



TRANSPORTE URBANO Y CONSUMO ENERGETICO

por Javier Barreiro López, Joaquín Martínez-Vilanova Martínez

EL PROBLEMA ENERGETICO. RECURSOS Y CRECIMIENTO ECONOMICO

El desarrollo económico de los países occidentales se ha apoyado en la libre disposición de una energía abundante y barata. La trascendencia de la crisis en la producción y comercialización del petróleo que se inició en octubre de 1973 y ha vuelto a tomar actualidad en 1979, se manifiesta en su repercusión sobre las economías de los países desarrollados, donde ha provocado una fuerte recesión económica con graves incidencias sobre los niveles de empleo, agudizándose al mismo tiempo las tensiones inflacionistas.

El problema energético no se reduce a dimensiones puramente coyunturales sino que, por el contrario, se encuentra íntimamente ligado a un cambio en las estructuras políticas y económicas mundiales.

Si bien las reservas mundiales probadas de energía primaria parecen ser suficientes para responder a las necesidades de los próximos 1000 años, las reservas de los yacimientos de petróleo son más discutidas y así nos encontramos con diferentes criterios que valoran los límites en 30, 50 ó 100 años. Es importante la afirmación que realiza Emilio Fontela, catedrático de la Universidad de Ginebra, en su trabajo «El petróleo y la situación

energética mundial», donde dice: «la escasez de petróleo parece muy improbable durante los próximos 100 años, aunque una política de limitación de la oferta pueda formar parte de la estrategia de los productores».

La discusión política en todos los países se articula alrededor de un concepto: la elasticidad del consumo de energía con relación al PIB (elasticidad que se interpreta como relación cuantitativa entre la tasa de crecimiento del consumo de energía y la tasa de crecimiento del PIB).

Esto es importante para intentar valorar la demanda futura de energía, así como clarificar la incertidumbre existente sobre las reservas y su agotamiento pero no hay que olvidar que las proyecciones de consumo a largo plazo son modificadas constantemente a la baja, al ser cada día más evidente que las elasticidades/precio a largo plazo son mucho más elevadas de lo que los fenómenos de gran inestabilidad a corto plazo hacían prever.

Así por ejemplo, la disminución de la elasticidad con respecto al PIB en el período 1950-1973 se explica con el cambio de la estructura productiva ya que la disponibilidad y precio de la energía no eran factores importantes en las decisiones empresariales, pero a partir de 1973 la necesidad de economizar energía para disminuir costes de producción da lugar a que el consumo en los países

de la O.C.D.E. en 1978 fuese inferior en un 8 % al previsto.

En la actualidad los hechos que definen el mercado mundial del petróleo son los siguientes:

- Fuerte incremento de precios
- Equilibrio precario entre oferta y demanda
- Gran desarrollo en los circuitos tradicionales de aprovisionamiento.

ESTRUCTURA DEL CONSUMO EN ESPAÑA

La incidencia de la crisis energética en España puede ponerse de manifiesto con su estructura de consumo apareciendo una situación más vulnerable que la media del mundo industrializado.

Distribución del abastecimiento en 1977, por fuentes de energía:

Fuentes	% de participación	% de importación
Carbones	17,—	19,—
Petróleo	62,5	98,—
Gas natural	1,9	100,—
Energía hidroeléctrica	15,9	—
Energía nuclear	2,7	—
Total	100,—	70,—

El consumo de energía primaria durante el año 1977 fue de $68,7 \times 10^6$ tep (tonelada equivalente de petróleo) que se distribuye de la siguiente forma:

Sectores	Millones	%
Sector energético	18,3	26,6
Bunkers y exportaciones	2,2	3,2
Industria	24,7	36,—
Transporte	13,7	19,9
Usos domésticos	4,4	6,4
Agricultura	3,—	4,4
Servicios	2,4	3,5
Total	68,7	100,0

De este total de energía pueden deducirse las cantidades consumidas en la transformación energética y las exportaciones, obteniendo el consumo final directo de energía que en 1977 se distribuyó de la siguiente forma:

Sectores	% de consumo
Industria	51,3
Transporte	28,4
Usos Domésticos	9,1
Agricultura	6,2
Servicios	2,4
Total	100,—

De todo esto se puede ver que el transporte en España consume el 19,4 % de la energía primaria y el 28,4 % del consumo final directo.

CONSUMO Y DEPENDENCIA DEL SECTOR TRANSPORTE

Si el análisis se realiza desde el punto de vista del consumo de petróleo, la participación del transporte es todavía más destacada y así el consumo relativo de productos petrolíferos energéticos concerniente al sector del transporte es del 37,6 %, correspondiendo al transporte por carretera el 26,8 %.

Estos índices muestran la fuerte dependencia del sector del transporte de la energía de origen petrolífero y que es, además, importante por la gran dificultad que presenta este sector para la utilización de fuentes alternativas de energía.

En cuanto a la distribución del consumo por modos de transporte tenemos que del total de la energía consumida en transportes en el año 1976, el 73,2 % correspondió a la carretera, el 14 % al transporte marítimo, 8,2 % al transporte aéreo, 3,7 % al ferrocarril, 0,3 % al transporte por oleoducto y el 0,6 % restante a otros modos como metropolitano, tranvías y transporte por cable.

Si se analiza la estructura del consumo de productos petrolíferos por modos, se tiene que los porcentajes anteriores son todavía más elevados excepto el correspondiente al ferrocarril, modo en el que la utilización de otras fuentes de energía diferentes del petróleo es posible.

Centrando el análisis en el transporte por carretera debido a su importancia en el consumo total, se puede diferenciar el consumo entre zona urbana e interurbana representando el consumo en zona urbana el 24,5 % del consumo total de energía en el sector transporte y el 25,1 del total de productos petrolíferos consumidos en el sector; en lo que se refiere al transporte interurbano por carretera, los porcentajes de participación son el 48,7 % y el 49,9 %, respectivamente.

