

ESTIMACIÓN DE UN MODELO DE ELECCIÓN MODAL EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL: ANÁLISIS CON PREFERENCIAS DECLARADAS

Clasificación Código JEL: R41, C25, C42, C81, C50

María Feo Valero*

Fundación Valenciaport
Avda. del Muelle del Turia, s/n, 46024 Valencia (España),
mfeo@fundacion.valenciaport.com, Tel: +34 96 393 94 00 Fax: +34 96 393 94 61

Raquel Espino Espino

Departamento de Análisis Económico Aplicado
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Edif. Dep. CC.EE. y EE., 35017 Campus de Tafira, Las Palmas (España)
respino@daea.ulpgc.es, Tel: +34 928 45 82 07 ; Fax: +34 928 45 81 83

Leandro García Menéndez*

Facultad de Económicas, Universitat de Valencia
Campus del Tarongers, Edif. Dep. Oriental, 46022 Valencia (España),
leandro.garcia@uv.es, Tel: +34 96 393 94 00 Fax: +34 96 393 94 61

El trabajo propuesto tiene como objetivo general identificar y analizar la viabilidad de una cadena logística marítima en el corredor de la *Autopista Marítima de Europa Suroccidental*. Más concretamente, el trabajo se enmarca dentro del contexto de selección y creación de las Autopistas del Mar en el que se encuentra actualmente inmersa la Unión Europea, y pretende detectar, en la fachada mediterránea española, el corredor marítimo que contribuya en mayor medida a la consecución de los objetivos principales de las Autopistas del Mar de concentración de cargas en rutas logísticas basadas en el modo marítimo y de reducción de la congestión terrestre. Para ello se procederá a estimar, en base a un diseño de Preferencias Declaradas que nos permitirá considerar situaciones actualmente no existentes en el área objeto de estudio, la demanda potencial de dichas rutas y la carga trasvasable de la alternativa unimodal 100% carretera. Así mismo, se obtendrán valores subjetivos del tiempo de tránsito en transporte mercancías, del que existe muy poca evidencia empírica dada la dificultad de disponer de datos desagregados.

* Los autores agradecen el apoyo recibido por la CICYT en el proyecto TRA2006-09939/TMAR 1 “Desarrollo del Transporte Marítimo de Corta Distancia: Soluciones para la Creación de Autopistas del Mar”

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace años el Transporte Marítimo de Corta Distancia (TMCD) se viene beneficiando de una serie de iniciativas gubernamentales cuyo objetivo es potenciar su desarrollo. Con ello se pretende promover un patrón modal europeo más equilibrado, que permita conjugar un mayor crecimiento económico con un desarrollo sostenible del sistema de transporte desde un punto de vista económico, social y medioambiental. En efecto, la polarización del patrón modal europeo hacia el uso de la carretera está agravando los fuertes problemas de congestión de infraestructuras viarias, así como las externalidades medioambientales y de siniestralidad.

Consciente del difícil reto al que se enfrenta, el 12/Septiembre/2001 se produce la adopción por parte de la Unión Europea (UE) del Libro Blanco de Transportes *La Política Europea de Transportes de Cara al 2010: La Hora de la Verdad* (COM (2001) 270) que, con el objetivo general de reequilibrar los modos de transporte en Europa, redefine la Política Común de Transportes y propone un ambicioso programa de medidas entre las que se encuentra la potenciación de los modos de transporte alternativos al transporte por carretera –ferrocarril, TMCD y navegación fluvial- mediante la puesta en marcha de medidas que incidan en su eficiencia y competitividad.

Sin embargo, transcurridos 5 años desde la adopción del Libro Blanco parece evidente que el TMCD no ha sido capaz de ajustarse a las exigencias de la demanda de transporte de mercancías, puesto que no ha dado lugar al trasvase modal deseado. Con la creación de las Autopistas del Mar (AdM) la UE esperaría resolver dichos “desajustes” entre oferta y demanda, poniendo a disposición de los usuarios servicios marítimos puerta a puerta competitivos con la alternativa terrestre en cada uno de los cuatro corredores que componen la red transeuropea de AdM (véase Ilustración 1). La definición de este nuevo tipo de servicios intermodales requiere por tanto un exhaustivo conocimiento previo de la demanda de transporte de mercancías, de las variables que determinan la elección del modo de transporte y de los factores que han impedido a los tradicionales servicios de TMCD desarrollar todo su potencial.

El presente artículo se inserta en esta línea de investigación y propone la modelización de la demanda de transporte de mercancías entre las respectivas áreas de influencia de la AdM objeto de

estudio *-Autopista Marítima de Europa Suroccidental-* y la estimación de la carga trasvasable de la alternativa unimodal 100% carretera al transporte intermodal basado en el modo marítimo. Para ello se ha utilizado la técnica de preferencias declaradas (PD) que permite obtener la valoración de los principales atributos de la elección intermodal mediante modelos de elección discreta.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se realiza una revisión de la literatura sobre modelización de la demanda de transporte de mercancías y sobre la técnica de PD. En la sección 3 se introduce el modelo teórico utilizado en la investigación. El diseño del cuestionario y el trabajo de campo efectuado se detalla en la sección 4. La sección 5 presenta la discusión de los resultados obtenidos y finalmente, en la sección 6 se establecen las oportunas conclusiones.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La economía del transporte es un tema de creciente importancia en la literatura. En efecto, el desarrollo de sistemas de transporte eficientes contribuye notablemente al bienestar de las sociedades: aumenta la libertad de sus individuos al dotarles de mayor movilidad geográfica y contribuye al crecimiento económico, permitiendo el intercambio con un mayor número de socios comerciales y un incremento de la competitividad de sus productos. Un elemento clave dentro de la economía del transporte -tanto en lo referente al transporte de pasajeros como en lo referente al transporte de mercancías- es la realización de previsiones sobre la evolución de la demanda de servicios de transporte.

De acuerdo con la clasificación realizada por Winston (1983) el análisis de la demanda de transporte de mercancías puede abordarse desde dos enfoques diferenciados en función de la naturaleza de los datos empleados: agregado y desagregado. En última instancia tanto los modelos agregados como los desagregados se utilizan para predecir futuras cuotas de mercado, pero mientras que en los modelos agregados la unidad básica de observación es la cuota de mercado de un determinado modo a nivel regional o nacional, en los modelos desagregados la unidad básica de observación es la elección modal realizada por el decisor. Desde un punto de vista teórico, los modelos desagregados son más atractivos que los modelos agregados puesto que los datos empleados recogen

el comportamiento real del proceso de decisión del transporte de mercancías, capturan importantes características del agente decisor y permiten una mayor comprensión del grado de competencia intermodal.

Los modelos desagregados han sido clasificados a su vez como de inventario y de comportamiento (Winston, 1983). En los modelos de inventario la elección del modo de transporte se plantea como una decisión más del proceso productivo en el que el objetivo último es la maximización del beneficio. En los modelos de comportamiento sin embargo, se considera que el responsable del envío se está enfrentando a un problema de maximización de la utilidad dados el coste y la calidad del servicio derivados del uso de un determinado modo y la incertidumbre asociada a la elección de dicho modo. En el presente trabajo se ha optado por un modelo desagregado de comportamiento puesto que dichos modelos, al incorporar matices desde el punto de vista del decisor, permiten enfatizar la competencia intermodal.

