

# **Cuenta Socioambiental del transporte terrestre de viajeros en la Comunidad de Madrid, año 2004**

**Pablo Jordá Lope**

Investigador, TRANSyT-UPM, España

**Andrés Monzón de Cáceres**

Catedrático de transportes, TRANSyT-UPM, España

**Álvaro Fernández Heredia**

Investigador, TRANSyT-UPM, España

## **1. RESUMEN**

La no internalización de los costes externos del transporte está provocando ineficiencias en el mercado, que se traducen en problemas de congestión, seguridad... Surge la necesidad de evaluar dichos costes a través de unas herramientas adecuadas, como son las cuentas sociales de transporte.

En el presente estudio, se ha abordado la problemática dividiendo en 3 ámbitos geográficos la comunidad de Madrid: urbano, metropolitano y regional, debido al distinto comportamiento en los desplazamientos según el mismo. Así mismo, se han evaluado costes económicos, sociales y ambientales para los distintos modos de transporte de la región, tanto públicos como privados, así como los viajes a pie.

La cifra total del coste del transporte terrestre de viajeros de la Comunidad de Madrid asciende a 26.501 millones de euros, lo que supone el 18% del PIB regional en 2004. Los resultados muestran un distinto comportamiento de los costes de los modos de transporte, de tal manera, que en las áreas de mayor densidad de población y servicios públicos de transporte, como es el municipio de Madrid, los costes de los mismos son inferiores a los del coche particular, que en cambio, se presenta como el modo adecuado para los ámbitos de menor densidad de población, como es la corona regional.

Se observa también que es la categoría de costes sociales (tiempo de viaje y accidentes) la que mayor peso tiene en el conjunto de las externalidades evaluadas (73%), seguida de los costes económicos (infraestructuras y operación) (25%). Los costes medioambientales, con 552 millones de euros, ocupan todavía un puesto poco relevante, pero irán ganando peso a medida que la sociedad vaya teniendo una mayor conciencia de la problemática medioambiental.

## 2. CONCEPTOS

Afirma Maibach et al (2000) que la no-internalización de los costes externos en el sector del transporte está causando ineficiencias en el mercado, lo que lleva a importantes costes en forma de congestión, seguridad, e impactos sobre el medio ambiente. Por tanto, se precisa conocer la totalidad de costes de los diversos modos de transporte para poder realizar una adecuada política de planificación del sistema de transporte.

Para ello se vienen elaborando las cuentas de transporte. Una cuenta social del transporte es una herramienta contable que permite examinar el coste del transporte de viajeros, por modos de transporte y tipología de costes, incluyéndose de tipo económico, social y ambiental. En la presente cuenta sólo se valoran costes, no beneficios.

Este trabajo se ha basado en el estudio de Guerrero y Monzón (2003) sobre los costes de las externalidades en la Comunidad de Madrid en 1996, adoptando valores sobre factores de costes propuestos en los trabajos de Maibach (2000), UNITE (2003), y CERTU (2005), actualizados a la realidad de España en 2004. Los costes considerados en el mismo son los siguientes :

<b>Tipo</b>	<b>Costes</b>	<b>Conceptos comprendidos</b>
Económicos	Infraestructura	Consumo capital fijo, Inversiones mantenimiento y reparación
	Operación	Gastos de personal, mantenimiento y reparación de vehículos, consumo energético, operación de la infraestructura , depreciación del material móvil, otros
Sociales	Tiempo de viaje	Coste del tiempo (espera, acceso y viaje, congestión)
	Accidentes	Gastos administrativos, daños infraestructura, valor riesgo vida, pérdida productiva capital humano, daño moral víctima y familiares, costes administrativos, tratamiento médico.
Ambientales	Ruido	Daños salud humana, naturaleza y entorno.
	Contaminación	Daños salud humana, naturaleza y edificios.
	Cambio climático	Riesgo de afección a generaciones futuras, costes de prevención, daños al entorno en un futuro.
	Ocupación del suelo	Valor suelo ocupado

**Tabla 1 – Categoría de costes considerados valorados en el estudio**

## 3. VALORACIÓN DE COSTES DEL TRANSPORTE Y METODOLOGÍA DE CÁLCULO

En las tablas siguientes se indican los valores adoptados para algunos de los costes considerados, se resume brevemente cual ha sido la metodología de cálculo de cada uno de los mismos y se indican sus fuentes.

