podría ser la mayor utilización del comercio electrónico por parte de los teletrabajadores/as en su domicilio. No existen estudios que relacionen directamente el comercio electrónico con el teletrabajo, pero sí los hay que indican que las personas que teletrabajan y las que utilizan el comercio electrónico están más familiarizadas y emplean más las TIC (Peters *et al.*, 2004). Por tanto, la difusión del teletrabajo en las grandes áreas metropolitanas podría quizás aumentar la predisposición a utilizar el comercio electrónico y contribuir a los efectos medioambientales y el desarrollo de servicios logísticos que se deriven del mismo.

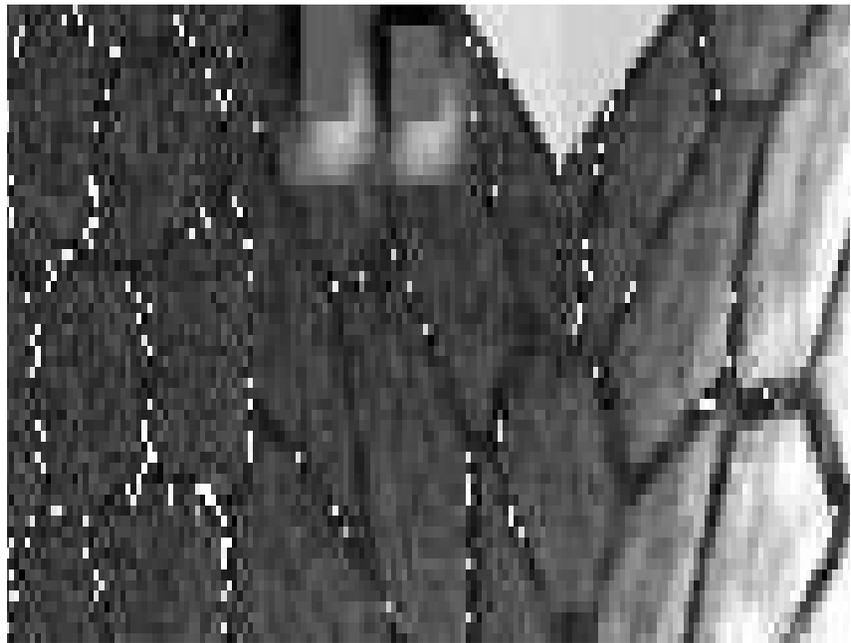
En primer lugar, los efectos medioambientales del comercio electrónico no ofrecen todavía resultados tan concluyentes como los derivados del teletrabajo en la reducción de desplazamientos. Algunos estudios muestran un impacto medioambiental positivo del comercio electrónico, cuando el mercado es grande y limitado a un área geográfica reducida (Hultkrantz y Lumsdem, 2000). En el caso de algunos productos que pueden descargarse directamente de Internet como, por ejemplo, música o periódicos, también es de esperar un efecto positivo en términos medioambientales.

En cambio, otros estudios indican que para la mayor parte de los productos este impacto es negativo debido a las mayores necesidades de transporte y de empaquetado. Por ejemplo, Matthews y Hendrickson (2001) han comparado los costes medioambientales de la venta de libros por

comercio electrónico (uno de los productos más vendidos con este comercio) con el sistema de distribución tradicional (tiendas con o sin sistema de devolución a las editoriales), obteniendo que por cada millón de dólares en libros, se generarían 1.963 toneladas de dióxido de carbono con el sistema de comercio electrónico, frente a las 2.000 y 1.704 toneladas, respectivamente, en el sistema tradicional de distribución (con y sin devolución a las editoriales). Otros autores estiman aumentos en el tráfico aéreo y en el reparto por medio de furgonetas a las zonas residenciales, como consecuencia de poder comprar electrónicamente desde cualquier parte del mundo (Hopkinson y James, 2000b; Smith *et al.*, 2001).

El aspecto positivo del impacto medioambiental del uso del comercio electrónico por parte de los teletrabajadores/as es la posible disminución de los desplazamientos a los establecimientos comerciales. Los estudios y previsiones realizadas apuntan a un efecto positivo en términos de reducción de desplazamientos y de emisión de gases contaminantes, pero siempre que las personas no sustituyan los desplazamientos a los establecimientos comerciales en sus vehículos por desplazamientos para actividades de ocio y de relación social (8) (Millar y Cairns, 1998; Kilpala *et al.*, 2000; Browne, 2001).

En segundo lugar, el crecimiento del comercio electrónico puede representar, además, una oportunidad para el desarrollo de servicios logísticos especializados. El envío de pequeños paquetes que han de estar disponibles lo antes posible en el domicilio de los teletrabajadores o en los telecentros, motiva que no todas las empresas dispongan de la capacidad de suministro necesaria, y la subcontraten a proveedores logísticos especializados. De hecho, este tipo de proveedores está aumentando la parte de su negocio derivada del comercio electrónico (Nemoto *et al.*, 2001). El aumento de esta subcontratación puede tener, además, un efecto medioambiental positivo, en la medida que permita consolidar los envíos de distintas empresas que, de otra forma, tendrían que disponer de sus propios sistemas de transporte para distribuir esas mercancías.



En algunos casos, también pueden aprovecharse las infraestructuras existentes en el negocio no virtual para gestionar los pedidos y centralizar la distribución, pero en otros casos será más eficiente crear nuevos centros de distribución. Por ejemplo, el suministro y la gestión de los pedidos en Internet de productos alimenticios de una cadena de supermercados podría realizarse desde cada uno de los supermercados en función de la localización del cliente, pero también puede hacerse (y es además la forma más habitual de hacerlo) desde un almacén o centro único de distribución al que sirven los proveedores y desde donde se reparten los pedidos a los consumidores.

Otra opción es prescindir del suministro a domicilio y establecer puntos de recogida y suministro. Al consumidor se le notificaría cuando llegase su pedido a dicho punto, pudiendo pasar a recogerlo (o devolverlo) cuando mejor le convenga (9). La utilización de estas zonas de recogida aumentaría la eficiencia de suministro de las empresas de transporte, al permitir optimizar las rutas y horarios de reparto de las empresas logísticas encargadas de los productos vendidos por comercio electrónico. Todo ello contribuiría de forma positiva al efecto medioambiental del comercio electrónico derivado del uso del teletrabajo.

