

Universidade de Vigo
Departamento de Economía Aplicada

Documento de Trabajo
0312

**Demanda de transporte. Efectos del cambio
en la oferta ferroviaria del corredor Galicia-Madrid**

José Carlos Álvarez Villamarín
María José Caride Estévez
Xosé Manuel González Martínez

Documentos de Trabajo

Outubro 2003

Departamento de Economía Aplicada
Universidade de Vigo
As Lagoas Marcosende S/N, 36310 –Vigo
Tfno: +34 986 812500 - Fax: +34 986 812401
<http://www.economiaaplicadavigo.org/>
E-mail: depx06@uvigo.es

**DEMANDA DE TRANSPORTE.
EFECTOS DEL CAMBIO EN LA OFERTA FERROVIARIA
DEL CORREDOR GALICIA-MADRID***

José Carlos Álvarez Villamarín

María J. Caride Estévez

Xose Manuel González Martínez

(Universidade de Vigo)

Resumen

El análisis de rentabilidad de una inversión pública requiere una evaluación ex ante de sus efectos económicos. En el caso concreto de las infraestructuras de transporte, el elemento clave para estimar estos efectos es la cuantificación de los cambios en la demanda de transporte. Este artículo desarrolla un modelo de demanda de transporte, consistente con la teoría de la utilidad, a partir de una reformulación del modelo de Hausman, Leonard y McFadden (1995) que se adapta a las características específicas del transporte incorporando una dimensión monetaria y temporal, y teniendo en cuenta la existencia de diferentes alternativas para efectuar el mismo desplazamiento. La principal aportación de este trabajo es que permite obtener simultáneamente dos decisiones tradicionalmente analizadas por separado como son el número de desplazamientos y la elección modal. Finalmente, otra aportación destacable de este trabajo es su aplicación a un proyecto público pendiente de ejecución como es la conexión Galicia-Madrid con un servicio ferroviario de Alta Velocidad.

Palabras clave: Demanda de transporte, elección modal, demanda generada, preferencias declaradas.

Clasificación JEL: D11, R41

Abstract

The profitability analysis of a public investment needs an ex-ante valuation of its economic consequences. In the specific case of transportation infrastructure, the key issue to estimate these effects is to specify the change in transport demand. This paper develops a demand model, consistent with the theory of preferences, starting from a reformulation of Hausman, Leonard and McFadden's (1995) model which includes the specific features of transportation, introduces the monetary and temporal dimensions, and takes into account the existence of different transportation modes to make the same travel. The main contribution of this paper is to find simultaneously two decisions traditionally analyzed independently such as the number of trips and the modal choice. Finally, another contribution of this paper is the application to a public project in progress such as the high speed train between Galicia and Madrid.

Autor: María José Caride (Universidade de Vigo), email: mcaride@uvigo.es, Facultad de C.C. Económicas. Lagoas-Marcosende s/n Vigo

* Este trabajo ha sido financiado por la Fundación Caixagalicia.

1.- INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones en un proyecto público debería sustentarse en un análisis económico que permitiese identificar y valorar sus principales costes y beneficios y con ello determinar sus rentabilidad social. En el caso concreto de la inversión en infraestructuras, los estudios de rentabilidad social desarrollados en España, se han elaborado o bien a partir de datos reales de la modificación de la demanda, estudios *expost* que difícilmente son trasladables a otros proyectos (Gines de Rus e Inglada, 1993), o bien a partir de las predicciones de tráfico efectuadas por los “estudios informativos” de los proyectos, generalmente con escasa consistencia microeconómica (Accesos ferroviarios a Galicia. A alta velocidade, Xunta de Galicia (2000)).

No obstante, para someter una inversión a un análisis *exante* que supere estas limitaciones, es necesario disponer de un modelo de demanda de viajes que sirva para analizar los cambios en el comportamiento de la población ante modificaciones de la oferta de transporte. Estos cambios pueden ser de dos tipos, por una parte se modifica el comportamiento de los actuales usuarios del sistema que ante la aparición de una mejora en una alternativa pueden alterar sus elecciones modales o demanda desviada, y por otra parte, es posible que este cambio en la oferta modifique la cantidad de viajes realizada, tanto por parte de los actuales usuarios como no usuarios o demanda generada.