Comparación entre los consumos unitarios de los distintos modos de transporte

El establecer comparaciones entre los consumos unitarios de los diferentes modos de transporte no es tarea fácil, ya que la influencia del tamaño de la oferta, de las características de la infraestructura y las variaciones en la ocupación, dan lugar a desviaciones importantes. No obstante, vamos a hacer alguna aproximación sobre el tema diferenciando en principio el tráfico interurbano y el urbano, donde los consumos de un mismo vehículo difieren sustancialmente.

La estructura de la demanda de transporte interurbano de viajeros en 1976 fue la siguiente (1):

Unidad	Modo				Total
	Auto-móvil privado	Autobús	Ferrocarril	Avión	
10 ⁶ viajero · km (vk)	130.640	33.806	9.960	5.386	151.792
Participación%	67,83	22,13	6,52	3,52	100,—

(1) Situación energética de Sector Transporte. Centro de Estudios de la Energía.



Petróleo; menos cantidad y coste más elevado. Para el transporte sólo existen dos salidas teóricas: disminuir el consumo total y reducir la dependencia de esta fuente (para pasar a depender de la nuclear inevitablemente). A nivel urbano lo primero resulta difícil y la electrificación prácticamente imposible. El constante aumento del precio de las gasolinhas-auto no parece constituir un freno importante al consumo.

A continuación se presentan los consumos en gep por vk. de los diferentes modos en transporte interurbano:

Modo	Consumo (gep/vk.)
Automóvil	25 a 40
Autocar	9 a 20
Tren	11 a 16
Avión	60 a 130

En consecuencia, el avión es el modo de menor rendimiento energético y el automóvil consume de dos a cuatro veces más que el tren y autocar. Hay que tener en cuenta en este caso que el grado de ocupación del autocar en España suele ser elevado.

En lo que se refiere al transporte urbano de viajeros, su estructura de la demanda se presenta a continuación:

Unidad	Modo			
	Automóvil privado	Metro y FFCC	Autobús	Total
10 ⁶ viajeros km	35.654	4.324	4.322	44.300
Participac. %	80,48	9,76	9,76	100,—

Los consumos unitarios en zona urbana de los diferentes modos utilizados son los siguientes:

Modo	Consumo (gep/vk.)
Automóvil	60 - 70
Metro	20 - 30
Tren cercanías	18
Autobús	16-20
Moto	25
Motocicleta	10

A la vista de estos valores, resulta evidente que el automóvil es el medio energéticamente más caro y la motocicleta el menos consumidor. Se puede tener en cuenta la bicicleta, pero es un medio muy selectivo en función del tipo de ciudad, distancia a recorrer, etc.

En algunos estudios se presentan resultados sobre los diversos consumos unitarios de los diferentes modos, así P. Matry en el «Sexto Simposium Internacional sobre la teoría y práctica en la economía de los transportes» celebrado en Madrid, en septiembre de 1975, ofrece los siguientes resultados:

Consumo energético relativo de los diferentes vehículos utilizados en el transporte urbano por viajero/Km. El índice unidad (100) se le asigna al autobús:

Ciclomotores	75
Autobús	100
Metros y Tranvías	150
Coches europeos	300
Coches americanos	450

Para el transporte interurbano:

Autobús	100
Tren	150
Automóvil	300
Avión	600

En un artículo de J. Valero en la revista Ruedas Altas de enero-febrero de 1978 y para el caso de Madrid se obtiene lo siguiente:

Metro Suburbano	25 g.e.c./viajero-Km.
Autobuses E.M.T.	25 »
Autobuses periféricos	23 »
Taxis	60 »
Vehículos privados	86 »

donde g.e.c. significa gramos equivalentes de carbón. (1 KM h = 353 gec; 1 litro de gas-oil = 1.308 gec; 1 litro de gasolina = 1.175 gec; 1 gep = 1,428 gec).

Un estudio similar llevado a cabo para un conjunto de ciudades francesas concluye con los siguientes resultados:

Autobús	18	g.e.c./viajero-Km.
Metro	33	»
Vehículo privado	115	»

Las diferencias entre los datos ofrecidos, que no son fundamentales, se deben a la diferencia en los métodos de medida así como a la posible diferencia existente en los tramos utilizados, peso de los vehículos, tipo de infraestructura, forma de conducción, grado de congestión, grado de ocupación, etc.

No obstante, en toda esta información aparece el tren como el modo de transporte más rentable energéticamente así como los demás transportes colectivos en detrimento de los taxis y vehículo privado.

Después de todo esto parece indicado el mencionar el interés energético de las políticas destinadas a mejorar el rendimiento de cada modo de transporte, así como las que favorezcan las transferencias hacia los modos más eficientes.

POSIBILIDADES DE AHORRO ENERGETICO EN LOSTRANSPORTES URBANOS

La situación de crisis descrita hace plantear la adopción en los diferentes sectores de un conjunto de medidas que tiendan a lograr un menor consumo: se trata de ahorrar energía y, en concreto, economizar petróleo.

En el sector transportes se presenta un amplio abanico de posibilidades a nivel teórico: medidas a nivel de los vehículos o de la demanda de viajes, actuaciones de índole política o tecnológica, etc. En realidad, su implantación presenta, en general, problemas por el carácter de bien intermedio del sector transporte, con la consiguiente repercusión sobre la actividad económica y por el papel que en la sociedad actual desempeñan los desplazamientos en la vida cotidiana de los individuos.

De las diferentes tipologías que pueden adaptarse para clasificar las medidas de ahorro energético, se recogen a continuación dos especialmente significativas según se atiende al objeto o al alcance temporal de las mismas.

POSIBLES MEDIDAS DE AHORRO ENERGETICO

En el primer caso las situaciones pueden ordenarse del siguiente modo:

- Medidas de urgencia.
- Otras medidas a corto, medio y largo plazo.
- Destinadas a orientar la demanda hacia modos más eficientes.
- Dirigidas a reducir los consumos unitarios de los vehículos, actuando sobre ellos o sobre la forma de utilizarlos.
- Encaminadas a disminuir el consumo total en base de plantear el origen de las necesidades de transporte.