Coste	Unidades	Valores adoptados				Coste	Unidades	Valores adoptados			
Tiempo	€ <sub>2004</sub> / h	Gestiones de trabajo	11,53			Ruido	€ <sub>2004</sub> / 1000 veh-km	Urbano	Metropolitano	Rural	
		A/Desde el trabajo	10,45					Interurbano	56,52	21,41	1,93
		Estudios	5,7					Bus EMT	56,52	21,41	1,93
		Otros	5,7					Metro	0	0	0
Contaminación Atmosférica	€ <sub>2004</sub> / 100 veh-km	Modo	Urbano	Metropolitano	Regional	Cambio Climático	€ <sub>2004</sub> / veh-km	Cercanías	1,69	0,59	0,04
		Coches	2,67	0,92	0,09			Taxi	11,3	4,22	3,86
		Autobuses	22,91	8	0,55			Coche	11,3	4,22	3,86
		Motos	12,24	4,23	0,46			Motos	67,82	25,73	2,3
		ff.cc.	7,6	7,7	7,7			Interurbano	0,01446		
		Otros	2,67	0,92	0,09			EMT	0,02602		
Ocupación Suelo	€ <sub>2004</sub> / m <sup>2</sup>	3,7				Tren eléctrico	0,0198				
Accidentes	€ <sub>2004</sub> por víctima	Herido leve	15.719			Coche urbano	0,0071				
		Herido grave	204.348			Coche interurbano	0,00317				
		Víctima mortal	1.571.911			Moto	0,00207				

**Tabla 2 – Valores de los factores de costes adoptados en el estudio**

Coste	Metodología seguida	Fuente Información
Infraestructura	Las cifras de inversión y mantenimiento totales de la Comunidad se reparten entre los diferentes modos de transporte, por ámbitos geográficos, proporcionalmente a los veh-km totales de cada uno de ellos.	Ministerio de Fomento, operadores de transporte público, Comunidad de Madrid, ayuntamientos principales de la Comunidad y series de stock de capital.
Operación	Las cifras de explotación de los operadores de transporte y los costes del coche particular se reparten entre los diferentes modos de transporte, por ámbitos geográficos, proporcionalmente a los veh-km totales de cada uno de ellos.	Operadores de transporte público, Encuesta Continua de Presupuestos Familiares (INE).
Tiempo de viaje	Se le da un valor a las etapas en función de la duración de las mismas y el motivo del viaje, a partir de un valor de viaje en €/hora.	Encuesta Domiciliaria de Movilidad 2004 (EDM'04), Comissariat General du Plan
Accidentes	Se obtienen el número de víctimas, tanto mortales como heridos, producidos en los diferentes modos de transporte. Se reparten proporcionalmente a los veh-km entre los distintos ámbitos geográficos.	Valor de la vida (UNITE) y siniestralidad (DGT) y operadores de transporte público
Ruido	A partir de los veh-km de los modos, se obtienen, por ámbitos, los costes totales utilizando factores de emisión de ruido	Certu
Contaminación atmosférica	A partir de los veh-km de los modos, se obtienen, por ámbitos, los costes totales utilizando factores de emisión de contaminantes.	Certu y Maibach
Cambio climático	A partir de los veh-km de los modos, se obtienen, por ámbitos, los costes totales utilizando factores de emisión de CO <sub>2</sub> .	Certu
Ocupación de suelo	Se evalúa el coste de ocupación de suelo de la nueva infraestructura y se reparte entre los diferentes modos de transporte proporcionalmente a los veh-km, para cada uno de los ámbitos geográficos.	Ministerio de Fomento, Comunidad de Madrid y principales ayuntamientos.