FACTORES MODERADORES EN EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL TELETRABAJO

Independientemente de la modalidad de trabajo utilizado, hay un conjunto de factores que influyen en la cadena de transmisión de la adopción del teletrabajo sobre los efectos medioambientales. A continuación se relacionan dichos factores y se explica brevemente su influencia en el impacto medioambiental del teletrabajo.

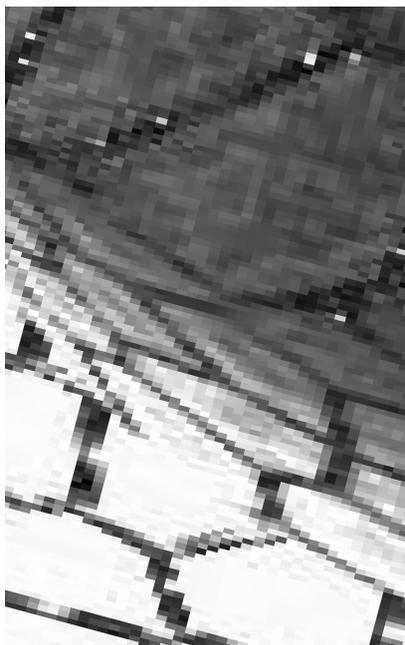
Frecuencia del teletrabajo. Ya se ha comentado que es poco frecuente que el teletrabajo en casa se realice con carácter exclusivo y que lo normal es que se reparta el tiempo de trabajo entre la presencia en la empresa y el trabajo a distancia. Por ello, el número de teletrabajadores equivalentes a tiempo completo que haya en el conjunto de la empresa es una variable que influirá directamente en los efectos medioambientales del programa de teletrabajo. También lo será el carácter formal o informal del programa de teletrabajo, en la medida en que ello incida en el grado de abandono del programa y en la reducción potencial del espacio necesario en la oficina.

Dispersión geográfica. La dispersión geográfica del área metropolitana en la que se encuentran los empleados/as can-

didatos a teletrabajar constituye un factor de análisis en el impacto del teletrabajo. Cuanto más dispersa sea el área geográfica de influencia, mayor ahorro promedio de desplazamientos y de emisión de contaminantes se conseguirá con el teletrabajo en casa o en telecentros. La dispersión geográfica corresponde tanto a las zonas residenciales como a las empresariales: polígonos industriales, parques de empresas, centros de innovación, etc.

Servicios avanzados a empresas. El porcentaje del PIB y de empleo que forma parte del epígrafe de servicios avanzados a empresas constituye una medida del grado de desarrollo de un país/región. Los servicios de información, asesoría, estudios de mercado, etc., son realizados por trabajadores del conocimiento, los cuales constituyen uno de los grupos más importantes de teletrabajadores (Bailey y Kurland, 2002). En la medida en que existan diferencias entre categorías de trabajadores en el uso del vehículo privado o del transporte público, una mayor presencia de teletrabajadores con predominio del transporte particular tendría efectos medioambientales distintos por la adopción del teletrabajo.

Género. Las estadísticas indican que la mayor parte de los/las teletrabajadores/as son hombres, tanto en términos porcentuales sobre el total de teletrabajadores/as, como proporcionalmente respecto al número de hombres en la población ocupada comparándolo con el porcentaje de mujeres teletrabajadoras en el número total de mujeres en la población ocupada (Huws, 2000). Aunque el teletrabajo se considera adecuado para las mujeres en la medida en que ayude a conciliar la vida laboral y familiar, lo cierto es que los puestos de trabajo más susceptibles de teletrabajar (trabajadores del conocimiento, directivos) están mayoritariamente ocupados por hombres, y por otra parte hay mujeres que son reacias al teletrabajo porque consideran que contribuye a reforzar su rol doméstico de permanencia en el hogar (Hochschild, 1997). Ahora bien, considerando que la mujer está aumentando progresivamente su participación en puestos cualificados y directivos, tendrá mayor acceso a puestos de teletrabajo y ello se traducirá en efectos medioambientales. Diversos estudios (por ejemplo,



Polk, 2003) indican que las mujeres tienen una mayor concienciación medioambiental que los hombres y se muestran más dispuestas a reducir el uso del automóvil.

Estos resultados quedan reforzados por el hecho de que los hombres utilizan más el vehículo privado en sus desplazamientos laborales que las mujeres (Díaz y Jiménez, 2002). Por ello, el aumento de la participación de la mujer en actividades relacionadas con el teletrabajo, derivadas de su progresiva equiparación con puestos cualificados, puede contribuir favorablemente a reducir los costes medioambientales si disminuyen más que los hombres el uso del automóvil y los efectos rebote en los desplazamientos durante los días que teletrabajen.

Flexibilidad de suministro. Este factor afectaría únicamente a los efectos indirectos del comercio electrónico que utilicen los teletrabajadores. La estrategia de flexibilidad que sigan las empresas de reparto puede influir, entre otras variables, en el impacto medioambiental del comercio electrónico, a igualdad de uso por parte de los teletrabajadores. Por ejemplo, a mayor rapidez de entrega, mayor necesidad de vehículos de reparto, mayor necesidad de fragmentar el pedido en varios pedidos, según la disponibilidad de los *items*, generando un mayor número de envíos y transporte.

ESTUDIO DE UN CASO DE IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL TELETRABAJO

En este apartado se realiza una valoración del impacto medioambiental de la difusión del teletrabajo para el área metropolitana de Zaragoza, en términos del ahorro neto que podría derivarse de una menor emisión de contaminantes y congestión de tráfico. Este ahorro es de carácter colectivo, es decir, que sería la sociedad la que se ahorraría el coste derivado de la contaminación atmosférica y de la congestión de tráfico. Este coste tiene diversas consecuencias sobre la salud de las personas (estrés en los embotellamientos, y cansancio derivado del traslado al trabajo, calidad del aire que se respira, etc.), así como repercusiones sobre las infraestructuras y la provisión de bienes públicos (servicios sanitarios, limpieza de fachadas de edificios por la suciedad de los gases contaminantes, inversiones en nuevas carreteras para aliviar la congestión del tráfico, acondicionamiento de las calzadas para reparar el deterioro del tráfico rodado, etc.). Si bien la mayoría de los estudios realizados sobre el impacto medioambiental del teletrabajo tienen como unidad de análisis a las empresas y a grupos de teletrabajadores, para el desarrollo de políticas públicas de apoyo al teletrabajo resulta necesario disponer de valoraciones económicas del impacto del teletrabajo que puedan compararse con, por ejemplo, las consecuencias negativas que generan los desplazamientos laborales: costes sanitarios, contaminación, congestión del tráfico, accidentes, etc.