Por otra parte, es importante señalar la importancia del consumo energético indirecto, esto es, el dedicado a construir vehículos e infraestructuras y a su mantenimiento, más el consumo nece-

sario para la realización del proceso de refinado que conduce a la obtención de los productos petrolíferos consumidos directamente en el sector transporte.

Por consiguiente, otro conjunto de medidas a poner en práctica para el logro de ahorros energéticos sería:

- Medidas conducentes a reducir los consumos energéticos indirectos del sector transporte.
- Medidas de emergencia.

La aparición de una situación de crisis en el suministro de crudos repercute gravemente sobre el transporte, cuya dependencia del petróleo es muy importante.

En la coyuntura planteada en el período que transcurrió entre octubre de 1973 y febrero de 1974 se produjo una situación de este tipo, por lo que no hubo más remedio que llevar a la práctica, allí donde el problema de la carencia de reservas se presentaba con mayor gravedad (o donde el espíritu previsor se impuso sobre el mantenimiento a ultranza de los hábitos de vida), un conjunto de medidas que pueden calificarse como de emergencia.

Estas actuaciones pueden ser clasificadas en dos tipos: restricciones en la utilización de los vehículos y controles sobre el suministro y distribución de combustible.

En el primer grupo se incluyen la prohibición de circular vehículos en días festivos y la limitación de acceso en automóvil al centro de las ciudades.

La prohibición de circular en automóvil los domingos se introdujo en Holanda, Bélgica, Italia, Alemania, Suiza, Noruega y Dinamarca, durante el período más agudo de la crisis, de forma radical o con limitaciones, del tipo de circular únicamente la mitad de los coches cada fin de semana, según que su número de matrícula fuese par o impar (caso de Alemania, Grecia o Italia).

Una medida de este tipo ocasiona ahorros sensibles de gasolina. En Bélgica se estimaron en 7,5 a 11 millones de litros por cada domingo sin circulación. El ahorro en Alemania supuso del 5 al 6 % del consumo mensual, por cada domingo (2).

En cuanto al suministro de combustible se presentan varias posibilidades:

- Prohibición de venta de gasolina durante los fines de semana.
- Establecimiento de un cupo máximo por cada coche en cada operación de llenado.
- Establecimiento de un cupo máximo de distribución a las estaciones de servicio.
- Racionamiento del combustible.

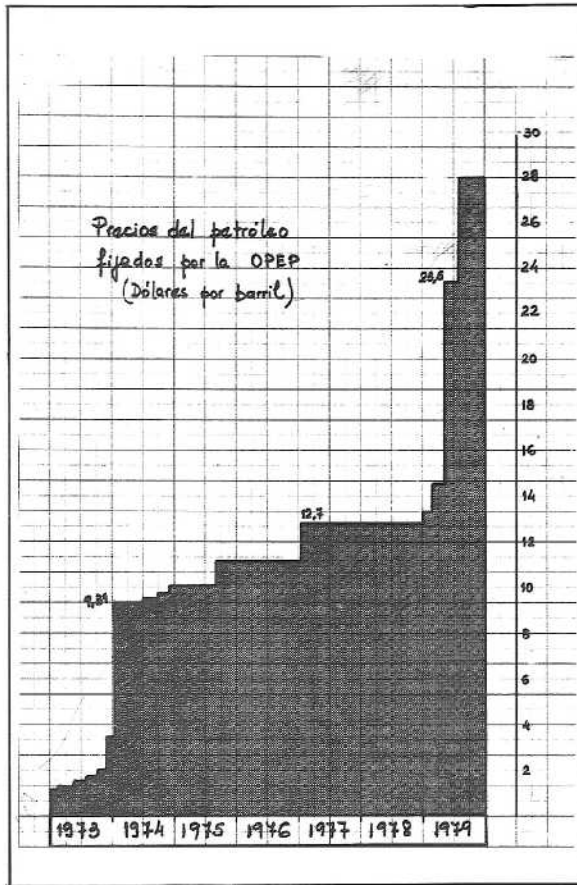
Este último sistema, cuya implantación ha sido estudiada y preparada en muchos países, ha llegado a ponerse en práctica en Suecia, Noruega y Holanda, en 1973-74.

El racionamiento es un método difícil de aplicar. La necesidad de suministrar extras sobre el cupo, y permitir excepciones para casos de urgencia, servicio público, etc., puede conducir a ahorros reducidos comparados con las incomodidades

(2) C. Kenneth Orski: «The Potencial for Fuel Conservation: The Case of the Automobile», in *Transportation Research*, Vol. 8, 1974.

Los precios subieron un 1.700% desde 1971

El petróleo, convertido en árbitro de todo en sólo nueve años



Transporte urbano y consumo energético

La crisis energética y concretamente el aumento constante de los precios del petróleo favorecen el proceso inflacionista, pero no constituyen su principal causa.

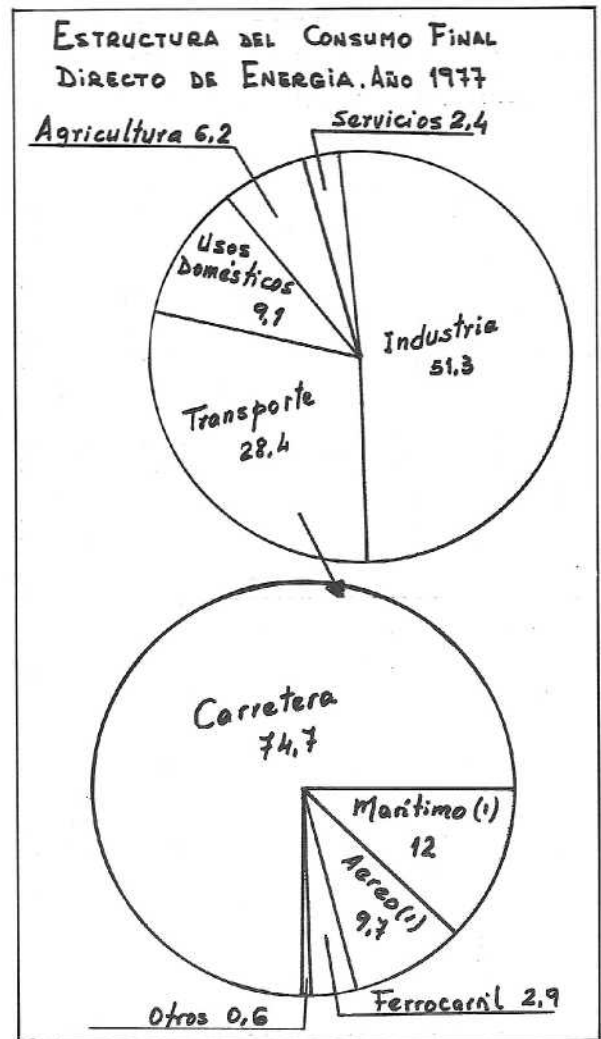
que el sistema origina a los usuarios y a los encargados de ponerlos en práctica.