Cuando abordamos el estudio de cualquier demanda analizamos la cantidad de bien que desean adquirir los consumidores a los diferentes precios. En el caso del transporte este estudio de demanda debe incorporar tanto la combinación de variables monetarias y temporales como la disponibilidad de múltiples alternativas, por este motivo, no contamos con un precio único y claro para los desplazamientos entre los mismos orígenes y destinos, incluso para el mismo individuo. De este modo, obtener un índice de precios del viaje se convierte en una tarea fundamental para poder aproximarse al análisis de la demanda de transporte.

Tradicionalmente, la literatura de economía del transporte ha centrado su atención en el análisis de dos decisiones individuales diferentes¹. Por un lado, están los trabajos que incorporan la dimensión temporal y espacial dentro de los modelos de comportamiento neoclásicos, entre los que cabe citar a Becker (1965), De Serpa (1971), Evans (1972) o más recientemente Jara-Díaz (1998). Por otro lado, están los modelos que determinan la elección modal desarrollados a partir de los trabajos de McFadden (1981), Ben-Akiva (1997) y otros. Es decir, se desarrolla, por un lado, una literatura que explica el número de viajes o demanda de transporte que realizará un individuo y, por otro lado, se elaboran trabajos que estudian como reparte un individuo estos viajes entre los modos disponibles. Ambas líneas de trabajo se desarrollan de forma diferenciada existiendo escasos intentos² de unirlos y presentar un modelo consistente con la teoría de la utilidad que relacione ambas decisiones.

Sin embargo, si pretendemos analizar la demanda actual de un corredor y los cambios que pueden ocurrir si se mejora significativamente alguno de los modos de transporte disponibles necesitamos determinar simultáneamente tanto el número de viajes como la elección modal. Más aún cuando la experiencia de otros corredores, como el Madrid-Sevilla o el París-Lyon, nos indica que implementar mejoras sustanciales en el ferrocarril altera la distribución de los viajes entre los modos de transporte y modifica significativamente el número total de desplazamientos, incremento de demanda que puede venir tanto de incrementos en el número de desplazamientos que efectúan los actuales usuarios como de nuevos viajeros.

El objetivo de este artículo es plantear una metodología que nos permita analizar el comportamiento de los individuos ante la actual oferta de transportes y que nos muestre los cambios que pueden producirse, tanto en el reparto modal como en el número de desplazamientos, si esta oferta se modifica. Para ello, el artículo comienza

¹ Jara-Díaz (1998) presenta idéntica diferenciación de modelos, por un lado los modelos de asignación de tiempo, por otro analizar la elección modal.

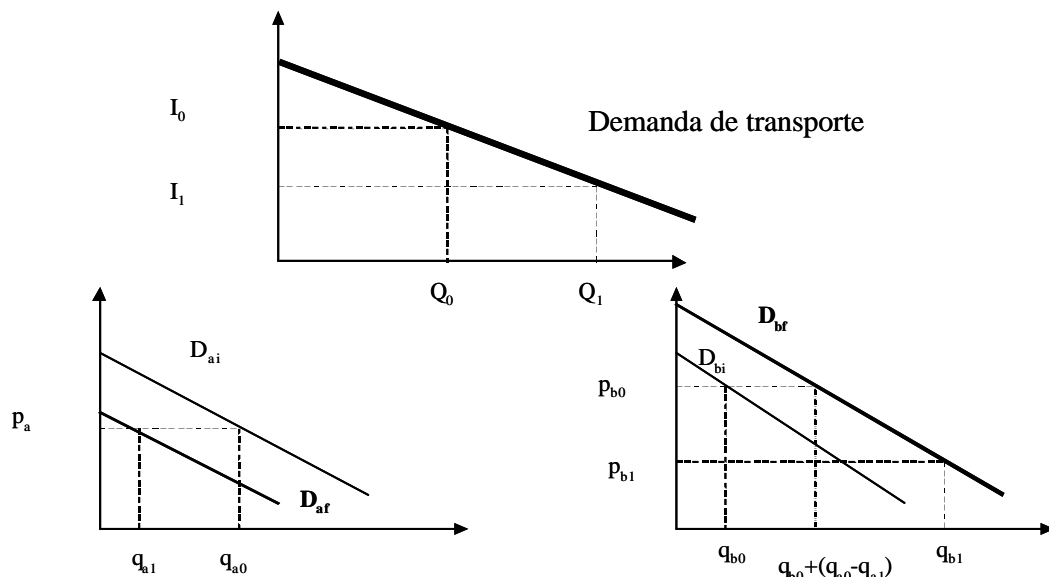
² Excepción Jara-Díaz (1998) presenta un modelo teórico que analiza asignación de tiempo y elección modal de forma conjunta. Sin embargo este modelo no proporciona una explicación fundamentada microeconómicamente al incremento de demanda motivado por una mejora del sistema de transportes, cuando dicha mejora no supone incorporar una alternativa más barata o rápida que las existentes.