Este trabajo se centra en el análisis económico del impacto medioambiental del teletrabajo en el entorno urbano. La valoración económica de las emisiones de contaminantes es un tema cuya estimación está sujeta a variaciones en los estudios que las han realizado pero, como hemos comentado anteriormente, tiene la ventaja de que permite realizar comparaciones con valoraciones económicas de actuaciones de la Administración Pública.

Para este trabajo, se desarrolla el modelo propuesto inicialmente por Illegems

et al. (1999) en el estudio de la ciudad de Bruselas, y se recogen sus valoraciones económicas de las emisiones de contaminantes que resultan conservadoras en comparación con las de otros estudios. La ciudad objeto de este estudio es Zaragoza, que cuenta con una población de 620.419 habitantes, más otros 96.000 correspondientes a los 24 municipios de su entorno de influencia. En este entorno, se han considerado distintos escenarios de difusión del teletrabajo: nivel de penetración actual estimado para Zaragoza (2,5%), promedio nacional (2,8%), promedio europeo (6,1%) y el de los países nórdicos (15%), cuya tasa de difusión es la más elevada de los países europeos.

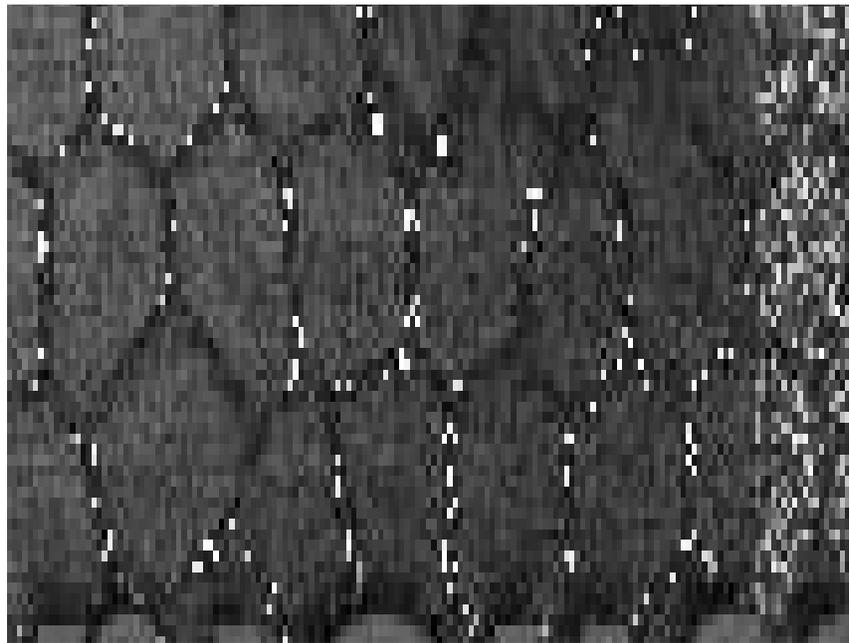
Se han estimado cuatro componentes de valor monetario de impacto medioambiental: ahorros anuales en contaminación atmosférica (ACA), ahorros anuales en congestión de tráfico (ACT), coste medioambiental de cambio de domicilio (CCD), y el ahorro neto del comercio electrónico (ACE). A partir de estos cuatro componentes, el valor monetario del impacto medioambiental del teletrabajo se calcula con la expresión:

$$VIM = ACA + ACT - CCD + ACE$$

El cuadro 4 muestra los resultados del análisis realizado con estos cuatro componentes. En primer lugar, para estimar los ahorros anuales en contaminación atmosférica (monóxido de carbono, óxido de nitrógeno y partículas orgánicas) derivados directamente del menor uso del vehículo privado de los teletrabajadores, se aplica la fórmula [I]:

$$ACA = \left[\sum_i \left(\left\{ pt * f * \frac{v}{o} \right\} * em_i * cmc_i \right) \right] * dt \quad [I]$$

ACA es el valor monetario anual (euros) del ahorro en contaminación atmosférica por el uso del teletrabajo. Esta variable se calcula multiplicando el nivel de penetración del teletrabajo (pt) por la frecuencia (f) con la que se utiliza el teletrabajo, la *ratio* entre el porcentaje de uso del vehículo privado en el transporte al trabajo (v) y la tasa de ocupación promedio de cada vehículo (o), el ahorro en la emisión de contaminantes (em_i), el coste marginal de la emisión de contaminantes (cmc_i), y



el número promedio de días laborables al año (dt).

El múltiplo de pt por f da el número de teletrabajadores que teletrabajan en un día determinado. Para ello, se consideran distintos niveles de penetración del teletrabajo sobre una población con una tasa de ocupación del 50,4% sobre la población urbana y de su área de influencia. Actualmente, el nivel de uso del teletrabajo se estima en el 2,5% de la población ocupada y con una frecuencia del teletrabajo (f) del 50%, es decir, que se teletrabaja un promedio del 50% de los días considerando los distintos tipos de teletrabajo (Pérez *et al.*, 2001).

Con estos valores, el número actual de teletrabajadores en Zaragoza se puede estimar en unas 4.510 personas. Sin embargo, como no todas las personas que teletrabajan utilizarían el coche para acudir a su trabajo, este número se corrige por el porcentaje de uso del coche respecto a otro medio de transporte no contaminante (a pie, bicicleta), o del transporte público que seguiría circulando inicialmente con la misma intensidad que sin el teletrabajo. En la ciudad de Zaragoza, las estimaciones realizadas indican que el vehículo privado lo utilizan aproximadamente el 60% de los trabajadores que viven en la ciudad y el 90% de los que viven en las zonas de influencia

(Morales, 2001). Teniendo en cuenta la importancia de cada grupo, el valor del coeficiente v se estima en el 63,9%. Para el coeficiente o de compartición del vehículo, se ha tomado el valor de 1,2. Como número promedio de días laborables se han considerado 211 días al año, teniendo en cuenta festivos (148 días) y posibles bajas por enfermedad y huelgas (6 días).