**Tabla 3 – Metodología de cálculo y fuentes de los costes evaluados en el estudio**

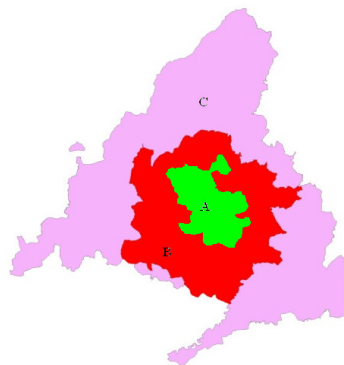
#### 4. CUENTA SOCIO-AMBIENTAL DEL TRANSPORTE DE VIAJEROS TERRESTRES EN MADRID

La metodología anterior se ha aplicado a la Comunidad de Madrid. Se han considerado los siguientes modos de transporte: autobús urbano de Madrid (EMT), Metro de Madrid, autobuses interurbanos de la Comunidad de Madrid, Servicios de Cercanías-RENFE, Taxi, coche, motocicleta y viajes a pie.

El trabajo se ha basado en los datos de la encuesta de movilidad de 2004 (EDM'04, 2006), como pueden ser duración y motivo de los viajes, y en los datos aportados por los diferentes operadores de transporte público.

Por otra parte, no es comparable la estructura de costes entre los viajes en los distintos ámbitos geográficos de la Comunidad, que cuenta con una extensión de 8.030,1 Km<sup>2</sup> y 5.804.829 hab. (2004). Por ello se han distinguido tres tipos de viajes:

- A. **viajes urbanos**, cuyo origen y destino se encuentra en el municipio de Madrid.
- B. **viajes metropolitanos**, con origen y/o destino en la corona metropolitana, sin que ninguno de los dos sea la corona regional.
- C. **viajes regionales**, con origen y/o destino la corona regional.



**Fig.1 – Ámbitos geográficos de la comunidad utilizados en el estudio**

## 5. RESULTADOS

Aplicando los valores unitarios y la metodología de cálculo apuntados en el apartado 3, se han obtenido los resultados que se comentan en este apartado.

Se han calculado los costes totales y los costes unitarios medios según ámbitos y tipología de costes. En la tabla 4 se indican los costes totales de la comunidad de Madrid, mientras que en las paginas siguientes se analizan los costes por viajero-km según los modos de transporte en los diferentes ámbitos geográficos.