En los modelos desagregados la obtención de los datos puede realizarse mediante el uso de la técnica de preferencias reveladas (PR) o bien mediante la técnica de PD. En ambos casos el objetivo último de la entrevista es obtener información sobre la valoración relativa que hace el entrevistado de los atributos de transporte, radicando la diferencia entre una y otra técnica en el tipo de información que permite obtener. Los cuestionarios de PR permiten obtener información sobre las elecciones de transporte que, dadas las características de la oferta real de servicios de transporte, realiza el agente decisor, es decir, que nos dan información del comportamiento actual del agente decisor. Las PD sin embargo, son datos que recogen elecciones hipotéticas de los individuos ante determinadas situaciones ficticias –*opciones*- construidas por el investigador. Se trata de información de lo que el individuo haría si variara algunas de las condiciones actuales. El uso de la técnica de PD permite resolver limitaciones asociadas al uso de PR tales como la falta de variabilidad de las observaciones, correlación entre las variables o imposibilidad de evaluar situaciones de mercado completamente nuevas (Ortúzar y Willumsen, 2001).

La construcción de las opciones suele basarse en un diseño experimental, *factorial completo* o *fraccional*, que asegura la independencia estadística de las variaciones en los atributos entre sí, la

ortogonalidad, y permite por tanto aislar más fácilmente el efecto que cada atributo tiene sobre la elección. En la práctica no es factible presentar a un individuo un número tan elevado de opciones como el resultante de los diseños factoriales completos¹. Este número se puede reducir si consideramos un diseño factorial fraccional. Dichos diseños se basan en el supuesto de que la totalidad o parte de las interacciones entre los atributos son insignificantes, pudiéndose reducir el número de opciones finalmente presentadas al individuo mediante el uso de un subconjunto de opciones del diseño factorial completo. Según Louviere (1988) los efectos principales explicarían el 80% o más de la varianza en las repuestas dadas por los individuos. A continuación se situarían las interacciones de dos términos, con una cuota de entre el 3% y el 6%. Las interacciones de tres términos explican una proporción muy pequeña de la varianza, del orden del 0,5% al 1% y rara vez sobre el 2% o el 3%.

Si bien es posible encontrar numerosos estudios referentes al transporte de pasajeros en los que se emplee la técnica de PD, los estudios de PD en el caso del transporte de mercancías son mucho menores. Entre las investigaciones sobre el transporte de mercancías en Europa que se han decantado por el uso de esta técnica, cabe destacar, entre otras, las realizadas por Golias y Yannis (1998), Gommers, Jong y Klooster (2000), Danielis y Rotaris (2002), FUCAM-UCL-UFSIA-RUG (2003), Zotti y Danielis (2004), Marcucci y Scaccia (2004), Bergantino y Bolis (2004) y Rudel (2004).

3. MODELO TEÓRICO Y ESPECIFICACIÓN

3.1. Modelo de elección modal

Tal y como se señaló anteriormente, en los modelos desagregados de comportamiento se está suponiendo que la regla de decisión que describe los mecanismos internos utilizados por el decisor para procesar la información disponible y realizar una elección es la maximización de la satisfacción esperada del uso de un determinado modo en una ruta dada. Sin embargo, dado que la utilidad no constituye una variable observable, es necesario aproximarla por el modo de transporte efectivamente elegido. De esta forma, si suponemos que un determinado decisor se enfrenta a un problema de

¹ N° de opciones determinado por el número de atributos y niveles: experimento con 2 atributos a 3 niveles y 2 atributos a 2 niveles, el diseño factorial completo implica la evaluación de $3^2 \times 2^2 = 36$ opciones.

elección entre dos alternativas, i y j , y que su comportamiento es racional –transitividad y consistencia de las preferencias-, la elección de la alternativa i implica que, dadas sus preferencias, sus características socio-económicas (por convención, denominaremos S_n al vector que recoja este tipo de variables) y los atributos de las alternativas de transporte consideradas (vectores Z_{in} y Z_{jn}), la utilidad que le proporciona el uso del modo i es superior a la utilidad que le reportaría la elección de la alternativa j . Por tanto, si denominamos U_{in} la utilidad que le reporta a la empresa n el uso del modo de transporte i y U_{jn} la utilidad que le confiere el uso del modo j , la elección del modo i implicaría:

$$U_{in} > U_{jn} \quad ? \quad V(Z_{in}, S_n) > V(Z_{jn}, S_n) \quad ? \quad ?'V_{in} > ?'V_{jn} \quad (1)$$

donde $? = [?_1, ?_2, \dots, ?_k]$ es el vector de k parámetros desconocidos. Sin embargo, las elecciones de los individuos no son siempre racionales, incumpléndose en ocasiones los supuestos de transitividad y consistencia anteriormente mencionados. En el caso de los modelos de elección discreta la herramienta analítica utilizada para la inclusión en el análisis de dichas inconsistencias es la teoría de la elección probabilística. En el enfoque de utilidad aleatoria, formalizado por Manski (1977), se parte del supuesto que los individuos siempre eligen aquella alternativa que maximiza su utilidad, debiéndose las inconsistencias observadas en las elecciones a deficiencias por parte del investigador. Algunas de las variables explicativas consideradas en la función de utilidad siguen por tanto un comportamiento aleatorio, por lo que la utilidad debe considerarse igualmente una variable aleatoria y el problema de elección debe replantearse en términos probabilísticos. Retomando el problema de decisión binario anteriormente planteado, la probabilidad de elección de la alternativa i por parte de la empresa n será igual a la probabilidad de que la utilidad asociada a la alternativa i sea superior o igual a la utilidad asociada a la alternativa j .

$$P(i|C_n) = \Pr[U_{in} \geq U_{jn}] \quad (2)$$

La utilidad aleatoria de una determinada alternativa puede expresarse como la suma de dos tipos de componentes, un componente determinista (V_{in}) y un componente aleatorio (e_{in}).

$$U_{in} = V(Z_{in}, S_n) + e_{in} \quad (3)$$

Pudiendo expresarse la probabilidad de elección de la alternativa i de la siguiente forma:

$$P(i|C_n) = \Pr[V_{in} + e_{in} \geq V_{jn} + e_{jn}] = \Pr[e_{jn} - e_{in} \leq V_{in} - V_{jn}] = \Pr[e_n \leq V_{in} - V_{jn}] \quad (4)$$

Dependiendo de los supuestos realizados sobre la distribución de los errores (e_{in} y e_{jn}), y por extensión, sobre la diferencia de dichos errores (e_n), se obtendrá un determinado modelo de elección binaria u otro. En nuestra estimación se ha empleado un modelo LOGIT. Dicho modelo se deriva de suponer que e_{in} y e_{jn} se distribuyen idéntica e independientemente según una distribución Gumbel. Dado que la diferencia de dos distribuciones Gumbel es una distribución Logística, la probabilidad de elección de la alternativa i vendrá dada por la siguiente expresión (McFadden, 1974):

$$P_n(i) = \Pr(U_{in} \geq U_{jn}) = \frac{1}{1 + e^{-\beta(V_{in} - V_{jn})}} = \frac{e^{\beta V_{in}}}{e^{\beta V_{in}} + e^{\beta V_{jn}}} \quad (5)$$

Donde $\beta > 0$ es el parámetro escala.