Para cuantificar la contribución del teletrabajo a la reducción de contaminantes (em_i) y su valor económico (cmc_i), se han utilizado las estimaciones de Mokhtarian *et al.* (1995) y Mayeres *et al.* (1996). Mokhtarian *et al.* (1995) han estimado que cada día de teletrabajo permite una reducción de emisión de 62 gramos de óxido de nitrógeno, 581,2 gramos de monóxido de carbono y 70,2 gramos de partículas orgánicas. Por su parte, Mayeres *et al.* (1996) han valorado el coste marginal de la emisión de estos contaminantes en 13,8 euros por kilogramo de óxido de nitrógeno, 0,01 euros por kilogramo de monóxido de carbono y 2,95 euros por kilogramo de partículas orgánicas. Con estos valores, el cuadro 2 indica el valor monetario anual ACA del ahorro en contaminación atmosférica para distintos niveles de penetración del teletrabajo en la ciudad de Zaragoza. Los resultados indican que este ahorro oscilaría entre medio millón y 3,2 millones de euros al año (cuadro 4).

El segundo componente cuantificado es el valor monetario derivado del ahorro que produce el teletrabajo en desplazamientos, debido a la menor congestión de tráfico en las vías urbanas y de acceso (ACT). La expresión [III] calcula este valor monetario, en el que el número de teletrabajadores que teletrabajan en un día determinado, una vez corregido por el porcentaje de uso del vehículo privado, se multiplica en este caso por la duración promedio del desplazamiento al trabajo (despl), el número promedio de días laborables al año (dt), y el coste marginal de congestión por kilómetro y vehículo (cct). La duración promedio del desplazamiento al trabajo en la ciudad de Zaragoza se estima en seis kilómetros en los trabajadores que viven en la misma ciudad y en 14 kilómetros en los trabajadores que viven en los alrededores (10). Para el valor del coste marginal de congestión de tráfico (cct) se ha utilizado la estimación, de 1,46 euros por kilómetro, realizada por Illegems *et al.* (1999). El ahorro en este caso oscilaría entre 5 millones y 31 millones de euros (cuadro 4).

$$ACT = \left[\left(\left\{ pt * f * \frac{v}{o} \right\} * displ \right) * dt \right] * cct \quad [III]$$

El tercer componente es uno de los efectos indirectos comentados en la figura 1: se considera la posibilidad de que se produzca una relocalización del domicilio de algunos teletrabajadores hacia viviendas situadas en urbanizaciones de los municipios de influencia de la ciudad de Zaragoza. En este caso aumentarían los desplazamientos de algunos miembros de la unidad familiar a la ciudad de Zaragoza para determinadas actividades (ocio, sanidad, etc.) en ciertos períodos. Considerando un porcentaje promedio de cambios de domicilio del 5% de los teletrabajadores situados en el casco urbano hacia los municipios de influencia (ITAC, 2001), se plantea la fórmula [III] para valorar el coste medioambiental de esos cambios de domicilio (CCD) de los teletrabajadores:

$$CCD = [(pt * cd) * (despl * cct + \sum_i (em_i * cmc_i))] * dd \quad [III]$$

CCD depende del nivel de penetración del teletrabajo en la población ocupada urbana (pt), el porcentaje de cambio de domicilio de los teletrabajadores urbanos

(cd) valorado en el 5%, la duración promedio del desplazamiento a la ciudad (despl) estimado anteriormente en 14 kilómetros, los valores anteriormente explicados y estimados de cct, em_i y cmc_i, y el promedio de días (dd) que pueden tener que desplazarse a la ciudad, y que se estima en dos por semana, o 104 al año. Este coste representa entre 0,8 millones y 5 millones de euros (cuadro 4).

Por último, se ha considerado el impacto medioambiental del comercio electrónico, derivado del uso de este servicio por parte de los teletrabajadores (ACE). Se ha utilizado la expresión [IV] para calcular el ahorro neto en contaminación atmosférica y congestión de tráfico:

$$ACE = pt * \left[f_c * (c + nc) - \left(\frac{c}{v_c} + \frac{nc}{v_{nc}} \right) \right] * \left\{ (despl * cct) + \sum_i \left(\frac{em_i * cmc_i}{7} \right) \right\} * sr \quad [IV]$$

fórmula en la que los términos que no aparecen en las anteriores indican lo siguiente: el porcentaje de hogares de teletrabajadores que reciben un suministro de comestibles a la semana (c), el porcentaje de hogares de teletrabajadores que reciben un envío de otros productos (nc), el número de suministros de comestibles que se pueden repartir con cada vehículo de reparto (v_c), el número de envíos de otros productos que se pueden repartir con cada vehículo de reparto (v_{nc}), el porcentaje de teletrabajadores que utilizaban el coche para hacer la compra antes del uso del comercio electrónico (f_c), el desplazamiento promedio de los vehículos de reparto (despl), y el número promedio de semanas de reparto (sr).

Para las variables c, nc, v_c y v_{nc} se han utilizado las estimaciones (11) de Browne (2001). Para f_c se estima el valor 100% para los teletrabajadores de los municipios de influencia y del 60% para los teletrabajadores de la capital. Como variable de desplazamiento se ha considerado 12 kilómetros para el reparto en la ciudad y 36 kilómetros para los municipios de influencia. Por último, como número de semanas de reparto se ha considerado todo el año, es decir, 52 semanas.

El ahorro monetario anual neto obtenido gracias a la implementación del teletra-

bajo oscilaría entonces (cuadro 4) entre 13,8 millones y 82,8 millones de euros. Aunque ya se ha comentado la dificultad de valorar económicamente la reducción en emisiones contaminantes y en la congestión de tráfico, este método permite comparar el impacto medioambiental del teletrabajo en términos relativos a determinadas partidas presupuestarias del sector público. Así, por ejemplo, la estimación efectuada para el actual nivel de difusión del teletrabajo equivale al 10% del presupuesto sanitario de la Comunidad Autónoma.