### 5.1. Costes Totales

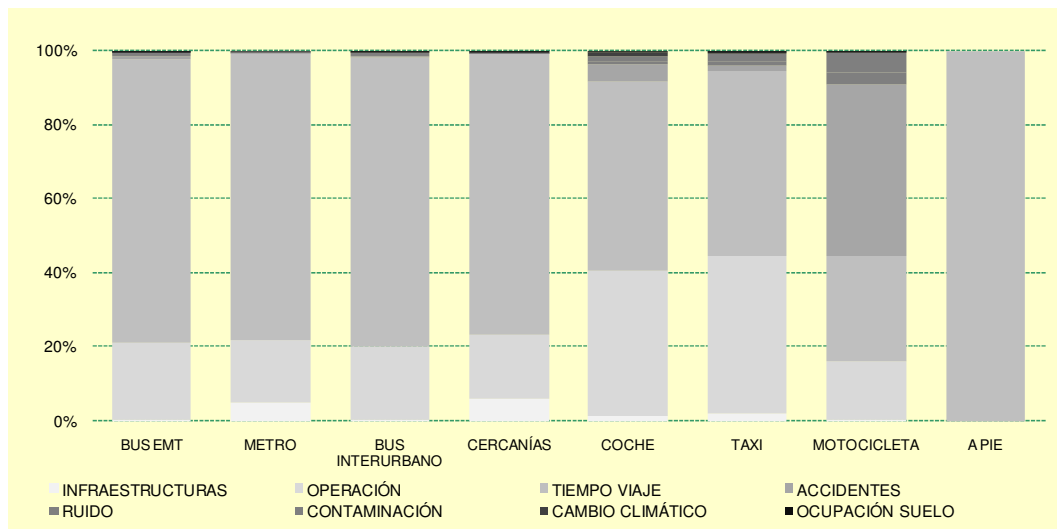
Costes totales. Comunidad de Madrid.2004 (M€)									
	Bus EMT	Metro	Bus Interurbano	Cercanías	Coche	Taxi	Moto	A pie	Total
Infraestructuras	6,78	146,68	4,78	76,01	185,83	20,46	1,91	0,00	442,46
Operación	314,36	484,51	230,09	218,66	4.572,01	403,64	59,44	0,00	6.282,71
<b>Total Económicos</b>	<b>321,13</b>	<b>631,19</b>	<b>234,87</b>	<b>294,67</b>	<b>4.757,84</b>	<b>424,11</b>	<b>61,35</b>	<b>0,00</b>	<b>6.725,17</b>
Tiempo de viaje	1.155,34	2.242,03	916,02	956,33	5.961,50	479,70	107,02	6.645,12	18.463,07
Accidentes	13,00	2,89	5,16	0,05	551,90	13,22	174,28	0,00	760,50
<b>Total Sociales</b>	<b>1.168,34</b>	<b>2.244,92</b>	<b>921,18</b>	<b>956,37</b>	<b>6.513,41</b>	<b>492,92</b>	<b>281,30</b>	<b>6.645,12</b>	<b>19.223,57</b>
Ruido	3,69	0,00	2,54	0,07	92,66	8,94	11,92	0,00	119,82
Contaminación	14,93	1,84	9,47	1,18	188,73	20,98	20,82	0,00	257,95
Cambio climático	1,75	3,42	2,20	2,18	108,35	6,11	0,64	0,00	124,63
Ocupación de suelo	0,06	0,00	1,52	2,02	45,71	0,50	0,36	0,00	50,16
<b>Total Ambientales</b>	<b>20,42</b>	<b>5,26</b>	<b>15,72</b>	<b>5,45</b>	<b>435,44</b>	<b>36,53</b>	<b>33,73</b>	<b>0,00</b>	<b>552,55</b>
<b>Total</b>	<b>1.509,90</b>	<b>2.881,38</b>	<b>1.171,77</b>	<b>1.256,50</b>	<b>11.706,69</b>	<b>953,56</b>	<b>376,38</b>	<b>6.645,12</b>	<b>26.501,29</b>
<b>%</b>	<b>5,70%</b>	<b>10,87%</b>	<b>4,42%</b>	<b>4,74%</b>	<b>44,17%</b>	<b>3,60%</b>	<b>1,42%</b>	<b>25,07%</b>	<b>100,00%</b>

**Tabla 4 - Costes totales por modos en la Comunidad de Madrid, 2004**

La cifra total del coste del transporte terrestre de viajeros de la Comunidad de Madrid asciende a 26.501 millones de euros (M€), lo que supone el 18% del PIB de la Comunidad de Madrid en 2004.

El modo que contribuye en mayor medida al coste social global es el coche, con 11.706 M€, que suponen un 44% de los costes totales y un 59% de los costes de los modos motorizados. Entre los modos públicos, el de mayor coste global es Metro, con 2.881 M€ y un 11%. El volumen de coste originado por el coche es considerablemente mayor que el de los demás modos, si bien este aglutina un 50,1 % de los viajes realizados.