3.2. Datos mixtos

Con el objetivo de aprovechar las ventajas de cada tipo de datos, PR y PD, e intentar evitar sus desventajas se plantea la *estimación con datos mixtos* cuya formalización econométrica se debe a Ben-Akiva y Morikawa (1990). Esta estimación se basa en la utilización de ambos conjuntos de datos, PR más PD, en la estimación econométrica de modelos de demanda de transporte de forma que sea posible aprovechar las complementariedades de estas dos fuentes de información. Esta metodología de estimación conjunta es aplicable a cualquier tipo de información. La estructura econométrica de estimación conjunta cuando se dispone de varias fuentes de datos se basa en la idea que la diferencia entre los errores de los datos se puede especificar considerando términos de error con diferente varianza. Si ε es el error estocástico de los datos de PR y η el de los datos de PD, podemos expresar la diferencia entre las varianzas a través de la siguiente expresión:

$$s_e^2 = m^2 \cdot s_h^2 \quad (6)$$

siendo m un parámetro desconocido. Esta consideración determina que las funciones de utilidad de la alternativa j para cada una de las fuentes de datos sean:

$$\begin{aligned}
U_j^{PR} &= V_j^{PR} + \mathbf{e}_j = \mathbf{q} \cdot X_j^{PR} + \mathbf{a} \cdot Y_j^{PR} + \mathbf{e}_j \\
\mathbf{m}U_j^{PD} &= \mathbf{m}(V_j^{PD} + \mathbf{h}_j) = \mathbf{m}(\mathbf{q} \cdot X_j^{PD} + \mathbf{w} \cdot Z_j^{PD} + \mathbf{h}_j)
\end{aligned}
\tag{7}$$

donde \mathbf{q} , \mathbf{a} y \mathbf{w} son los parámetros a estimar, X_j^{PR} y X_j^{PD} son atributos comunes de la alternativa j para los datos de PR y de PD respectivamente; mientras que Y_j^{PR} y Z_j^{PD} son atributos no comunes de la alternativa j para cada conjunto de datos. Al multiplicar la función de utilidad de los datos de PD por el parámetro desconocido \mathbf{m} ecuación (7), se consigue que el error estocástico de este tipo de datos tenga la misma varianza que los datos de PR. Normalmente, se supone que los datos de PD deberían tener más ruido que los datos de PR, si éste es el caso, el valor de \mathbf{m} conocido como el *coeficiente de escala* del modelo, debiera estar entre 0 y 1. Si el valor resultara mayor que 1 estaría indicando que los datos con mayor nivel de ruido son los de PR. Por otro lado, si el factor de escala no resultara significativamente distinto de 1, estaría indicando que las varianzas de los errores de ambas fuentes de datos no son distintas y por tanto, podría estimarse el modelo sin distinguir entre fuentes de datos.

Los parámetros del modelo se obtienen maximizando la función de verosimilitud que es no-lineal debido a que \mathbf{m} multiplica al resto de los parámetros en la función de utilidad PD. La estimación de este tipo de modelos se puede realizar mediante el procedimiento de estimación simultánea propuesto por Bradley y Daly (1997). Esta se basa en proponer una estructura jerárquica que permita resolver la no linealidad en los parámetros en la ecuación (7). Según esta estructura las alternativas de PR caen directamente del nido raíz y las alternativas PD estarían, cada una de ellas, incluidas en un nido de alternativa única, siendo \mathbf{m} el parámetro que acompaña a la utilidad representativa de cada nido (EMU). La modelización de la elección en este caso se realiza mediante un Logit jerárquico (Williams, 1977; Daly y Zachary, 1978; Daly, 1987).

4. DATOS

Con el objeto de construir una base de datos que permitiese la especificación y estimación del modelo de elección modal, se condujeron 45 entrevistas personales con operadores logísticos de 5 comunidades autónomas –Aragón, Cataluña, Comunidad Valenciana, Madrid y Murcia-. Sobre este

punto cabe señalar que, si bien en el marco de trabajos anteriores se consideró que la población objeto de estudio en el análisis de la elección modal entre España y Europa se componía tanto de las empresas productoras que realizan envíos a estos mercados como de los operadores logísticos que gestionan dichos envíos, en esta ocasión, y tras la experiencia acumulada al respecto, se optó por limitar la población objeto de estudio a la figura del operador logístico. En efecto, dada la estructura productiva de la región analizada –caracterizada por un claro predominio de la pequeña y mediana empresa que carece de un departamento de logística propio y opta por subcontratar dichos servicios a transportistas o transitarios- no se puede considerar que la empresa media española disponga de información suficiente sobre la oferta de transporte disponible. La decisión del modo de transporte suele recaer por tanto sobre el operador logístico. Es por este motivo que se decidió focalizar el trabajo de campo en los operadores logísticos y no en las empresas productoras.

Las entrevistas, realizadas entre marzo y abril de 2006, permitieron identificar 75 envíos entre España y Europa y obtener 1341 observaciones de preferencias declaradas, 675 del juego *alto valor* y 666 del de *bajo valor*. El diseño y posterior ejecución del cuestionario se realizó con el *software* especializado WinMINT 2.1, programa que permite adaptar el cuestionario a la situación de cada operador logístico entrevistado.

La entrevista se estructuraba en tres bloques. El primer bloque tenía por objetivo la obtención de información general sobre las características de la empresa (tamaño, localización, tipos y ámbitos de los servicios de transporte y logísticos ofertados, medios propios de transporte disponibles, etc.)- y sobre su percepción respecto de la calidad de los servicios de transporte ofertados con Europa por los dos modos analizados. A continuación el entrevistador identificaba los envíos más representativos con Europa y recababa información sobre sus principales características (tipo de operación –exportación o importación-, tipo de envío –completo o consolidado-, principal mercancía transportada, localidad de carga/descarga en España, localidad de descarga/carga en destino, modo utilizado, tamaño del envío, tiempo de tránsito, coste, fiabilidad, etc.). Finalmente, en base a la información proporcionada sobre el envío característico en el bloque anterior se realizaba el juego o juegos de preferencias declaradas.

Tal y como se anticipó en el apartado anterior, el cuestionario de PD constaba de dos juegos, uno dirigido a los envíos de mercancías de relativo alto valor y otro dirigido a los envíos de relativo bajo valor. El motivo por el cual se plantearon dos juegos de PD distintos fue que, a lo largo de trabajos de campo realizados anteriormente con la técnica de PR, se obtuvo evidencia empírica sobre la distinta valoración relativa de los atributos de transporte, y en especial de los atributos coste y tiempo de tránsito, en función de la naturaleza y las especificidades logísticas de la mercancía transportada. De esta forma, mientras que el responsable del envío de una mercancía de relativo bajo valor consideraba que una reducción del coste de transporte del 5% era suficiente para compensar un incremento en el tiempo de tránsito de dos días, en el caso de los envíos de elevado valor, sujetos a importantes restricciones de tipo cualitativo, un incremento del tiempo de tránsito de esa magnitud debía ser compensado por reducciones de coste de hasta un 20%. Tal y como se puede apreciar en la Tabla 1, la única diferencia entre uno y otro juego se encuentra en los niveles definidos para la variable coste de transporte. El rango de variación del coste de transporte de la alternativa intermodal marítima en el juego de alto valor es superior al rango de variación contemplado en el juego de bajo valor -un 10%, 15% y 25% menos que el coste ofertado por el modo carretera frente a un 5%, 10% y 20%-, de tal forma que, mientras en el juego de alto valor el *trade-off* analizado abarca desde 1€por hora y envío hasta 10,5€por hora y envío, en el de bajo valor el intervalo de variación del *trade-off* entre tiempo de tránsito y coste de transporte se reduce hasta 0,5€por hora y envío en su valor mínimo y 8€ por hora y envío en el máximo (véase Gráfico 1).