Otro grupo de medidas sobre el suministro de combustible consiste en la disuasión del consumo mediante el mecanismo de los precios.

Los efectos de esta política no son considerables en cuanto a ahorro (aunque proporcionan unos ingresos suplementarios para el Estado), debido al reducido valor de la elasticidad de la demanda de gasolina con respecto al precio, que los estudios realizados sitúan en el intervalo (-0,2, -0,4) lo que equivale a afirmar que por cada 10 % de incremento en el precio se produce una restricción de la demanda que oscila entre el 2 % y el 4 %.

— Medidas destinadas a orientar la demanda hacia modos más eficientes.

Las diferencias constatadas en los rendimientos energéticos de los diferentes modos de transporte tienen como consecuencia que las variaciones en la distribución de viajes entre ellos se traduzca en una modificación del consumo total. Las actuaciones pueden orientarse a corto, medio y largo plazo, como se describe más adelante y consisten básicamente en la promoción del transporte pú-



(1) No comprende suministro a flotas extranjeras.
Fuente: Instituto de Estudios de Transporte y Comunicaciones. Elaboración propia.

blico y disuasión de la utilización del automóvil para la realización de viajes cortos en horas punta.

— Reducción de consumos unitarios.

Las actuaciones pueden tener por objeto los vehículos o la utilización que de ellos se hace.

En el primer apartado se pueden incluir las siguientes:

- Forma del vehículo, neumáticos, peso, potencia, mecánica, accesorios, etc.

Factores tales como el perfil aerodinámico, diseño de neumáticos, hinchado, etc., influyen en el consumo del vehículo, pudiéndose reducir el consumo hasta en un 10 %. Los neumáticos radiales producen ahorro del -1,5 % al 2,2 %.

Pero el peso es probablemente el factor que tiene mayor influencia, especialmente en zonas urbanas, como consecuencia del mayor número de operaciones de arranque, frenado y variaciones de velocidad, originando un consumo suplementario de 1-2 % por cada 50 Kg. de más en los automóviles.

Por el contrario, una reducción del 10 % produciría un ahorro del 6,2 % sobre el total del consumo de estos vehículos, equivalente al 3,74 % en el conjunto de los transportes, según un estu-

dio realizado por el Japon Transport Economics Research Center; el estudio ((Posibilidades de ahorro de energía en el transporte de personas (Instituto de Estudios de Transportes y Comunicaciones, EYSER, 1979) da el valor del 6 % referido al consumo total del transuorte urbano.

En cuanto a la potencia, un estudio de la O.C.D.E. (3) estima que el paso a modelos de potencia reducida puede conducir a reducciones de consumo comprendidas entre el 25 y el 60 %. Los valores obtenidos en otros estudios resultan algo inferiores.

Otros aspectos influyen en el consumo de los vehículos:

El cambio automático, tan frecuente en los coches americanos, produce un aumento en el consumo de gasolina. Lo mismo ocurre con el aire acondicionado, que ocasiona un consumo suplementario del 9 %, pudiendo llegar al 20 % en conducción en ciudad, en tiempo muy caluroso. Con el «overdrive» (velocidad multiplicada) se pueden obtener ahorros de hasta el 20 % en largas distancias.

Con respecto a los motores diesel, aunque su rendimiento es inferior a los de explosión, la diferencia no resulta demasiado importante en potencias como las de los automóviles, especialmente cuando circulan a alta velocidad.

Las propuestas de proyectar un modelo de coche exclusivamente urbano, como solución al problema de la crisis energética son comentados en un informe llevado a cabo en Francia en 1976 (4) concluyendo que aunque este nuevo tipo de coche consumiera menos que los actuales, su consumo unitario por viajero-Km. sería superior al de los transportes colectivos y, por otra parte, resultaría necesario un elevado coste energético para su fabricación.

Con respecto a los vehículos eléctricos, si se comparan todas las fases de conversión por las que pasa la energía desde la producción primaria hasta la propulsión de las ruedas del vehículo, puede comprobarse que el rendimiento global del coche eléctrico es del orden del 15 por 100 en comparación con el 10 por 100 de los motores de combustión interna actuales, lo que no representa una gran ventaja, si se tienen en cuenta los inconvenientes que supone el menor radio de acción y la menor agilidad del motor eléctrico. Estos presentan, no obstante, una ventaja considerable que resulta difícil de evaluar cuantitativamente, la no contaminación atmosférica, lo que representa un bien social considerable en zonas urbanas. Parece que aún tendrán que pasar de 10 a 15 años antes de que el coche eléctrico pueda establecerse en el mercado.

— Acciones sobre la utilización de los vehículos.

Algunas de estas medidas pueden llegar a resultar tanto o más importantes que las contenidas en el apartado anterior. Es el caso del aumento del índice de ocupación y la limitación de velocidad.

(3) O.C.D.E. «Perspectivas energéticas hasta 1985» (1975).

(4) Ministère de l'Economie et des Finances, Secrétariat d'Etat aux Transports: Rapport Merlin, «Comment économiser l'énergie dans les transports», 1976.