Teniendo en cuenta que el impacto que se ha valorado es de carácter colectivo, este tipo de comparaciones puede resultar útil como argumento de apoyo en las políticas regionales y locales de fomento del uso de las tecnologías de la información y los sistemas de teletrabajo. El impacto económico de los programas de teletrabajo de las empresas y su repercusión sobre los propios teletrabajadores corresponde a otra dimensión de análisis, cuya valoración, al menos a corto plazo, resulta más fácil de efectuar (véase una guía en el cuadro 5). Por ello, prácticamente casi todos los análisis realizados sobre el impacto medioambiental del teletrabajo corresponden a estudios centrados en el ámbito de las empresas y de grupos de teletrabajadores.

La extrapolación de los resultados de estos estudios individuales a un nivel superior de agregación (por ejemplo, un país o una región) resulta poco adecuada y de ahí la necesidad de plantear los estudios del impacto medioambiental del teletrabajo a nivel agregado con una perspectiva global que tenga en cuenta la interrelación entre distintas variables influyentes y los factores moderadores en dichas relaciones.

CONCLUSIÓN

El objetivo de este artículo ha sido presentar un modelo de análisis cuantitativo para observar el impacto medioambiental del teletrabajo. El estudio se ha realizado sobre la base de los posibles efectos, tanto directos como indirectos, del uso del teletrabajo. El principal efecto directo del teletrabajo sobre el medio ambiente esta-

CUADRO 4
VALOR MONETARIO DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DEL TELETRABAJO EN UNA CIUDAD ESPAÑOLA
MILES DE EUROS

Nivel de penetración del teletrabajo (% población ocupada)	2,5	2,8	6,1	15
ACA. Valor monetario anual del ahorro en contaminación atmosférica	541,1	606,1	1.298,7	3.246,9
ACT. Valor monetario anual de la reducción de congestión de tráfico	5.232,6	5.860,5	12.558,3	31.395,9
CCD. Coste anual de cambio de domicilio (contaminación y tráfico)	872,6	977,3	2.094,2	5.235,6
ACE. Coste neto comercio electrónico a teletrabajadores	8.907,5	9.976,3	21.378,0	53.445,0
Ahorro monetario neto = ACA + ACT - CCD + ACE	13.808,6	15.465,6	33.140,8	82.852,2

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 5
VARIABLES DE ANÁLISIS PARA VALORAR EL IMPACTO ECONÓMICO (Y MEDIOAMBIENTAL)
DEL TELETRABAJO A NIVEL INDIVIDUAL Y DE EMPRESA

Transporte

Automóvil: kilómetros recorridos. Consumo de combustible. Número promedio de pasajeros. Coste de la gasolina.

Transporte público: kilómetros recorridos y gasto semanal. Tren, autobús interurbano, autobús urbano, ferry, avión.

Variación en el número de kilómetros. ¿Existe demanda latente (otros viajes cuando se teletrabaja)?

Equipos en la oficina

Horas a la semana que se usan los siguientes equipos: ordenador, monitor, impresora, fax, escáner, teléfono inalámbrico. Distinguir el tiempo que están activos los equipos, del tiempo que se encuentran en modo de ahorro de energía (y del que están apagados).

Equipos en casa

Horas a la semana que se usan los siguientes equipos: ordenador, monitor, impresora, fax, escáner, teléfono inalámbrico. Distinguir el tiempo que están activos los equipos, del tiempo que se encuentran en modo de ahorro de energía (y del que están apagados).

Iluminación en la oficina

Potencia de la bombilla, número de lamparas y número de horas a la semana que están encendidas. Lampara incandescente, fluorescente, halógeno, etc. Superficie de la zona de trabajo.

Tiempo (horas a la semana) que se utiliza el espacio de trabajo en la oficina. Tiempo que utiliza ese espacio otra persona.

Calefacción y aire acondicionado en casa

Tipo de energía utilizada para calefacción. Tipo de energía utilizada para aire acondicionado.

Variación (aumento o disminución) del uso de calefacción y aire acondicionado desde que se teletrabaja en casa.

FUENTE: <http://cgdm.berkeley.edu/telework/>.

ría en la reducción del consumo de energía y, por tanto, en una menor emisión de contaminantes a la atmósfera como consecuencia de la reducción de los desplazamientos laborales de los teletrabajadores a las empresas.

Por otra parte, la posible relocalización del lugar de residencia de los teletrabajadores podría impactar de forma indirecta sobre el medio ambiente, al generar nuevas pautas de transporte y de consumo de productos a través del comercio electrónico.

Las evidencias disponibles sugieren que el teletrabajo tiene un impacto medioambiental positivo en el entorno urbano, al menos en el corto plazo. El impacto del teletrabajo en casa y en telecentros es el más estudiado y muestra una reducción significativa en el número de kilómetros

recorridos y en la emisión de contaminantes, aun teniendo en cuenta los viajes adicionales que realicen los teletrabajadores desde su domicilio o los cambios en los hábitos de transporte del teletrabajador/a y las personas que convivan en la vivienda. Por el contrario, no parece que el teletrabajo haya producido una influencia significativa en la relocalización de la vivienda habitual, con posibles efectos medioambientales negativos por las mayores necesidades de transporte de productos y servicios en áreas geográficas más dispersas.

En el modelo de análisis se han considerado cuatro componentes de valor monetario de impacto medioambiental: ahorros anuales en contaminación atmosférica, ahorros anuales en congestión de tráfico, coste medioambiental de

cambio de domicilio y el ahorro neto del comercio electrónico. La valoración del impacto medioambiental de la difusión del teletrabajo se ha aplicado, a modo de ejemplo, para el caso de una ciudad española. Se han considerado cuatro posibles escenarios de difusión del teletrabajo: nivel de penetración estimado de la ciudad analizada, nivel de penetración nacional, promedio europeo y promedio de los países nórdicos. La valoración económica realizada con este modelo puede servir de comparación con determinadas partidas presupuestarias de la Administración Pública para justificar los programas de desarrollo de la Sociedad de la Información.