El tiempo de viaje (coste de usuario) es la partida de coste más importante (ver Fig.2), con una media del 65% sobre los costes totales. Sin embargo, este valor aumenta en torno al 84% para el transporte público colectivo y desciende a un valor en torno al 50% para el coche. La otra gran partida de costes es la de costes de operación, que para el coche llegan al 40 %, cubriendo el ahorro de costes de tiempos conseguidos por este modo frente a los públicos colectivos, en los que es del orden del 11%. Esta partida tiene especial importancia en el taxi, donde asciende al 50 %, al estar incluido en este coste el sueldo de los empleados que tiene un peso mayor que en el transporte colectivo. Si bien es destacable que este coste no es mucho mayor en el taxi que en el coche, lo que da una idea de lo costoso que es el mantenimiento de un coche.



**Fig.2 - Distribución de costes por modos**

## 5.2. Costes por viajero-km

Son los modos públicos los que mejor comportamiento presentan en los viajes urbanos (ver Tabla 5), no pudiendo el coche competir con los mismos. En general, se observa que los modos públicos colectivos resultan más eficientes que cualquier otro modo de transporte. La opción del autobús interurbano y de Cercanías, que no es la más habitual en el ámbito urbano, presenta buenos resultados, en especial este último. Entre los

modos públicos propios de este ámbito, Metro y los autobuses de la EMT, cabe destacar la menor competitividad del segundo, como consecuencia de su elevado coste de tiempo de viaje, que asciende a 0,56 € por viajero-kilómetro, colocándose como el más alto junto con el bus interurbano en este concepto. Los modos privados mecanizados representan ahorros de tiempo considerables respecto de los públicos colectivos. Sin embargo, estos ahorros se ven ampliamente compensados por sus altos costes de operación. Resulta llamativo cómo el coste económico de los viajes en coche es similar al del taxi, significando esto que el coste de posesión de un vehículo en la ciudad puede equipararse al precio a pagar por desplazarse en taxi habitualmente.

<b>Costes unitarios por viajero-km. Viajes urbanos. Madrid.2004 (€2004/100 viajero-km)</b>							
	Bus EMT	Metro	Bus Interurbano	Cercanías	Coche	Taxi	Moto
Infraestructuras	0,35	2,71	0,39	3,32	1,90	2,10	1,06
Operación	16,31	9,14	8,15	5,30	52,68	37,55	32,20
<b>Total Económicos</b>	<b>16,66</b>	<b>11,85</b>	<b>8,53</b>	<b>8,62</b>	<b>54,58</b>	<b>39,65</b>	<b>33,26</b>
Tiempo de viaje	56,71	44,26	58,76	36,53	42,79	48,60	45,33
Accidentes	0,67	0,08	0,03	0,00	1,07	1,24	40,02
<b>Total Sociales</b>	<b>57,38</b>	<b>44,34</b>	<b>58,79</b>	<b>36,53</b>	<b>43,86</b>	<b>49,84</b>	<b>85,35</b>
Ruido	0,19	0,00	0,21	0,00	0,82	0,90	6,17
Contaminación	0,76	0,03	0,85	0,03	1,94	2,12	11,13
Cambio climático	0,09	0,06	0,05	0,06	0,52	0,56	0,19
Ocupación de suelo	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,01	0,02
<b>Total Ambientales</b>	<b>1,04</b>	<b>0,10</b>	<b>1,11</b>	<b>0,15</b>	<b>3,29</b>	<b>3,59</b>	<b>17,50</b>
<b>Total</b>	<b>75,08</b>	<b>56,28</b>	<b>68,43</b>	<b>45,30</b>	<b>101,73</b>	<b>93,08</b>	<b>136,11</b>