● Ocupación de los vehículos.

Existen varios sistemas para intentar aumentar el índice de ocupación. En un primer nivel se incluyen las campañas en los medios de difusión informando a los usuarios de los ahorros y ventajas del método. Después, están los programas destinados a inducir el uso lo más colectivo posible de los vehículos privados mediante estímulos en los precios, lo cual es factible de organizar en los viajes domicilio-trabajo (que, por otra parte es donde más interesa conseguir el aumento de ocupación): peajes reducidos en autopista, descuentos en aparcamientos, mejor localización o facilitación, o incluso reservar para coches con varios pasajeros determinados carriles en carreteras y autopistas. Puede actuarse, asimismo, sobre algunos impuestos, introducir limitaciones en el uso de infraestructuras (autopistas, aparcamientos) o en el suministro de combustible, etc.

En cuanto al transporte público, el aumento en el índice de ocupación representa, asimismo, un ahorro en el consumo de energía por viajero-Km. Ahora bien, se debe ser prudente en la aplicación de medidas que comporten una reducción de la calidad del servicio, pues podría producir un trasvase de parte de los viajeros al vehículo privado.

● Limitación de velocidad.

Las limitaciones de velocidad constituyen el segundo medio de importancia en cuanto a efectos sobre el consumo energético. Su relativa facilidad de implantación ha hecho que esta medida sea considerada prioritariamente entre las actuaciones encaminadas a lograr ahorros energéticos, en el sector transporte.

A 70 Km./hora, la resistencia del aire es la mitad que a los 100 Km./hora y la tercera parte que a 125 Km./hora. Circulando a 120 Km./hora se consume un 30 % más que circulando a 90 Km./hora en las mismas condiciones viales.

Otros datos sobre los efectos de la velocidad en el consumo de gasolina del automóvil figuran en la tabla siguiente:

Velocidad del vehículo	km/hora	50	65	80	100	115
Rendimiento unitario	km/litro	8,95	8,96	8,28	7,44	6,35

Fuente: U.S.A. Department of Transportation: "The effect of speed on Automobile Gasoline Consumption Rates", 1973.

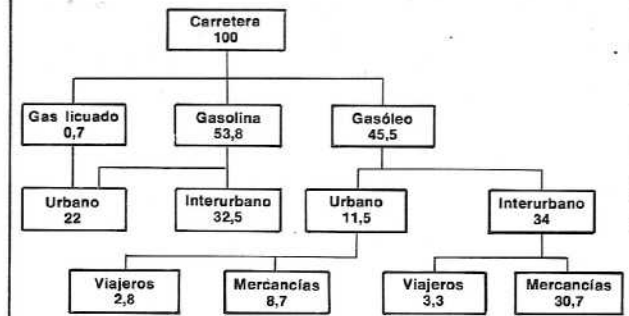
La Conferencia de Ministros de Transportes ha dedicado una de sus Mesas Redondas (la 37.^a, en febrero de 1977) al análisis de los costes y beneficios de las limitaciones de velocidad. Además de las consecuencias a nivel de ahorro energético, destacan el aumento de seguridad, los efectos positivos sobre el medio ambiente y la comodidad en la conducción. Por el contrario, el Informe incluye entre los inconvenientes las molestias ocasionadas al conductor y la repercusión que una implantación generalizada y permanente de estas limitaciones podría tener sobre la industria del automóvil.

La reducción de velocidad máxima en las carreteras de los Estados Unidos, pasando de 65 a 55 mph en 1973 y 1974 produjo ahorros importantes equivalentes a 1,1-1,8 % del consumo total (E.C. Cerrelli: «The Effect of the Fuel Shortage



La aparición de una situación de crisis de suministros de petróleo dio origen en 1973 a la adopción de diferentes medidas de ahorro energético, muchas de las cuales afectaban al sector transportes.

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE PRODUCTOS PETROLIFEROS EN EL TRANSPORTE POR CARRETERA. AÑO 1976



Fuente: Situación Energética en la Industria. Sector Transporte. Centro de Estudios de la Energía. Elaboración propia.

on Travel and Highway Safety». 1975). Esto significa un ahorro de 350-500 millones de dólares.

● Mantenimiento de los automóviles.

Cuando un automóvil está fuera de punto consume más, tiene menos potencia, contamina más y acorta su vida. Cada 10.000 kilómetros es necesario vigilar el encendido y la carburación; por lo menos cada 20.000 kilómetros se deben cambiar las bujías, platinos y filtros de aire.

Hay que elegir los neumáticos adecuados a cada modelo de coche y adaptar su presión a la recomendada. El uso de gasolina más barata no implica necesariamente ahorro: hay que emplear la más adecuada a la compresión del motor. El engrase debe ser realizado con frecuencia y el aceite utilizado debe estar de acuerdo con la temperatura ambiente.

● Forma de conducir.

La circulación por ciudad produce consumos unitarios muy superiores a los de carretera, como consecuencia de las aceleraciones y frenadas frecuentes. Pero dentro de las condiciones que impone el tráfico urbano puede obtenerse un cierto ahorro mediante una campaña de mentalización a los automovilistas en el sentido de una conducción más «austera» energéticamente. No apurar los cambios de velocidad recomendados, tratar de mantener la velocidad constante, no calentar el motor a base de aceleraciones en vacío ni usando prolongadamente el mando del aire, etc., son reglas que todo conductor debería aplicar.

● Ordenación de tráfico.

Las medidas de ordenación de tráfico en su conjunto tiene como efecto aumentar la fluidez de la circulación y, por consiguiente, son fuente de ahorro energético.

Concretamente todas aquellas medidas que consigan eliminar paradas y ayudar a mantener una velocidad lo más constante posible (por ejemplo, permitir los giros a la derecha en los semáforos el mayor tiempo posible, siempre que esto sea factible para el tráfico peatonal) colaboran a la disminución general del consumo de combustible en la ciudad.

En este grupo de medidas podrían incluirse también actuaciones como el carril-bus.