No obstante, para poder justificar la adopción del teletrabajo desde una perspectiva medioambiental, será necesario

que futuras iniciativas de teletrabajo utilicen métodos más rigurosos de análisis de datos, basados en estadillos detallados de hábitos de transporte, con un seguimiento durante un mayor período y que se tengan en cuenta los «efectos rebote» de transporte.

Existen otros muchos aspectos secundarios de los que todavía se desconoce bastante, por ejemplo: 1) el efecto que la reducción del uso de las infraestructuras de transporte (carreteras menos congestionadas o transportes públicos menos llenos) puede tener sobre la demanda latente de transporte en aquellas personas que no teletrabajan, y 2) cómo se reajustan otras actividades que antes se realizaban aprovechando los desplazamientos al trabajo.

Los cambios en la distribución espacial y temporal de las actividades laborales pueden tener probablemente implicaciones en la demanda de algunos servicios domésticos (guarderías, limpieza doméstica, etc.) así como en los servicios logísticos de las empresas. Estos cambios han de analizarse también para valorar las implicaciones medioambientales del teletrabajo de forma integrada, es decir, para tener en cuenta no solamente la menor contaminación derivada del ahorro de desplazamientos al trabajo, sino también los cambios en los hábitos de desplazamiento y de vida que pueden traducirse en otros efectos medioambientales del uso del vehículo privado y de furgonetas de reparto.

.....

(*) Este trabajo se ha realizado con la ayuda financiera del proyecto I+D+I exp. n.º 83/02, del Instituto de la Mujer y el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (2005).

.....

NOTAS

(1) El término utilizado por Jack Nilles fue el de *telecommuting*, cuya traducción podría ser teledesplazamiento, mientras que el término de teletrabajo (*teleworking*) es, en realidad, posterior. El propio Nilles (1998) considera que el término *teleworking* engloba al de *telecommuting*.

(2) Ya se ha indicado que los trabajadores a domicilio que se encuentran autoempleados o que no están conectados a un lugar central de trabajo no se consideran teletrabajadores.

(3) Los estudios empíricos señalan que los teletrabajadores (y sus gerentes) consideran más satisfactoria y productiva la opción de compartir el teletrabajo con la presencia física en la empresa varios días a la semana, o teletrabajar durante períodos cortos (Bélanger, 1999; Scott y Timmerman, 1999; Kurland y Cooper, 2002; Pérez *et al.*, 2003). Además, hay que contar con la tasa de abandono de los teletrabajadores para reintegrarse a la empresa, los cuales han de ser sustituidos por otras personas para que se sigan contabilizando los efectos medioambientales positivos (Varma *et al.*, 1998).

(4) Por ejemplo, algunos estudios señalan que se produce un cambio en las pautas de los viajes no relacionados con el trabajo, ya que los días en que se teletrabaja, el 30% de las actividades (compras, ocio, etc.) se realizan más cerca de casa que en los días que no se teletrabaja, en los cuales las actividades que se realizan son las situadas en el camino al trabajo (Saxena y Mokhtarian, 1997).

(5) Este ahorro de desplazamientos tenía que minorarse por el «efecto rebote» de los viajes adicionales que antes se realizaban en el camino o de vuelta del trabajo, tales como llevar a los niños al colegio o hacer la compra, y que los teletrabajadores tenían que realizar ahora de propio, antes o después de su jornada de teletrabajo en casa. Ésta es una limitación que se encuentra en varios estudios, al no ofrecer datos longitudinales detallados de los cambios en los hábitos de transporte de los teletrabajadores y sus familiares, y centrarse únicamente en los desplazamientos de carácter laboral.

(6) En este estudio sí que se indicaba que la mayoría había reducido sus desplazamientos no laborales, pero un 10% realizaba desplazamientos no laborales más largos y frecuentes.

(7) El estudio no indica cuál es el aumento del consumo de energía y de gasto de papel que han tenido que asumir los teletrabajadores en su domicilio por el trabajo en casa. En este sentido, las estimaciones de Nilles (1998) indican que el consumo de energía y consumibles en el domicilio es equivalente al que se tendría en la propia empresa, por lo que ésta no sería una fuente importante de ahorro neto.

(8) En la medida en que los grandes centros comerciales se han convertido también en lugares de ocio (restaurantes, cines, etc.), la separación entre desplazamientos de ocio y compra se hace menos nítida y con ello la reducción neta de desplazamientos por uno de los motivos (Golob y Regan, 2001).

(9) Existen ejemplos de este sistema ya en funcionamiento. En Francia y Bélgica el grupo Hachette utiliza su red de quioscos como puntos de recogida para los productos que

vende en Internet. En Japón, las pequeñas tiendas de ultramarinos, que permanecen abiertas casi todo el día y que están densamente distribuidas por todas las ciudades, ofrecen este servicio por un pequeño precio y con la esperanza de aumentar su negocio con las personas que entran.

(10) Se considera únicamente el teletrabajo en casa, dada la ausencia de telecentros, por lo que los desplazamientos incluidos en la fórmula son los totales del promedio. De esta forma, no se considerarán después los efectos indirectos de los desplazamientos alrededor del telecentro para realizar diversas actividades. (11) Browne (2001) consideró que el 20% de los hogares reciben un suministro de comestibles a la semana, el 100% de hogares un suministro de otros productos a la semana, y que cada vehículo de reparto puede suministrar 12 paquetes de productos comestibles o 150 paquetes de otros productos.

.....