**Tabla 5 - Costes unitarios por viajero-km. Viajes urbanos**

Los modos de transporte público propios de los viajes metropolitanos (ver Tabla 6) presentan costes ligeramente menores a los del coche, debido a que los costes de operación se reparten en el mayor número de kilómetros del viaje medio. Mientras, el coste de tiempo de viaje sigue siendo sensiblemente menor para los modos privados mecanizados frente a los públicos colectivos y claramente menor en el caso de Metro, que en este tipo de recorrido tiene un coste de tiempo un 40 % mayor que la media de los otros modos. Esto puede explicarse porque es un modo pensado para ámbitos urbanos, con paradas cercanas unas a otras, al contrario que el bus interurbano o Cercanías, lo que le da una velocidad comercial menor. La competitividad del coche está relacionada con un tipo de viaje en este modo que tiene una importancia vital: viajes cortos por motivo distinto al trabajo: ocio, compras, etc. Todo ello responde a nuevos modelos de desarrollo urbano basados en la movilidad en coche.

Si bien se aprecia que los servicios públicos son eficientes en el ámbito regional (ver Tabla 7), el hecho de que para largas distancias, la oferta de los mismos sea menos densa, puede explicar que el coche capte la mayor parte de la demanda. Los costes de accidentes aumentan considerablemente en este caso, para los medios no colectivos, debido a la habitual mayor gravedad de los siniestros en carretera a las altas velocidades propias de este tipo de viajes. Tanto en este tipo de viajes como en el anterior, se puede ver que los servicios públicos pueden competir en costes globales con el coche. Sin

embargo, la diferencia de costes de usuario (tiempo de viaje) a favor del coche es significativa, del orden de un 24% inferior.

Costes unitarios por viajero-km. Viajes metropolitanos.2004 (€2004/100 viajero-km)							
	Bus EMT	Metro	Bus Interurbano	Cercanías	Coche	Taxi	Moto
Infraestructuras	0,06	2,71	0,07	1,69	0,37	0,40	0,21
Operación	0,13	8,50	5,78	5,87	12,15	33,55	9,03
<b>Total Económicos</b>	<b>0,19</b>	<b>11,21</b>	<b>5,85</b>	<b>7,56</b>	<b>12,51</b>	<b>33,95</b>	<b>9,24</b>
Tiempo de viaje	76,80	33,59	23,29	23,94	23,18	14,66	25,12
Accidentes	0,00	0,00	0,14	0,00	1,06	0,85	40,41
<b>Total Sociales</b>	<b>76,80</b>	<b>33,60</b>	<b>23,43</b>	<b>23,94</b>	<b>24,25</b>	<b>15,52</b>	<b>65,53</b>
Ruido	0,07	0,00	0,08	0,00	0,31	0,33	2,34
Contaminación	0,27	0,03	0,30	0,03	0,67	0,73	3,85
Cambio climático	0,09	0,06	0,05	0,06	0,52	0,56	0,19
Ocupación de suelo	0,03	0,00	0,04	0,05	0,24	0,27	0,15
<b>Total Ambientales</b>	<b>0,46</b>	<b>0,10</b>	<b>0,47</b>	<b>0,15</b>	<b>1,74</b>	<b>1,90</b>	<b>6,53</b>
<b>Total</b>	<b>77,44</b>	<b>44,91</b>	<b>29,74</b>	<b>31,65</b>	<b>38,50</b>	<b>51,37</b>	<b>81,30</b>