— Reducción de la demanda de transporte.

Aunque resulta difícilmente compatible con el mantenimiento de la actividad económica y, especialmente, con la constancia en los hábitos de vida, no por ello debe dejar de plantearse la posibilidad de reducir la demanda de transporte.

En el caso de viajeros esto se traduce en la disminución del número de viajes por persona, es decir la movilidad, así como su longitud.

Se trata de actuaciones a largo plazo, que pasan necesariamente por la crítica del modelo territorial existentes, que es el origen de la demanda de transporte.

— Reducción de consumos indirectos.

Al consumo directo de energía en el sector Transporte puede añadirse otros gastos energéticos, asimismo imputables a él, como son los productos en:

● El proceso de transformación de los crudos en gasolina y gas-oil.

Tanto durante la fabricación como en el transporte y distribución de los productos energéticos que utiliza el sistema de transporte se consume una cantidad importante de energía que, de reducirse la demanda, resultaría proporcionalmente disminuida (el ahorro en el refinado puede evaluarse multiplicando por 1,20 los ahorros en el consumo directo).

● La producción de los materiales que forman el coche y la fabricación del propio coche.

El reciclado puede constituir una fuente de ahorro. Otra reducción posible consiste en reducir el tamaño de los coches y aumentar su duración.

● La construcción y mantenimiento de las carreteras.

Se consume energía en la fabricación y funcionamiento de la maquinaria de obras públicas en la producción de asfalto, betúnes y hormigones, etcétera.

La inexistencia de una matriz input-output de la economía de la energía no permite valorar este consumo, que ha sido estimado en un 10 % del total de consumo de gasolina (5).

(5) E. Hirst, R. Herendeen: Total Energy Demand for Cars S.A.E. Automotive Engineering Congress. Detroit. 1973.

Políticas de ahorro energético a corto, medio y largo plazo

— Corto plazo.

Entre los factores explicativos de la demanda de energía en el transporte urbano, número de viajes, rendimientos energéticos, reparto modal y consumos indirectos, únicamente la demanda de transporte y su distribución puede ser objeto de actuaciones a corto plazo.

En efecto, las medidas deben referirse a la gestión del sistema, tratando de disminuir el volumen de viajes, aumentar su rendimiento energético, mediante el aumento de la ocupación de los vehículos y la transferencia de viajeros hacia los modos más eficientes, es decir, del automóvil al transporte público.

En este sentido, un primer abanico de medidas lo constituye las destinadas a aumentar la ocupación de los automóviles, que suelen designarse como medidas de «car pool». Se trata de incentivar el trasvase de conductores a pasajeros de otros vehículos que realicen itinerarios coincidentes, mediante estímulos de tipo tarifario, por ejemplo, reduciendo peajes en autopistas, facilidades de estacionamiento en destino, etc.

La ocupación media de los vehículos privados en los desplazamientos urbanos, en las ciudades españolas, es del orden de 1,5 viajeros/vehículo. Un aumento del 10 % en la ocupación de los automóviles podría representar un ahorro del orden del 6 % en el consumo total de energía en el transporte urbano de personas, valor indudablemente muy importante. Ahora bien, se impone efectuar dos matizaciones.

En primer lugar, esta cifra de reducción del consumo, calculada mediante el modelo citado anteriormente, presupone que los nuevos ocupantes de los vehículos eran previamente conductores que han renunciado al uso de su propio automóvil. Por tanto, conviene analizar cuidadosamente los resultados de las campañas de car pool, pues el aumento de ocupación de los vehículos no implica necesariamente ahorro energético, pudiendo tener consecuencias de signo contrario a las buscadas, en los balances energéticos y contable de los transportes públicos, si los nuevos usuarios del coche proceden de este medio.

Por otra parte, en el caso español la propia implantación de algunas medidas, resulta complicada y sus resultados muy inferiores a los previstos, debido a la estructura de las áreas metropolitanas. Es el caso de actuaciones encaminadas a que empresas que posean grandes plantas de cierta distancia de los lugares de residencia de sus empleados, a su vez muy concentrados espacialmente, favorezcan y gestionen medidas de car pool en el traslado de sus trabajadores desde sus viviendas a la fábrica.

En cuanto a la disminución de viajes urbanos en vehículo privado, las actuaciones fuertemente limitativas deben reducirse a situaciones de emergencia, por lo que a corto plazo cabe pensar más bien en medidas de disuasión de la utilización del automóvil.

El elevado número de viajes con destino en el centro de las ciudades especialmente durante los

períodos de punta, donde superan las dos terceras partes del total, hace que cualquier reducción represente un ahorro importante.

De los diferentes métodos que pueden plantearse y que han sido llevados a la práctica, el más prometedor parece ser la limitación del estacionamiento en las áreas centrales.

El menor consumo energético del transporte público justifica la adopción de medidas de promoción de este modo.

Pueden incluirse en este apartado las acciones encaminadas a disminuir el tiempo total de viaje para lo cual puede actuarse sobre varias componentes: tiempo de espera, tiempo de viaje, transbordo y desplazamientos terminales.

La disminución de tiempo de viaje (aumento de la velocidad comercial) puede conseguirse significativamente reservando infraestructura propias para el transporte colectivo de superficie. No obstante, el esfuerzo que se viene realizando en este sentido, los resultados no son espectaculares. Así, en Madrid, la E.M.T. ha mantenido la velocidad comercial prácticamente constante durante los últimos cinco años, pues se compensan los nuevos tramos de carril-bus con el aumento de la congestión viaria general.

La reducción de tiempos de espera y transbordo podría intentarse mediante acciones de coordinación y mejora de gestión del conjunto de los modos de transporte.

Los desplazamientos terminales constituyen un aspecto importante de los viajes en transporte público, pues precisamente es la imposibilidad de realizar desplazamientos puerta a puerta en algunos casos, el factor que inclina la decisión modal en el sentido del coche privado. Las soluciones a este problema requieren un constante esfuerzo de adaptación de la oferta a la demanda, lo cual presupone una política dinámica por parte de las empresas de transporte acometiendo estudios de demanda y modificando sus redes, así como una coordinación eficaz entre ellas.