Los niveles de los atributos se fijaron en base a la información obtenida mediante un análisis detallado de la oferta actual de servicios de transporte -por carretera y marítimos- entre las áreas consideradas. La información relativa a la oferta actual de servicios de transporte por carretera entre España y los países situados en el *hinterland* o área de influencia de la AdM objeto de estudio - Alemania, Austria, Francia, Italia y Suiza- se obtuvo mediante trabajo de campo telefónico con 64 empresas de transporte internacional por carretera. El cuestionario realizado a los transportistas permitió obtener información referente a las características de la empresa y de los envíos

(consolidación, control de temperatura, retorno del envío, número de conductores, etc.) y datos sobre el coste y el tiempo de tránsito de los servicios con los destinos considerados.

El análisis de la oferta actual de servicios de transporte marítimo entre las áreas objeto de estudio se realizó en base a la información proporcionada por la base de datos *LinePort*. Dicha base de datos, desarrollada por la Fundación Valenciaport, recoge información, desde enero de 2004, sobre la oferta de servicios de TMCD existentes desde los principales puertos españoles, sobre las características de las líneas (tipo de tráfico –Ro-Ro, Ro-Pax, Lo-Lo, porta vehículos, graneles- tipo de servicio –directo o mediante trasbordo- rotación, frecuencia, número de buques incorporados al servicio, tiempo de tránsito) y sobre las características de los buques empleados (arqueo bruto, velocidad, año de construcción, capacidad máxima de carga en contenedores, plataformas, vehículos o metros lineales). Los resultados obtenidos muestran que la oferta actual de servicios marítimos entre la fachada mediterránea española e Italia es correcta. En efecto, en la actualidad existen 8 líneas de transporte marítimo entre puertos mediterráneos españoles e italianos que podrían considerarse como fácilmente compatibles con el criterio de calidad de las AdM, con unos niveles de frecuencia que oscilan entre una salida diaria y una salida semanal. La intensidad de las líneas entre los puertos españoles considerados y sus homólogos italianos contrasta con la ausencia de este tipo de servicios con los puertos del mediterráneo francés, puesto que no ha sido posible identificar ningún servicio que esté ofertando conexiones de elevada frecuencia y reducidos tiempos de tránsito con Francia.

El análisis de las características actuales del transporte por carretera y del TMCD nos permitió fijar con un elevado grado de precisión el escenario actual de la oferta de transporte entre las áreas objeto de estudio. Los niveles de los atributos en los juegos de PD se fijaron a partir de dicho escenario y de los conocimientos adquiridos por el equipo de investigación sobre el sector del transporte de mercancías intra-europeo y el proceso de decisión modal a lo largo de sesiones de trabajo con un grupo focal de informantes cualificados y trabajos de campo anteriores.

De acuerdo con el diseño planteado, 2 variables a 3 niveles y 2 variables a 2 niveles, el diseño factorial completo implicaría la evaluación por parte del entrevistado de 36 escenarios. Se utilizó por

tanto un diseño factorial fraccional que permitió reducir el número de escenarios planteados al entrevistado de 36 a 9 (véase Tabla 2; Kocur et al. 1982; Louviere et al. 2000 para más detalle).

5. ESTIMACIÓN Y RESULTADOS

Dado que se diseñaron dos juegos distintos –uno dirigido a los envíos de mercancías de relativo alto valor y otro dirigido a los envíos de relativo bajo valor- se procedió en primer lugar a una estimación con datos mixtos mediante un Logit Jerárquico (véase Figura 1). Se obtuvo sin embargo un factor de escala μ igual a 1,137 - valor del test t de Student igual a 1,053 cuando la hipótesis nula establece que dicho factor es igual a 1- debiéndose por tanto rechazar la hipótesis de que fuera significativamente distinto de 1, y pudiendo por tanto combinarse ambos tipos de datos y estimarse el modelo mediante un Logit binario.

En la Tabla 3 se presentan las variables obtenidas del trabajo de campo y el signo esperado. A continuación se detalla la especificación utilizada para las funciones de los dos modos de transporte:

$$\begin{aligned}
 U_{Carretera} &= (\theta_t + \theta_{BCN}BCN + \theta_{MAD}MAD + \theta_{MU}MU)t + \theta_C C + \theta_{fb}fb + \theta_{EXPORT}EXPORT \\
 &+ \theta_{FREC}FREC + \theta_{IVU}IVU + \theta_{DPTOPTA}DPTOPTA + \theta_{DIST}DIST \quad (8) \\
 U_{Marítimo} &= (\theta_t + \theta_{BCN}BCN + \theta_{MAD}MAD + \theta_{MU}MU)t + \theta_C C + \theta_{fb}fb + \theta_{Fr}Fr
 \end{aligned}$$

Se han considerado las variables ficticias de las provincias interactuando con el tiempo de tránsito, de manera que se especifica un parámetro base para el tiempo de viaje y otra para la variable ficticia de la provincia por el tiempo de tránsito. De esta forma se pueden obtener valores subjetivos del tiempo de tránsito que varían según la provincia en la que esté localizado el operador logístico responsable del envío. Se tomó como referencia la provincia de Valencia. La variable ficticia para la provincia de Zaragoza no resultó significativa, por lo que el tiempo de tránsito para los operadores logísticos de esta provincia son valorados de igual forma que los situados en Valencia, que es la provincia de referencia.

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la estimación del modelo considerado². La alternativa de referencia es la carretera, y por tanto la interpretación de las variables que recogen características específicas del agente decisor y del envío considerado debe realizarse en relación a dicha alternativa de transporte.

Los atributos del modo, coste de transporte, tiempo de tránsito y frecuencia del servicio marítimo son significativos a un nivel del 2% y presentan el signo esperado: negativo en el caso del coste y el tiempo de tránsito –incrementos en alguno de estos factores reducen la utilidad asociada a la alternativa de transporte- y positivo en el caso de la frecuencia del modo marítimo. El coeficiente de la variable fiabilidad, si bien presenta el signo esperado, no es estadísticamente significativa, y no podemos por tanto considerar que su valor sea significativamente distinto de cero.

La variable frecuencia del modo marítimo es igualmente significativa y presenta signo positivo: incrementos en el número de salidas semanales del servicio marítimo aumentan la utilidad asociada a la alternativa intermodal de transporte. En el modelo especificado se ha introducido igualmente una variable ficticia, frecuencia del envío, que toma valor 1 si la frecuencia de envío del producto analizado en la ruta considerada es elevada –superior o igual a 2 envíos semanales- y 0 en caso contrario –frecuencia de envío inferior a 2 envíos semanales-. El signo positivo obtenido indica que, *ceteris paribus*, la probabilidad de elección de la carretera es mayor en los envíos de elevada frecuencia que en aquellos caracterizados por un reducido número de expediciones. El signo positivo obtenido confirma la baja calidad de servicio ofertada actualmente por los servicios marítimos en términos de frecuencia en relación con los niveles ofertados en el transporte por carretera, ratificando por tanto lo acertado de la inclusión, entre los criterios de calidad de servicio que caracterizarán las futuras AdM, de elevados niveles de frecuencia.