con un primer apartado, en el que se realiza una descripción de las características específicas del bien transporte y se propone un modelo de estimación de demanda. Esta propuesta se realiza a partir de la reformulación del modelo de Hausman, Leonard y McFadden (1995) a la demanda de transporte, suponiendo que las elecciones de los individuos siguen un proceso en dos etapas. En la primera, los individuos asignan su gasto entre grupos de productos y, en la segunda, se decide la asignación de este gasto entre las alternativas disponibles. En el epígrafe 3 se presenta la metodología de obtención de información, para el corredor Galicia-Madrid, y se describe el ejercicio de preferencias declaradas. En el epígrafe 4, se realiza la aplicación empírica, diferenciando en función del motivo de viaje (ocio y trabajo). El epígrafe 5 analiza la demanda desviada y generada por la aparición de un tren de alta velocidad. Finalmente, en el epígrafe 6 se presentan las principales conclusiones del trabajo.

2. EL MODELO DE DEMANDA DE TRANSPORTE

Generalmente cuando se produce un cambio en la oferta de un modo de transporte aparecen dos tipos de efectos que es necesario identificar, por un lado, se modifican el número de viajes y, por otra parte, se altera el reparto de cuota de mercado de cada alternativa.

Gráfico1. Demanda total de transporte. Reparto de la demanda total entre los diferentes modos.



El Gráfico 1 nos puede ayudar a entender estos efectos. En él se ilustra el caso de dos alternativas de viaje y de los efectos derivados de la mejora en una de ellas, que se concreta en una disminución del índice de precios del viaje o valoración subjetiva de los diferentes atributos de los modos de transporte (paso de b a h). Esta mejora origina un incremento de demanda global de transporte (paso de Q_0 a Q_1), que proviene de nuevos viajes que se llevan a cabo debido al menor coste del viaje. Además, esa alteración provoca una reestructuración del reparto modal. Analizamos gráficamente este caso representado la demanda de cada modo de transporte en función del coste generalizado del viaje, concepto que incorpora tanto el coste monetario del desplazamiento como la valoración económica del tiempo empleado en el viaje. En este caso, la modalidad mejorada se vuelve más competitiva frente a la modalidad alternativa, si esta mejora se traduce en un descenso del precio o tiempo del viaje se producirá un incremento de demanda derivado del descenso en su coste generalizado, si además, aumenta la calidad del servicio, su fiabilidad o seguridad, se produce un desplazamiento de la curva de demanda modal de la alternativa mejorada hacia la derecha (paso de D_{bi} a D_{bf}) en detrimento de la alternativa competidora, cuya curva de demanda se contrae hacia la izquierda (paso de D_{ai} a D_{af}). De esta forma, la cantidad de viajes que se realizarán en la modalidad mejorada (q_{b1}) estaría compuesta por los anteriores usuarios de este modo (q_{b0}), los usuarios desplazados de la competencia ($q_{a0}-q_{a1}$) y los nuevos viajes generados (Q_1-Q_0).