BIBLIOGRAFÍA

- BAILEY, D. y KURLAND, N. (2002): «A review of telework research: Findings, new directions, and lessons for the study of modern work», *Journal of Organizational Dynamics*, vol. 28, pp. 383-400.
- BAIN, W., ADIDJAJA, C. y PASWELL, R. (1995): *Telecommuting from the NYNEX Satellite Work Centre at Mineola*, City College of New York, Long Island.
- BALEPUR, N., VARMA, K. y MOKHTARIAN, P. (1998): «The transportation impacts of centre based telecommuting: Interim findings from the Neighbourhood Telecenters project», *Transportation Research D*, vol. 25 n.º 6, pp. 287-306.
- BÉLANGER, F. (1999): «Workers' propensity to telecommute: An empirical study», *Information & Management*, vol. 35, pp. 139-153.
- BROWNE, E. (2001): *E-commerce and urban transport*, Seminario de la OCDE, 5-6 junio, París, <http://www1.oecd.org/cem/online/ecom01/Browne.pdf>.
- DANIELS, K., LAMOND, D. y STANDEN, P. (2001): «Teleworking: frameworks for organizational research», *Journal of Management Studies*, vol. 38, n.º 8, pp. 1151-1185.
- DIAZ, M.ª A. y JIMÉNEZ, F. J. (2002): «Transportes y movilidad ¿necesidades diferenciales según género?», *II Seminario internacional sobre género y urbanismo-Infraestructuras para la vida cotidiana*, ETSAM-UPC. 27-28 mayo, www.generourban.org.
- ELLEN, I. y HEMPSTEAD, K. (2002): «Telecommuting and the demand for urban living: a preliminary look at white-collar workers», *Urban Studies*, vol. 39, n.º 4, pp. 749-766.
- EMPIRICA (2000): *Conditions for the Development of New Ways of Working and Electro-*

- nic Commerce in Spain*, Final Report, Electronic Commerce and Telework Trend, Madrid, Empirica & DyR.
- EUROPEAN COMMISSION (2002): *eWork 2002: Status Report on New Ways to Work in the Information Society*, Directorate-General XIIIb, Bruselas.
- FORSEBÄCK, L. (1998): *IT is the answer – but what was the question? Flexible working from various societal perspectives*, IHM Förlag.
- GASPAR, J. y GLAESER, E. (1998): «Information technology and the future of cities», *Journal of Urban Economics*, vol. 43, pp. 136-156.
- GOLOB, T. y REGAN, A. (2001): «Impacts of information technology on personal travel and commercial vehicle operations: research challenges and opportunities», *Transportation Research C*, vol. 9, n° 2, pp. 87-121.
- GOULD, J. y GOLOB, T. (1997): «Shopping without travel or travel without shopping? – An investigation of electronic home shopping», *Transportation Reviews*, vol. 17, n° 4, pp. 355-376.
- GRAY, M., HODSON, N. y GORDON, G. (1995): *El Teletrabajo*, Fundación Universidad-Empresa, Madrid. «Impacto potencial del teletrabajo en el transporte en el área metropolitana de Madrid», pp. 263-269.
- HAMER, R., KROES, E. y VAN OOSTSTROOM, H. (1991): «Teleworking in the Netherlands: an evaluation of changes in travel behaviour», *Transportation*, vol. 18, n° 6, pp. 365-382.
- HANDY, S. y MOKHTARIAN, P. (1996): «The future of telecommuting», *Futures*, vol. 28, pp. 227-240.
- HARRINGTON, S. y RUPPEL, C. (1999): «Telecommuting: A test of trust, competing values, and relative advantage», *IEEE Transactions on Professional Communication*, vol. 42, n° 4, pp. 223-239.
- HENDERSON, D. y MOKHTARIAN, P. (1996): «Impacts of centre based telecommuting on travel and emissions. Analysis of the Puget Sound demonstration project», *Transportation Research D*, vol. 1, n° 1, pp. 29-45.
- HOCHSCHILD, A. (1997): *The Time Bind: When Work Becomes Home and Home Becomes Work*, Henry Holt & Company, Inc.
- HOPKINSON, P., JAMES, P. y SELWYN, J. (1999): *The environmental impact of teleworking*, Actas del Congreso de Telework 99, Aarhus, Dinamarca, pp. 187-195.
- HOPKINSON, P. y JAMES, P. (2000a): *BT Options 2000 – A pilot study of its environmental and social impacts*, British Telecom and Bradford University Report, http://www.workingfromhome.co.uk/wfh/ezine/newsz_b.htm.
- HOPKINSON, P. y JAMES, P. (2000b): *Virtual traffic – Will e-business mean less transport and more sustainable logistics*, Digital Futures Project, <http://www.digitalfutures.org.uk>.
- HOPKINSON, P., MAYURAMA, T. y SELWYN, J. (2001): *The impacts of teleworking – A study of AA employees*, Bradford University & Centre for Environmental and Economic Development, Cambridge.
- HULTKRANTZ, O. y LUMSDEN, K. (2001): *E-commerce and consequences for the logistic industry*, Seminario de la OCDE, 5-6 junio, París, <http://www1.oecd.org/cem/online/ecom01/Hult.pdf>.
- HUWS, U., KORTE, W. y ROBINSON, S. (1990): *Telework: Towards the Elusive Office*, Chichester: John Wiley & Sons.
- HUWS, U. (2000): *Equality and Telework in Europe*, European Commission, Bruselas.
- ILLEGEMS, V., VERBEKE, A. y S'JEGERS, R. (1999): *Teleworking: a multipurpose policy tool*, Actas del Congreso de Telework 99, Aarhus, Dinamarca, pp. 172-187.
- ILLEGEMS, V., VERBEKE, A. y S'JEGERS, R. (2001): «The organizational context of teleworking implementation», *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 68, n° 2, pp. 275-291.
- ITAC (2001): *Telework in the United States: Telework America Survey 2001*, International Telework Association Council, Washington D.C.
- KILPALA, H., SENEVIRATNE, P. y PEKKARINEN, S. (2000): *Electronic grocery shopping and its impact on transportation and logistics with special reference to Finland*, Transportation Research Board, Washington D.C.
- KOENIG, B., HENDERSON, D. y MOKHTARIAN, P. (1996): «The travel and emissions impacts of telecommuting for the State of California Telecommuting Pilot Project», *Transportation Research C*, vol. 4, n° 1, pp. 13-32.
- KURLAND, N. y COOPER, C. (2002): «Manager control and employee isolation in telecommuting environments», *Journal of High Technology Management Research*, vol. 13, pp. 107-126.
- MADSEN, S. (2003): «The effects of home-based teleworking on work-family conflict», *Human Resource Development Quarterly*, vol. 14, n° 1, pp. 35-58.
- MANNERING, J. y MOKHTARIAN, P. (1995): «Modelling the choice of telecommuting frequency in California: an exploratory analysis», *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 49, n° 1, pp. 49-73.
- MATTHEWS, H. y HENDRICKSON, C. (2001): *Economic and Environmental Implications of Online retailing in the U.S.*, Seminario de la OCDE, 5-6 junio, París, <http://www1.oecd.org/cem/online/ecom01/Matthews.pdf>.
- MAYERES, I., OCHELEN, S. y PROOST, S. (1996): «The marginal external cost of urban transport», *Transportation Research D*, vol. 1, n° 1, pp. 1-39.
- MILLAR, J. y CAIRNS, S. (1998): *Home delivery – Environmental solution or disaster*, The Institute of Logistics Conference, British Library.
- MITCHELL, H. y TRODD, E. (1994): *An Introductory Study of Telework-Based Transportation-Telecommunications Substitution*, UK Department for Transport, Local Government and the Regions.
- MITOMO, H. y JITSUZUMI, T. (1999): «Impact of telecommuting on mass transit congestion: the Tokyo case», *Telecommunications Policy*, vol. 23, n° 10-11, pp. 741-751.
- MOKHTARIAN, P. (2000): *Telecommunications and Travel*, Transportation Research Board, Washington D.C.
- MOKHTARIAN, P., HANDY, S. y SALOMON, I. (1995): «Methodological issues in the estimation of travel, energy and air quality impacts of telecommuting», *Transportation Research A*, vol. 29, n° 4, pp. 283-302.
- MOKHTARIAN, P. y SALOMON, I. (1997): «Merging travel patterns: do telecommunications make a difference», *VIII Congreso de la International Association for Travel Behavior Research*, Austin, 21-25 septiembre.
- MOKHTARIAN, P. y VARMA, K. (1998): «The trade-off between trips and distance travelled in analysing the emissions of centre based telecommuting», *Transportation Research D*, vol. 3, n° 6, pp. 418-428.
- MONTREUIL, S. y LIPPEL, K. (2003): «Telework and occupational health: a Quebec empirical study and regulations implications», *Safety Science*, vol. 41, pp. 339-358.
- MORALES, S. (2001): *Estudio estratégico del sector del taxi en Zaragoza: plan de actuación y modernización*, Centro Politécnico Superior, Zaragoza.
- MOSS, M. (1998): «Technology and cities», *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*, vol. 3, n° 3, pp. 107-127.
- NEMOTO, T., VISSER, J. y YOSHIMOTO, R. (2001): *Impacts of Information and Communication Technologies on Urban Logistic System*, Seminario de la OCDE, 5-6 junio, París, <http://www1.oecd.org/cem/online/ecom01/Nemoto.pdf>.
- NILLES, J. (1975): «Telecommunications and organizational decentralization», *IEEE Transactions on Communication*, vol. 23, pp. 1142-1147.
- NILLES, J. (1998): *Managing Telework. Strategies for Managing the Virtual Workforce*, John Wiley & Sons, Nueva York.
- NOVACO, R. W., KLEWER, W. y BROQUET, A. (1991): «Attributes, cognitions, and coping styles: teleworkers' reactions to work-related problems», *Journal of Applied Social Psychology*, vol. 25, pp. 117-128.
- PENDYALA, R., GOULLIAS, K. y KITAMURA, R. (1991): «Impact of telecommuting on spatial and temporal patterns of household travel», *Transportation*, vol. 18, pp. 383-409.
- PÉREZ, M., DE LUIS, M. P. y MARTÍNEZ, Á. (2001): «El teletrabajo en Aragón: estudio de su adopción potencial en las empresas», *Economía Aragonesa*, n° 15, pp. 123-148.