La variable índice de valor unitario es significativa y presenta signo positivo. El signo obtenido cuadra con la evidencia empírica obtenida al respecto (García et al., 2004), indicando que incrementos en el valor relativo de la mercancía transportada incrementan la probabilidad de elección de la carretera en detrimento de la del transporte intermodal marítimo. Este resultado tiene notables

² Los modelos se estimaron con el software Alogit 3.2 (Daly, 1992).

implicaciones en términos de la carga potencial que podrían atraer las AdM y de su estrategia de implementación a desarrollar. La definición de la estrategia de captación de tráficos de una AdM exige por tanto un exhaustivo conocimiento previo de la estructura productiva y configuración logística de su *hinterland*: una elevada presencia de sectores de relativo alto valor exigirá una estrategia de competencia con la carretera basada en aspectos cualitativos –tiempos de tránsito, fiabilidad, regularidad- mientras que en los casos estructuras productivas caracterizadas por sectores de relativo bajo valor las estrategias de captación de tráficos basadas en costes resultarán más efectivas.

La variable distancia es significativa y de signo negativo. Dicha variable recoge la longitud relativa de la cadena de transporte íntegra por carretera: toma valor 1 si la distancia recorrida es superior a 1.000 km. y 0 en caso contrario. El signo negativo obtenido indica que la alternativa intermodal marítima presenta una ventaja comparativa respecto de la carretera en aquellos envíos en los que la distancia a recorrer es superior a los 1.000 km., mientras que, en los envíos de corto recorrido, es la carretera la que presenta una ventaja relativa.

Se ha incluido igualmente en la especificación del modelo una variable indicativa del grado de accesibilidad a las infraestructuras marítimas por parte de los agentes extranjeros implicados en el envío: distancia entre el puerto de descarga y el punto de destino final del envío (distancia puerto a puerta). La variable ha sido definida como una variable ficticia que toma el valor 1 si la distancia a recorrer es inferior a 150 kilómetros y 0 en caso contrario. Dicha variable es altamente significativa y debe considerarse por tanto un factor relevante de la elección modal entre carretera y transporte intermodal marítimo. Dado que en el modelo especificado dicha variable se ha incluido en la función de utilidad de la alternativa carretera, el signo negativo nos indica que los envíos cuyo punto de destino final se encuentre a menos de 150 kilómetros del puerto de descarga, presentan una “predilección” relativa por el uso de la alternativa marítima respecto de los envíos situados a más de 150 kilómetros de las infraestructuras marítimas. Dicho resultado está en línea con lo esperado. En efecto, el acceso a las infraestructuras marítimas constituye un importante determinante de la elección modal, siendo el tramo terrestre de la cadena intermodal un importante condicionante de su competitividad relativa. Cabe señalar que, si bien se disponía igualmente de datos relativos a la

distancia entre el punto de carga de la mercancía y el puerto de salida asociado, el coeficiente de dicha variable no se ha obtenido como significativamente distinto de 0 y, por tanto, no podemos considerarla un factor determinante de la elección modal estudiada. La no significatividad del parámetro de la distancia puerta a puerto podría deberse a las reducidas distancias terrestres recorridas en el tramo español de la cadena de transporte intermodal respecto de las recorridas en territorio extranjero. En efecto, la distancia terrestre media a recorrer en el tramo español es 100 kilómetros inferior a la distancia media puerto a puerto obtenida (173 y 276 km. respectivamente). Dado su carácter periférico y su amplia fachada marítima, el área de influencia de los puertos españoles del mediterráneo es relativamente reducida, de tal forma que el tramo terrestre de la alternativa intermodal que mayores recorridos implica se sitúa en torno a los 400 kilómetros. El *hinterland* considerado en el otro extremo de la AdM analizada es sin embargo mucho más amplio, pudiendo llegar a suponer el transporte entre el puerto de llegada y el punto de descarga final recorridos de hasta 800 kilómetros.

La variable exportación es de nuevo una variable ficticia que toma valor 1 si el flujo identificado se corresponde con una operación de exportación –desde la perspectiva española- y 0 cuando se trata de un flujo de importación. Dicha variable presenta signo negativo, indicando por tanto que la probabilidad de optar por el transporte intermodal marítimo es superior en los envíos de exportación que en los envíos de importación. Si analizamos el peso relativo de las distintas formas de ventas empleadas tanto en exportación como en importación observamos que, mientras que en el caso de las exportaciones españolas es el receptor de la mercancía el que asume en la mayoría de los casos la responsabilidad del transporte de la mercancía -en un 53% de las operaciones de exportación identificadas-, el INCOTERM mayoritariamente utilizado en las importaciones españolas procedentes de los países objeto de estudio pertenece al grupo E o F, y, por tanto, es el comprador español quién asume la gestión del transporte de la mercancía. Desde esta perspectiva, el signo negativo de la variable exportación podría considerarse un reflejo de la menor probabilidad de elección del modo marítimo en los envíos gestionados por operadores españoles que en aquellos cuya responsabilidad recae sobre el expedidor/receptor europeo. El signo negativo cuadraría por tanto con los resultados obtenidos anteriormente sobre el efecto de la forma de venta empleada en la elección modal de las

exportaciones españolas con destino Europa (Feo y García, 2005) y vendría a reafirmar la hipótesis de una menor madurez logística del operador español en relación con la de sus homólogos europeos y la existencia de un sesgo histórico por el uso de la carretera derivado del proceso de integración vertical que ha tenido lugar en el sector.

Finalmente, como comentamos anteriormente, se han introducido en el modelo variables ficticias provinciales con el objeto de captar el efecto que sobre la elección modal pueda tener el hecho de estar ubicado en una u otra región. Dichas variables se han introducido interactuando con el tiempo de viaje, es decir, se han introducido multiplicando el tiempo de tránsito. La provincia de referencia es Valencia, debiéndose por tanto interpretar los signos obtenidos en relación a la elección modal del operador logístico valenciano. Salvo la variable de Zaragoza, todas las variables provinciales introducidas –Barcelona, Madrid y Murcia- son significativas y presentan signo negativo. Los operadores de estas provincias otorgan por tanto un mayor peso relativo en su elección modal al tiempo de tránsito que los situados en las provincias de Valencia y Zaragoza.

De acuerdo con los valores subjetivos del tiempo obtenidos (véase Tabla 5), las empresas situadas en las provincias de Valencia o Zaragoza estarían dispuestas a pagar 5,20 euros por envío por reducir una hora el tiempo de tránsito, mientras que las empresas situadas en la provincia de Barcelona estarían dispuestas a pagar 6,73 euros por hora, las situadas en Madrid 8,19 y las situadas en Murcia 15,29. En promedio, las empresas españolas del hinterland objeto de estudio estarían dispuestas a pagar 7,06 euros por envío por reducir una hora el tiempo de tránsito.

El elevado valor subjetivo que otorgan los operadores logísticos situados en Murcia al tiempo se deriva, muy probablemente, del elevado peso que en las exportaciones de la región tienen los productos perecederos –del total de toneladas exportadas por la región de Murcia a los países objeto de estudio en 2003 el 67% fueron exportaciones de frutas y hortalizas-. Dado que se trata de productos con un reducido periodo de comercialización el tiempo de tránsito es un parámetro muy relevante. A lo largo del trabajo de campo realizado fueron muchos los operadores logísticos que comentaron que, en el caso del transporte de productos perecederos a los mercados objeto de estudio, aquellas cadenas

de transporte que superasen los 3 días de tiempo de tránsito eran inviables, independientemente de la reducción en costes que llevasen asociada.