Por tanto, cualquier análisis empírico debería estimar conjuntamente la demanda desviada y generada. Sin embargo, hasta ahora, en el campo aplicado de la economía del transporte no se han utilizado modelos que permitan esa estimación conjunta a partir de un modelo de maximización de la utilidad. En este trabajo proponemos superar esta limitación elaborando un modelo de estimación de demanda en dos etapas, consistente con la teoría de la utilidad, donde a partir del análisis de dos decisiones óptimas que debe realizar un potencial usuario de transporte (viajar o

no viajar y, en caso de viajar, su elección modal óptima) podemos estimar conjuntamente la demanda desviada y la demanda generada.

Esta propuesta tiene su origen en una adaptación del trabajo de Hausman, Leonard y McFadden (1995)³ aplicado a evaluar el impacto medioambiental sobre la costa de Alaska tras el vertido de petróleo del Exxon Valdez en 1989. Esta adaptación supone que los individuos deciden, en una primera etapa, la asignación de su renta entre diferentes grupos de productos, uno de los cuales será el transporte (el número de viajes a realizar en un determinado corredor) y, posteriormente, decidirán como asignar este gasto entre los modos de transporte disponibles.

Por otra parte, en esta adaptación seguiremos la diferenciación por motivos de viaje habitual en la literatura de economía del transporte, que podemos agrupar en viajes por motivo de ocio y viajes por motivo de trabajo (Becker (1965), De Serpa(1971), Evans (1972), Johnson (1965), Oort (1969), McFadden (1973)).

De esta forma, nuestra estimación de demanda tiene como base un problema de asignación de recursos entre distintos tipos de bienes, uno de los cuales será un bien complementario con el transporte. En la resolución de este problema es necesario asumir determinados supuestos, en primer lugar, consideramos que existen dos tipos de bienes atendiendo a sus características espaciales, bienes que necesitan desplazamientos y bienes que no necesitan desplazamiento para ser consumidos. En segundo lugar, suponemos, por simplicidad, que en cada desplazamiento puede consumirse una cantidad fija de bien final y que el transporte es una parte pequeña del gasto total. Esto nos permite representar las preferencias de los usuarios siguiendo una función cuasilineal.

³ En el campo de la valoración ambiental se han desarrollado en los últimos años modelos que tratan de analizar conjuntamente la decisión del número de viajes y la elección de lugares de visita. Estos modelos de demanda recreativa son básicamente de dos tipos, los que siguen el planteamiento de Morey y otros (1993) o los que utilizan un modelo similar al propuesto por Hausman y otros (1995).

Un resultado importante, para la elección del modelo de demanda, es el obtenido por Parson , Jakus y Tomasi (1999) analizando medidas de bienestar estimadas a partir de distintos modelos. Su estudio llega a la conclusión de que los dos modelos anteriores llegan a medidas de bienestar similares aunque parten de planteamientos distintos. Este resultado nos permite seleccionar el modelo de Hausman y otros (1995) ya que está basado en la teoría de la utilidad y evita la definición de periodos de elección. Variantes de este modelo, han sido utilizadas en varias ocasiones Hanley y otros (1999), Parsons and Kealy (1995) o Feather y otros (1995).

$$U(c, c_T) = c + v(c_T)$$

donde c , son unidades del bien que no necesita transporte y c_T es el consumo del bien que precisa el transporte. Cada viaje permite el consumo de una cantidad fija del bien que necesita un desplazamiento de tal forma que c_T será una función del número de desplazamientos, es decir, el transporte y el bien que precisa desplazamientos son complementarios perfectos. En tercer lugar, consideramos que los bienes que precisan viajes tienen precio y tiempo dependiente del modo de transporte.

Con estos supuestos, el comportamiento optimizador se puede plantear analíticamente mediante la siguiente formulación:

$$\begin{aligned} \text{Max } U_j(c, c_T) &= c + v(c_T) \\ \text{s.a. } c + I_T \cdot c_T &\leq \bar{M} \end{aligned}$$

donde I_T es el índice de precios del bien alejado, mientras que el precio del resto de alternativas de consumo es la unidad.