La promoción de los transportes colectivos, cuyos efectos benéficos exceden ampliamente del campo energético para situarse en el terreno del medio ambiente, el ahorro de tiempo, etc., puede lograrse, asimismo, mediante medidas tarifarias. Sin embargo, también aquí se tropieza con la rigidez de la demanda, que no responde en gran medida a las variaciones en los precios.

Por otra parte, el nivel de servicio del transporte colectivo puede ser mejorado, no sólo incrementando parámetros como la frecuencia o disminuyendo el factor viajeros/coche-Km., sino también modificando la imagen del transporte público, y esto tanto en términos «físicos» (confort, limpieza, servicios) como psicológicos (conciencia ciudadana a favor de los transportes colectivos).

En cuanto a los valores relativos al aumento de la frecuentación de los transportes públicos que suelen divulgarse tras acciones de promoción, conviene examinarlos con precaución, primero porque pueden referirse a la reacción de la demanda a un plazo muy corto y, después, porque no siempre está comprobada la procedencia de los nuevos usuarios. A este respecto, desde el punto de vista del ahorro energético únicamente interesa que se



Transporte urbano y consumo energético

produzca trasvase modal hacia el transporte público, o aumento de ocupación, no que se realicen viajes que anteriormente no se efectuaban.

Finalmente, se pueden conseguir, asimismo, ahorros energéticos teóricos potenciando el uso de la bicicleta y la marcha a pie, si bien los resultados de medidas de este tipo se concentrarán probablemente en la captación de usuarios cautivos del transporte público, con lo que estas medidas perderían parte de su eficacia.

Como conclusión de las medidas de ahorro energético a nivel de la gestión de los transportes urbanos un enfoque realista consistiría en simultanear acciones disuasorias del uso del automóvil con medidas de promoción del transporte público. Los resultados no serán probablemente espectaculares, pero no por ello se pueden obviar, por la necesidad de conseguir ahorros energéticos en el transporte (una disminución de un 3 % en el número de viajeros-Km. en automóvil, transfiriéndose este volumen íntegramente al transporte público, produciría un ahorro del 1,2 % del consumo total debido al transporte urbano de personas) y también por la producción de efectos de varios tipos, todos ellos de carácter positivo: disminución de la contaminación y mejora de la calidad de vida, principalmente.

— Medio plazo.

En la misma línea de conseguir que se transfiera parte de la demanda de transporte privado al público, debe intentarse frenar al menos la tendencia de utilizar cada vez menos los transportes colectivos. Ello requiere actuar a nivel de las inversiones.

Así, la evolución en los últimos años muestra un descenso alarmante en el número de viajes en transporte público por habitante y año, pero también se constata una desproporción notable entre las inversiones en este modo y las que se han dedicado a la red viaria.

Una política decidida de promoción del transporte público tiene que pasar necesariamente por un replanteamiento del reparto de inversiones. La influencia que la oferta tiene sobre la demanda de viajes, induciendo nuevos viajes y provocando un cierto trasvase modal justifica el razonamiento de que debería controlarse la dotación de infraestructura viaria, por ser generadora de nuevos viajes aumentando los costes sociales del sistema, entre los que se incluyen los energéticos.

Igualmente, se debe plantear la partida presupuestaria encaminada a sufragar las pérdidas del transporte público, pues la política de autosuficiencia por vía tarifaria está reñida con el cada vez más necesario intento de rehabilitación y promoción de los mismos.

No obstante, también aquí se impone el realismo: las mejoras en el sistema de transporte colectivo, unidas a las actuaciones de disuasión (o simplemente, la omisión de continuar alimentando la espiral incremento de demanda-incremento de oferta-incremento de demanda, adoptando una política de «do nothing» a nivel de la red viaria central), son útiles y deseables, pero sus resultados son discretos.

Otro conjunto de medidas que pueden ocasionar ahorros energéticos importantes a medio plazo son

las que se refieren a factores intrínsecos a los propios vehículos.

En el caso del automóvil, la fuente energética puede variar, pero la posibilidad de sustituir el petróleo por electricidad, energía solar o hidrógeno no presenta soluciones viables más que a largo plazo, reduciéndose los vehículos eléctricos, por el momento, a casos aislados con carácter experimental.

El paso de motores de gasolina a diesel, o la introducción de los gases licuados de petróleo, no constituyen una solución decisiva.

Dos factores relativos a los automóviles que poseen una incidencia sensible sobre el consumo y que podrían ser objeto de medidas energéticas a medio plazo son el peso y la potencia de los vehículos. Una reducción del 10 % en el peso del coche medio (es decir, del orden de 100 Kg.) ocasionaría un ahorro del 6,6 %, referido al consumo total del transporte urbano.

Parece, por tanto, interesante plantear la conveniencia de seguir utilizando en nuestras ciudades automóviles cada vez más grandes y pesados, sustituyéndolos por vehículos más reducidos, más ligeros y más eficientes energéticamente.

Resulta claro que las ciudades no están hechas para los automóviles. Pero, inversamente, no están concebidos para ser usados en un medio urbano. Sus prestaciones, velocidad, carrocería, tamaño, etcétera, están definidos en función de su utilización en carretera.

— Largo plazo.

Además de proseguir la investigación sobre los vehículos y las fuentes energéticas, con el fin de reducir consumos y limitar al máximo la dependencia del transporte con relación al petróleo, se impone la necesidad de intervenir a nivel de la demanda de transporte.

La movilidad urbana es en gran medida obligada y poco puede hacerse para reducir la necesidad de desplazarse. Si se analizan las causas del incremento en el volumen de viajeros-Km., se observa que ha aumentado el número de personas que viajan, los desplazamientos por habitante y la distancia de viaje.

Por tanto, las variables susceptibles de acotación a nivel urbano son la longitud del desplazamiento y la utilización de medios mecánicos, encontrándose ambas estrechamente relacionadas.