A continuación se sitúan los valores subjetivos del tiempo de los operadores logísticos de Madrid y Barcelona, con unos valores estimados de 8,19 y 6,72 euros por hora y envío respectivamente. De nuevo, la explicación del por qué los operadores de estas provincias otorgan un mayor peso relativo a las potenciales mejoras en el tiempo de tránsito de las cadenas de transporte que los operadores de Valencia y Zaragoza podría basarse en la composición sectorial relativa de las exportaciones e importaciones de dichas provincias. En el Gráfico 2 se muestran los índices de valor unitario medios por provincias obtenidos en el trabajo de campo. Tal y como se puede apreciar, los índices de valor unitario medios de Madrid y Barcelona son un 81% y un 38% superiores al índice medio. Los flujos de transporte originados desde dichas provincias se caracterizan por un mayor valor relativo.

Finalmente, se ha calculado el porcentaje de variación de la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima frente a variaciones, tanto propias como cruzadas, en el coste y en el tiempo de tránsito (véase Tabla 6). Tal y como se puede apreciar, las políticas de coste son las que mayores efectos tendrán sobre la probabilidad de elección de la alternativa marítima. Cabe destacar sin embargo el mayor efecto que sobre la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima tiene un incremento del coste de transporte de la carretera en comparación con el derivado de mejoras en el propio coste del modo marítimo. De esta forma, mientras que incrementos de un 1% en el coste de transporte de la carretera dan lugar a un aumento de la probabilidad de elección del modo marítimo de 1,15 puntos porcentuales, reducciones de esta misma cuantía del coste del marítimo tan sólo aumentan su probabilidad de elección en 0,98 puntos porcentuales. Dicho resultado está en línea con los obtenidos en trabajos previos (Feo et al., 2003; Feo y García, 2005).

Por otra parte, la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima es sin embargo más sensible a mejoras en su propio tiempo de tránsito que a posibles deterioros en el tiempo de tránsito del modo alternativo: reducciones del tiempo de tránsito del marítimo incrementan su probabilidad de elección en 0,85 puntos porcentuales mientras que incrementos de igual magnitud en

el tiempo de la carretera tan sólo incrementan la probabilidad de elección del marítimo en medio punto porcentual. A la vista de los resultados obtenidos podemos afirmar que, mientras que en lo referente al parámetro coste el modo intermodal marítimo depende de cómo evolucione el coste del modo alternativo, en el caso del parámetro tiempo su probabilidad va a depender de su propio comportamiento, debiendo por tanto emprenderse políticas pro-activas en este ámbito que permitan obtener sustanciales mejoras respecto de la situación actual.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha analizado la viabilidad de una cadena logística marítima en el corredor de la Autopista Marítima de Europa Suroccidental. Para ello, se realizó una encuesta de PD donde se consideraron dos alternativas de transporte de mercancías: la alternativa unimodal 100% carretera y la alternativa intermodal marítima. En esta encuesta se presentó una alternativa intermodal marítima mejorada que permitiera captar parte del transporte de mercancías que actualmente opta por la alternativa unimodal 100% carretera.

La encuesta de PD consideró tres variables genéricas para ambas alternativas: tiempo de tránsito, coste de transporte y fiabilidad de los plazos de entrega. Además se consideró como variable específica para el transporte intermodal marítimo la frecuencia, definida como número de salidas semanales. Esto nos permitió obtener la valoración de dichas variables para el transporte de mercancías. En este sentido, es importante destacar que son pocos los estudios de transporte de mercancías que bien utilicen datos desagregados o bien técnicas de PD, siendo éste un estudio que aporta evidencia empírica en este campo.

En cuanto a los resultados, comentar que todos los parámetros estimados resultan significativos y con el signo esperado, con la excepción de la fiabilidad para el transporte intermodal marítimo, cuya significatividad es baja. Además, se consideraron variables adicionales a las definidas en la encuesta de PD tanto sobre las características de la empresa como del envío. Entre ellas, destaca la consideración de la localización del operador logístico mediante la especificación de la variable provincia interactuando con el tiempo de tránsito. Esta especificación permite obtener una valoración

del tiempo de tránsito en función de la provincia en la que se encuentra situada la empresa que realiza el envío, así como valores subjetivos del tiempo diferenciados por provincias.

El valor subjetivo promedio del tiempo es de 7,06 euros por hora, esto es, las empresas españolas del *hinterland* objeto de estudio estarían dispuestas a pagar 7,06 euros por envío por reducir una hora del tiempo de tránsito. Por provincias, este valor sería de 5,20 euros por envío y hora para las provincias de Valencia y Zaragoza. Para las empresas situadas en Barcelona y Madrid es de 6,73 euros y 8,19 euros por envío y hora, respectivamente. Finalmente, para Murcia, el valor es el más alto, siendo de 15,29 euros por envío y hora. Estos valores están relacionados con el tipo de envío realizado, que por ejemplo, en el caso de Murcia, se trata de productos perecederos (frutas y hortalizas) que requieren de periodos reducidos de comercialización, siendo el tiempo de tránsito un factor relativamente importante en la elección del modo de transporte para el envío.

Respecto a la sensibilidad de la demanda de la alternativa intermodal marítima ante variaciones, tanto propias como cruzadas, del coste y del tiempo de tránsito, tenemos que la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima es mayor ante variaciones del coste de la alternativa unimodal 100% carretera que ante variaciones de su propio coste. Con respecto al tiempo de tránsito, la probabilidad de elegir la alternativa intermodal marítima es mayor ante las reducciones del tiempo de tránsito en marítimo que ante incrementos de igual magnitud en carretera. Podemos afirmar, por tanto, que mientras que en lo referente al parámetro coste el modo intermodal marítimo depende de cómo evolucione el coste del modo alternativo, en el caso del parámetro tiempo su probabilidad de elección va a depender de su propio comportamiento, debiendo por tanto emprenderse políticas pro-activas en este ámbito que permitan obtener sustanciales mejoras respecto de la situación actual.