**Tabla 6 - Costes unitarios por viajero-km. Viajes metropolitanos**

Costes unitarios por viajero-km. Viajes regionales.2004 (€2004/100 viajero-km)							
	Bus EMT	Metro	Bus Interurbano	Cercanías	Coche	Taxi	Moto
Infraestructuras	0,21	0,00	0,23	3,32	1,25	1,37	0,72
Operación	0,00	0,00	5,02	6,39	11,17	38,50	11,01
<b>Total Económicos</b>	<b>0,21</b>	<b>0,00</b>	<b>5,25</b>	<b>9,71</b>	<b>12,42</b>	<b>39,87</b>	<b>11,73</b>
Tiempo de viaje	20,03	23,42	17,86	25,86	16,33	14,62	16,31
Accidentes	0,00	0,00	0,09	0,01	9,41	3,94	159,63
<b>Total Sociales</b>	<b>20,03</b>	<b>23,42</b>	<b>17,96</b>	<b>25,87</b>	<b>25,75</b>	<b>18,56</b>	<b>175,94</b>
Ruido	0,01	0,00	0,01	0,00	0,28	0,31	0,21
Contaminación	0,02	0,03	0,02	0,03	0,07	0,07	0,42
Cambio climático	0,09	0,06	0,05	0,06	0,23	0,25	0,19
Ocupación de suelo	0,03	0,00	0,04	0,05	0,24	0,27	0,15
<b>Total Ambientales</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>	<b>0,12</b>	<b>0,14</b>	<b>0,82</b>	<b>0,90</b>	<b>0,97</b>
<b>Total</b>	<b>20,38</b>	<b>23,52</b>	<b>23,32</b>	<b>35,72</b>	<b>38,99</b>	<b>59,33</b>	<b>188,64</b>

**Tabla 7 - Costes unitarios por viajero-km. Viajes regionales**

Cabe destacar que el modo más competitivo es el autobús interurbano, ya que su menor siniestralidad y sus menores costes de operación compensan su mayor coste de viaje frente al coche, que es su gran competidor en términos de eficiencia socioambiental. Igualmente, el aumento de costes de tiempo de viaje para los modos ferroviarios presentes en los recorridos regionales, penalizan los resultados globales de Cercanías.

## 6.CONCLUSIONES

Se aprecia cómo, de forma general, los modos no colectivos presentan mayores costes de operación que los públicos, y cómo la motocicleta tiene un coste de accidentes muy elevado o cómo el coste de tiempo de viaje es el principal coste en cualquier modo.

Pueden comprobarse los costes unitarios más elevados de los viajes urbanos frente a los metropolitanos y de éstos últimos frente a los regionales.

La estructura de los costes también es sensible al tipo de recorrido que se considera. Mientras en los viajes urbanos el coste de tiempo de viaje tiene un protagonismo

indiscutible, en los viajes metropolitanos, y en mayor medida en los regionales, este protagonismo es compartido con costes como el de accidentes o de operación.

Las diferencias en los costes de cada modo según el tipo de recorrido muestran que cada modo tiene un lugar en el transporte de viajeros donde se desenvuelve con mayor eficiencia. De esta forma, en los recorridos urbanos los modos públicos colectivos presentan clara ventaja frente al resto de modos, mientras que en los recorridos metropolitanos el coche tiene su espacio y en los recorridos regionales cabe destacar la eficiencia socioambiental del autobús interurbano.

Se puede observar la importancia del modo a pie, dado que se destina a él una cantidad de tiempo que tiene un valor considerable frente al resto de costes.

## **7.AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de investigación ha sido financiado por Metro de Madrid y el Consorcio de Transportes de Madrid, que han colaborado activamente en la modelización y aporte de información.

## **8.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BETANCOR, O. y NOMBELA, G. (2003) "UNITE. Deliverable 8. Annex 3: The pilot account for Spain" ITS. University of Leeds.VFP. UE. Leeds.

CERTU (2005) "Etablir un compte déplacements à échelle locale" CERTU. Paris.

CRTM (2006) "Encuesta Domiciliaria de Movilidad en día laborable 2004" CRTM. Madrid.

GUERRERO, M.J. y MONZÓN, A. (2003) "Cuenta económica y socio-ambiental del transporte terrestre de viajeros en la Comunidad de Madrid en 1996" CRTM. Madrid.

MAIBACH, M., BANFI, S., DOLL, C., ROTHENGATTER, W., SCHENKEL, P., SIEBER, N. et al. (2000) "External cost of transport. Accident, environmental and congestion costs of transport in Western Europe" INFRAS. IWW. Zurich.