Con la segregación espacial que caracteriza al desarrollo urbano característico de las áreas metropolitanas, se ha dado origen a viajes largos que anteriormente se efectuaban en muchos casos a pie, dentro del propio barrio. La evolución del modo de producción, dando al traste con el trabajo artesanal y, cada vez más, con la pequeña industria y el comercio local, ha obligado a desplazarse a los nuevos centros de trabajo, generalmente alejados de las zonas de residencia (a las que, además, los habitantes se encuentran fuertemente ligados como consecuencia de la estructura del parque inmobiliario con un 80 % de viviendas en propiedad). Los comercios de barrio están siendo sustituidos por grandes centros comerciales a los que hay que acceder en coche.

Por otra parte, el centro se terciariza mediante un proceso de «renovación» que implica la expul-

sión de sus residentes y la localización de empleos de oficina.

El planeamiento urbano y de transportes no pueden seguir produciendo los factores que colaboren al mantenimiento y desarrollo del modelo existente. Parece necesario plantear la crisis (a nivel energético y a otros niveles) del modelo territorial actual, cuya característica más clara es quizás el amontonamiento progresivo de la fuerza de trabajo en áreas metropolitanas cada vez más grandes, así como la separación radical de usos (residencias, empleos, equipamientos). Esta crisis del modelo produce diferentes impactos, especialmente sobre la calidad de vida haciendo desaparecer aquello que los sociólogos definieron como vida urbana. En el aspecto energético, se produce una contradicción difícilmente superable entre el desarrollo económico y el problema energético: las necesidades del sistema son crecientes, su nivel de actividad no puede disminuir y los recursos energéticos son escasos y se están agotando.

Sin una seria perspectiva crítica de la situación actual, el futuro energético de las áreas metropolitanas se presenta, cuanto menos, incierto.

BIBLIOGRAFIA

- *Energía y equidad*. Ivan Illich.
- *Energía y crisis de civilización*. J. M. Naredo. Cuadernos del R. I.
Pour un progrès en douceur. Robin Clarke. Sciences et Avenir. n.º 308, octubre 1972.
- *Una utopía posible* (entre otras). André Gorz. Transición n.º 4, enero, 1979.
- *La question urbaine*. Manuel Castells. F. Maspéro, París.
- *La técnica comprometida. Construcción, Arquitectura y Urbanismo*. (CAU n.º 47). Barcelona. Enero, febrero, 1978.
- *Tecnología: revolución o involución*. CAU n.º 46. Noviembre, diciembre, 1977.
- *Dependencia tecnológica. monopolio y crecimiento*. M. Merhau. Edit. Periferia. Buenos Aires, 1972.
- *The efficient use of energy*. IPC Science and Technology Press. I.G.C. Dwyden Ed.).
- *Energy technology handbook*. Douglas M. Cosidene. Ed. Mac Graw Hill.
- *Utilización racional y ahorro de energía*. Luis Cuatrecasas Arbos.
- *El ahorro de energía en Europa*. Raimundo Lasso de La Vga. Economía Industrial (diciembre, 1977).
- *Economie de l'énergie*. Revista mensual del C.N.R.S.
- *La prevision à long terme de la demande d'énergie*. C.N.R.S. París, 1977.
- *Perspectivas energéticas hasta 1985*. O.C.D.E.

- *The energy question*. G. Foley. Londres 1976.
- *Los precios de la energía en España*. Información Comercial Española (número 542).
- *La escasez de energía*. B. Commover. Año, 1977.
- *Guidelines to reduce energy consumption through transportation actions*. Alar M. Voorhees and Associates Incorporated.
- *Posibilidades de ahorro de energía en el transporte de personas*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones Instituto de Estudios de Transporte y Comunicaciones. EYSER.
- *Transportation Programming, Economic Analysis and Evaluation of Energy Constraints* (Transportation Research Record, 599).
- *Problèmes énergétiques et transports urbains et suburbains* (O.C.D.E.) París, 1978.
- *Situación energética. Sector de Transporte*. Centro de Estudios de la Energía.
- *Ahorro y Energía Economía Industrial*. Julio-agosto, 1979.
- *Ahorro de Energía. Economía Industrial*. Mayo. 1979.
- *Energy effects efficiencies, and prospects for various modes of transportation*. NCHRP. (1977).
- *La situación energética. Un punto de vista del ferrocarril*. Rail Management Review-Quarterly. Washington, 1972.
- *L'énergie dans les transports terrestres*. G. Dobios. Rev. Transports, mayo, 1974.
- *El consumo de energía de los transportes ferroviarios por carretera y aéreos*. J. P. Baumgartner.
- *The Potential for Fuel Conservation: The case of the automobile*. C. K. Orski. Transportation Research. Vol. 8, 1974.
- *El factor energético en la política del transporte*. Dr. Giovanni di Miceli.
- *Automobile Energy Requirements*. Eric Hirts.
- *The effect of the energy crisis on the private car in the U. S.* Reuel Shinnar.
- *Rail Rapid Transit and Energy: the adverse effects*. Charles A. Lave.
- *The effect of speed on automobile gasoline consumption rates*. Ministerio de Transportes de los Estados Unidos, 1973.
- *Total energy demand for automobiles*. E. Hirst. R. Herendeen. S. A. E. Automotive Engineering Congress. Detroit, 1973.
- *Análisis de la Política Energética Española*. Joaquín Ortega Costa. Hacienda Pública Española, n.º 53.
- *La crisis energética*. Información Comercial Española núm. 486. Febrero 1974.
- *Aspectos económico-financieros del sistema de transportes*. J. Clavero, J. Martínez-Vilanova, F. Menéndez, A. Soria, para COPLACO, 1979.
- *Implantación de medidas urgentes de ahorro energético en los transportes*. Instituto de Estudios de Transporte y Comunicaciones EYSER, 1980.
- *American and European Transportation Responses to the 1973-74 oil embargo*. Alan E. Pisarki and Niels de Terra. U.S. Department of Transportation, Washington, D. C.