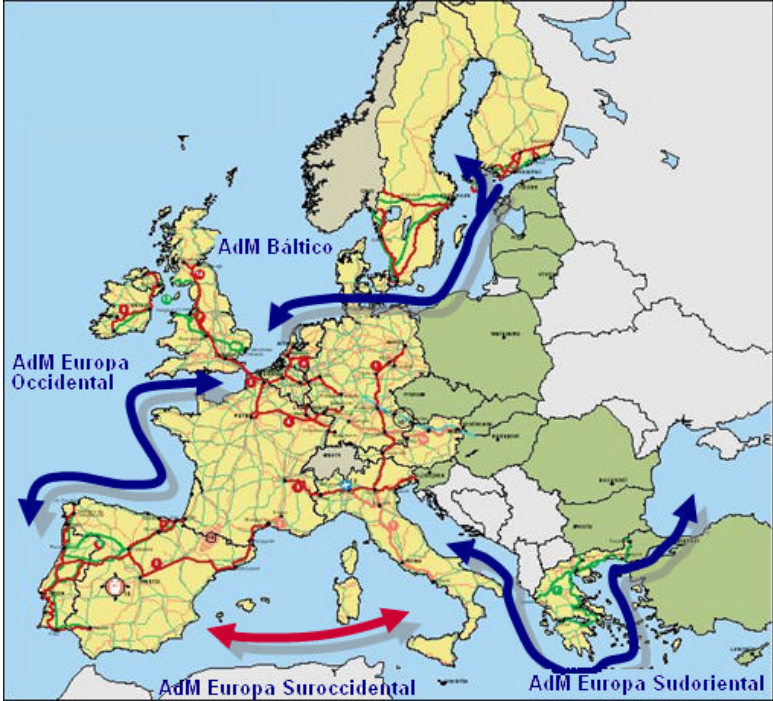
REFERENCIAS

- Ben-Akiva, M.E. y T. Morikawa (1990): "Estimation of travel demand models from multiple data sources", *Proceedings 11th International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, Yokohama, Japón.
- Bergantino, A y S. Bolis (2004): "An analysis of maritime ro-ro freight transport service attributes through adaptive stated preference: an application to a sample of freight forwarders", *European Transport*, 25|26, 33-51.
- Bradley, M.A. y A.J. Daly (1997): "Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information", en P.R. Stopher y M. Lee-Gosselin (eds.), *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*, Pergamon, Oxford.
- Daly, A. y S. Zachary (1978): "Improved multiple choice models", en D.A. Hensher y M. Q. Dalvi (eds), *Determinants of Travel Choice*, Saxon House, Westmead.
- Daly, A. (1987): "Estimating "tree" logit models", *Transportation Research*, 21B, 251-268.
- Daly, A. (1992): "ALOGIT 3.2 User's Guide", Hague Consulting Group, La Haya.
- Danielis, R. y L. Rotaris (2002): "Shippers' preferences for freight transport services: a conjoint analysis experiment for an Italian region". *Sustainable Transport in Europe and Links and Liaisons with America*, European Commission's 5th Framework Programme for Research and Development, <http://www.stellaproject.org/FocusGroup1/Siena/papers/danielis.doc>
- Feo, M., García, L., Martínez, I. y E. Pérez (2003): "Determinants of modal choice for freight transport: consequences for the development of short-sea shipping between Spain and Europe", en *Maritime Transport II. Second International Conference on Maritime Transport and Maritime History*, volumen I. SCI-UPC 2003, Barcelona, España.
- Feo, M y L. García (2006): "Factores determinantes de la elección modal en las exportaciones españolas con destino Europa", *II Congreso Internacional de Transporte: Hacia un transporte más seguro y eficiente*, Castellón, España.
- Feo, M. y L. Escamilla (2005): "Lineport: Una herramienta para el análisis de la oferta de TMCD en España", *Seminario de la Fundación Valenciaport*, Valencia, España.
- FUCAM-UCL-UFSIA-RUG (2003), "Assessment of quality differences between freight transport modes", the first annual scientific report, CP-TR-03 of PADD II, Belgian Public Planning Service Science Policy, www.belspo.be
- García, L., Martínez, I. y D. Piñero (2004): "Determinants of mode choice (road-shipping) for freight transport: evidence for four Spanish exporting sectors", *Journal transport economic and policy*, volumen 38 parte III.
- Golias J. y G. Yannis (1998): "Determinants of combined transport's market share", *Transport Logistics*, volumen 1, nº4, 251-264.
- Gommers, M., de Jong, GC. y J. Klooster, (2000): "Time valuation in freight transport : method and results", en Ortúzar, J de D. (ed.) *Stated Preferences Modelling Techniques*, 231-242.

- Kocur, G., Adler, T., Hyman, W. y B. Aunet (1982): "Guide to forecasting travel demand with direct utility assessment", report n° UMTA-NH-11-0001-82, Urban Mass Transportation Administration, US Department of Transportation, Washington, DC.
- Comisión Europea (2001), "La Política Europea de Transportes de Cara al 2010: La Hora de la Verdad", *Libro Blanco de Transportes*.
- Louviere, J.J. (1988): "Analysing decision making: metric conjoint analysis", Sage Publications, Newbury Park.
- Louviere, J.J., Hensher, D.A y J.D. Swait (2000): "Stated Choice Methods: Analysis and Application", Cambridge University Press, Cambridge.
- Manski, C., (1977): "The structure of random utility models", *Theory and Decision*, 229-254.
- Marcucci, E. y L. Scaccia (2004): "Mode choice models with attribute cutoffs analysis: the case of freight transport in the Marche region", *European Transport*, 25|26, 21-32.
- McFadden, D. (1974): "The measurement of urban travel demand", *Journal of Public Economics*, n°3, 303-328.
- Ortúzar, J. de D. y L.G. Willumsen (2001): "Modelling Transport", 3ª edición, John Wiley & Sons, Chichester.
- Rudel, R. (2004): "Evaluation of quality attributes in the freight transport market. Stated preference experiments in Switzerland", *European Transport*, n° 25-26, 52-60.
- Swait, J., Louviere, J.J. y M. Williams (1994): "A sequential approach to exploiting the combined strengths of SP and RP data: application to freight shipper choice" *Transportation* 21, 135-152.
- Williams, H. C. W. L. (1977): "On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit", *Environment and Planning* 9A, 167-219.
- Winston, C. (1983): "The demand for freight transportation: models and applications", *Transportation Research A*, volumen 17A, n°6, 419-427.
- Zotti, J. y R. Danielis (2004): "Freight transport demand in the mechanics' sector of Friuli Venezia Giulia: the choice between intermodal and road transport", *European Transport*, 25|26, 9-20.

ILUSTRACIONES, FIGURAS, TABLAS Y GRÁFICOS

Ilustración 1. Proyectos Prioritarios de la Red Transeuropea de Transporte, Autopistas del Mar



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Estructura de árbol para la estimación propuesta

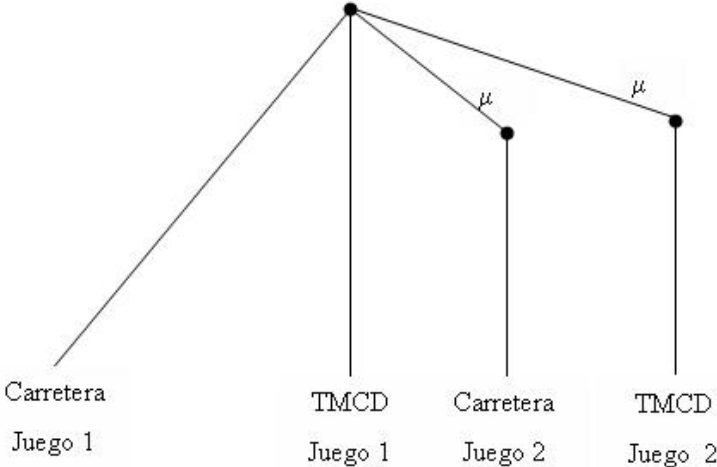


Tabla 1. Diseño de los juegos de preferencias declaradas

VARIABLE	DEFINICIÓN	UNIDAD	NIVELES JUEGO ALTO VALOR	NIVELES JUEGO BAJO VALOR
TIEMPO DE TRÁNSITO	Tiempo de tránsito Carretera	Días	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Tiempo de tránsito Intermodal Marítimo	Días	1/ Tiempo de tránsito carretera + 1 día	1/ Tiempo de tránsito carretera + 1 día
			2/ Tiempo de tránsito carretera + 2,5 días	2/ Tiempo de tránsito carretera + 2,5 días
			3/ Tiempo de tránsito carretera + 4 días	3/ Tiempo de tránsito carretera + 4 días
COSTE DE TRANSPORTE	Coste de transporte Carretera	€/Envío	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Coste de transporte Intermodal Marítimo	€/Envío	1/ 90% del coste de transporte por carretera	1/ 95% del coste de transporte por carretera
			2/ 85% del coste de transporte por carretera	2/ 90% del coste de transporte por carretera
			3/ 75% del coste de transporte por carretera	3/ 80% del coste de transporte por carretera
FIABILIDAD PLAZOS DE ENTREGA	Probabilidad de retrasos Carretera	%	1/ Nivel actual	1/ Nivel actual
	Probabilidad de retrasos Intermodal Marítimo	%	1/ Nivel carretera + 5%	1/ Nivel carretera + 5%
			2/ Nivel carretera + 10%	2/ Nivel carretera + 10%
FRECUENCIA	Frecuencia modo marítimo	Nº salidas semanales	1/ 2 salidas semanales	1/ 2 salidas semanales
			2/ 6 salidas semanales	2/ 6 salidas semanales

Gráfico 1. Trade-off entre coste de transporte y tiempo de tránsito analizados en los juegos de alto y bajo valor.