- PÉREZ, M., DE LUIS, M^a P. y MARTÍNEZ, Á. (2002): «Las ventajas y desventajas del teletrabajo: estudio de su adopción potencial en las empresas», *Alta Dirección*, n^o 226, pp. 18-26.
- PÉREZ, M., MARTÍNEZ, Á. y DE LUIS, M^a P. (2003): «The management of teleworking adoption: an organisational study of feasibility perception in industrial and service companies», *International Journal of Human Resources Development and Management*, vol. 3, n^o 3, pp. 226-248.
- PETERS, P., TIJDENS, K. y WETZELS, C. (2004): «Employees' opportunities, preferences, and practices in telecommuting adoption», *Information & Management*, vol. 41, n^o 4, pp. 469-482.
- POLK, M. (2003): «Are women potentially more accommodating than men to a sustainable transportation system in Sweden?», *Transportation Research D*, vol. 8, n^o 2, pp. 75-95.
- SALOMON, I. (1996): «Telecommunications, cities, and technological opportunism», *Annals of Regional Science*, vol. 30, n^o 1, pp. 75-90.
- SAXENA, S. y MOKHTARIAN, P. (1997): «The impact of telecommuting on the activity space of participants and their households», *Geographical Analysis*, vol. 29, n^o 2, pp. 124-144.
- SCHEELE, F. y OHLSSON, K. (1998): *Time, efficiency and quality*, KFB Report.
- SCOTT, C. y TIMMERMAN, C. (1999): «Communication technology use and multiple workplace identifications among organizational teleworkers with varied degrees of virtuality», *IEEE Transactions on Professional Communication*, vol. 41, n^o 4, pp. 240-260.
- SMITH, N., FERREIRA, L. y MEAD, E. (2001): *E-Business Impacts on the Transport System*, National Transport Secretariat of Australia, <http://www.nts.gov.au/media.htm#ebusinesspapers>.
- TEO, T., LIM, V. y WAI, S. (1998): «An empirical study of attitudes towards teleworking among information technology (IT) personnel», *International Journal of Information Management*, vol. 18, n^o 5, pp. 329-343.
- TREGASKIS, O. (2000) «Telework in its national context», en K. Daniels, D. A. Lamond y P. Standen (eds.), *Managing Telework*, Thomson Learning, Londres, pp. 9-20.
- VARMA, V., HO, G., STANEK, D. y MOKHTARIAN, P. (1998): «The duration and frequency of telecentre use: once a telecommuter, always a telecommuter?», *Transportation Research C*, vol. 1, n^o 2, pp. 47-48.
- VIORRETA, C. (2001): *La capacidad de teletrabajar*; Fundación ONCE, Madrid.
- WEST, H. (1999): *Washington Metropolitan Telework Demonstration Project*, <http://www.mwco.org/commuter/telesult.html>.