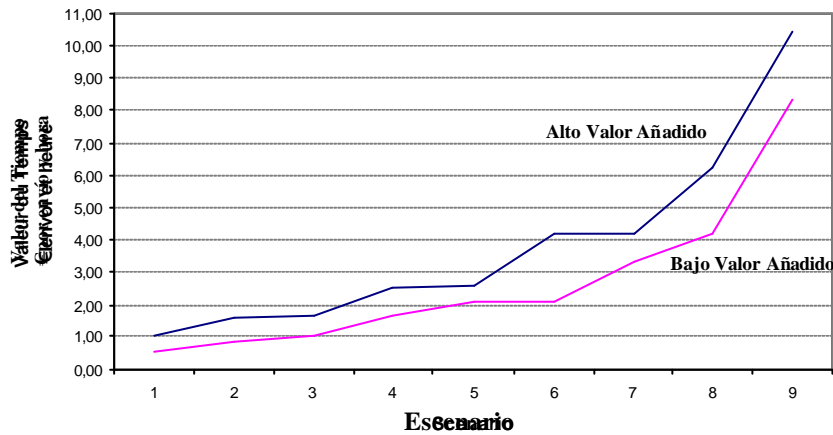


Tabla 2. Diseño fraccional factorial empleado

ESCENARIO	TIEMPO	COSTE	FRECUENCIA	FIABILIDAD
1	1	1	1	1
2	1	2	2	1
3	1	3	1	2
4	2	1	2	2
5	2	2	1	1
6	2	3	1	1
7	3	1	1	1
8	3	2	1	2
9	3	3	2	1

Master Plan 3, Columnas 1, 2, 7 y 8

Tabla 3. Variables explicativas y signo esperado

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	SIGNO ESPERADO
BARCELONA (BCN)	Efecto de la localización del OL en la provincia de Barcelona sobre la elección modal	1 = E ^a en Barcelona 0 = en caso contrario	i?
MADRID (MAD)	Efecto de la localización del OL en la provincia de Madrid sobre la elección modal	1 = E ^a en Madrid 0 = en caso contrario	i?
MURCIA (MU)	Efecto de la localización del OL en la provincia de Murcia sobre la elección modal	1 = E ^a en Murcia 0 = en caso contrario	i?
VALENCIA (VLCIA)	Efecto de la localización del OL en la provincia de Valencia sobre la elección modal	1 = E ^a en Valencia 0 = en caso contrario	i?
ZARAGOZA (ZAR)	Efecto de la localización del OL en la provincia de Zaragoza sobre la elección modal	1 = E ^a en Zaragoza 0 = en caso contrario	i?
EXPORTACIÓN (EXPORT)	Tipo de operación	1 = Exportación 0 = Importación	i?
IVU (IVU)	Índice de valor unitario, en €/kg, de la mercancía transportada	Continua	+
DISTANCIA (DIST)	Distancia, en km, recorrida por la alternativa carretera	1 > 1.000 km 0 < 1.000 km	-
FRECUENCIA (FREQ)	Efecto esperado sobre la elección modal de una alta frecuencia de envíos (alta >= 2 envíos semanales; baja < 2 envíos semanales)	1 = frecuencia alta 0 = en caso contrario	+
DISTANCIA PUERTO-PUERTA (DPTOPTA)	Distancia por carretera, en km, entre el puerto de entrada de la cadena intermodal y el destino final de la mercancía	1 < 150 km 0 > 150 km	-
TIEMPO DE TRÁNSITO (t)	Tiempo de tránsito total, en horas	Continua	-
COSTE DE TRANSPORTE (c)	Coste de transporte total, €/envío	Continua	-
FIABILIDAD (fb)	% de envíos en los que no se cumplen las condiciones de transporte inicialmente previstas	Porcentaje	-
FRECUENCIA MARÍTIMA (Fr)	Frecuencia ofertada por la cadena de transporte intermodal marítima, n° de salidas semanales	Entero, 2 o 6	+

Tabla 4. Resultados de la estimación

VARIABLE	COEFICIENTE	T-TEST
Tiempo de tránsito	-0,04404	-13,1
Coste de transporte	-0,008474	-11,2
Fiabilidad	-0,04483	-1,5
Frecuencia	+0,2159	5,4
Barcelona	-0,01295	-3,3
Madrid	-0,02539	-4,9
Murcia	-0,08551	-5,8
Exportación	-0,6134	-3,1
Frecuencia del envío	+0,7597	3,7
Índice de Valor Unitario	+0,006435	4,1
Distancia puerta-puerto	-0,471	-2,6
Distancia carretera	-0,3844	-2,1
N° de observaciones: 1.341		
Log Verosimilitud:-511,91		
R ² = 0,3603		

Tabla 5. Valores subjetivos del tiempo

Valor del tiempo (€/Hora/Envío)	
Valencia-Zaragoza	5,197073401
Barcelona	6,725277319
Madrid	8,193297144
Murcia	15,28793958
Media	7,056507628

Gráfico 2. Índice de valor unitario medio por provincias

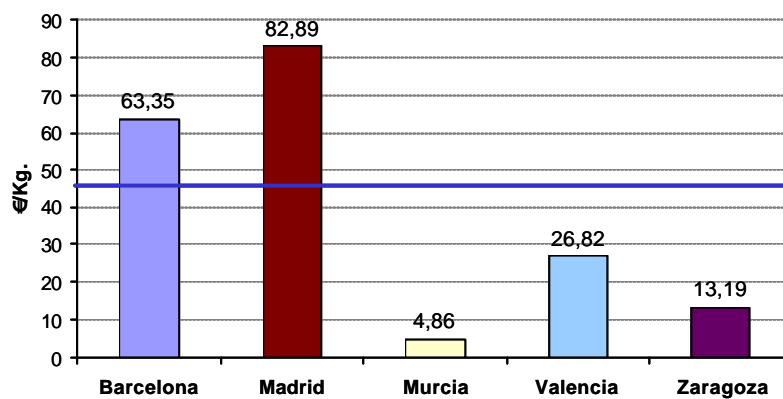


Tabla 6. Variaciones en la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima

Variación en la probabilidad de elección de la alternativa intermodal marítima		
Incremento 1%	Coste Carretera	1,149
	Coste Marítimo	-0,977
	T. Tránsito carretera	0,532
	T. Tránsito Marítimo	-0,849