Este problema podemos expresarlo como

$$\text{Max } M - I_T \cdot c_T + v(c_T)$$

La resolución de este problema permitirá obtener el número óptimo de viajes, dado el índice de precios y el gasto en transporte. Por lo tanto y siguiendo el planteamiento de Hausman y otros (1995), dado el gasto en transporte $y_F = m_T$ y el índice de precios del viaje que el individuo calcula en una segunda etapa $I_T = b(p_F)$, la función indirecta de utilidad del consumo de transporte⁴ tiene la forma general

$$u_F(y_F, p_F) = \frac{y_F}{b(p_F)} + a(p_F)$$

que se denomina "Gorman Polar Form", donde p_F es el vector de atributos de los modos de transporte disponibles para viajar. En nuestro caso particular el segundo término de la expresión anterior se anula ya que se corresponde con el nivel de

⁴ Esta función indirecta de utilidad permite obtener una función de demanda lineal en gasto y consistente con la teoría de la utilidad (Gorman (1961))

consumo mínimo de subsistencia, que en el caso del tipo de viajes interurbanos que aquí vamos a analizar podemos considerar nulo.

A partir de aquí podemos obtener la función de demanda del modo de transporte j condicionada al número de viajes realizado como

$$q_j(y_F, p_F) = \frac{-\partial u_F / \partial p_j}{\partial u_F / \partial y_F} = \frac{y_F}{b(p_F)} \cdot \frac{\partial b(p_F)}{\partial p_j} = \frac{y_F}{b(p_F)} \Pr(j)$$

Es decir, la función de demanda de la alternativa j condicionada al número de viajes es una función del gasto en el bien transporte ponderado por la probabilidad de elección de dicha alternativa.

A partir de aquí y siguiendo el planteamiento de Hausman y otros (1995) la forma del índice de precios del transporte vendrá dada por

$$b(p_F) = \frac{1}{\mathbf{b}_p} \ln \left(\sum_{j=1}^m \exp(X_j \mathbf{b}) \right) = \frac{1}{\mathbf{b}_p} \ln \left(\sum_{j=1}^m \exp(\mathbf{b}_p p_j + \mathbf{b}_t t_j + \mathbf{b}_o o_j) \right)$$

Por lo tanto, en este caso la consistencia de este sistema lineal en gasto hace que el índice de precios utilizado sea el excedente del consumidor derivado del modelo de elección modal o segunda etapa. Excedente que incorpora tanto el precio del desplazamiento como el tiempo así como otros atributos que puedan ser valorados por el individuo en su elección modal.

Una vez definido el problema del consumidor pasamos a describir el modelo de demanda bietápico. En este caso la determinación de la elección óptima comienza por la segunda etapa del modelo o etapa de elección de modo de transporte condicionada al número de viajes realizado. Los resultados obtenidos en este modelo permitirán obtener el índice de precios del viaje necesario para estimar la cantidad de viajes demandada.

2.1. Segunda etapa del modelo: la elección modal

En esta caso se analiza la elección óptima de modo de transporte condicionada al número de viajes realizado por el usuario. Cuando un usuario decide viajar

optimizará su comportamiento eligiendo, de entre todas las alternativas disponibles, el modo de transporte que le proporcione mayor utilidad. De este modo, un individuo opta por viajar en el modo j , cuando su consumo le proporciona más utilidad indirecta (o menos desutilidad) que el derivado del resto de alternativas disponibles. Para ese individuo i la función indirecta de utilidad derivada del modo de transporte j vendrá dada por (McFadden, 1973)

$$V_j^i = X_j^i \mathbf{b} + \varepsilon_j^i$$

donde X_j^i es el vector de atributos del modo de transporte j para el individuo i , \mathbf{b} es el vector de parámetros y ε es una variable aleatoria que representa los gustos de los consumidores

En este caso, si las perturbaciones fuesen independientes e idénticamente distribuidas con una función de densidad Weibull, convertimos la función indirecta en un modelo logit multinomial que permite obtener las probabilidades de elección de cada modo de transporte. McFadden (1973) demostró que esas probabilidades asociadas son función de las características de un modo frente a las características de todos sus competidores

$$P_j^i = \frac{\exp(X_j^i \mathbf{b})}{\sum_{k=1}^m \exp(X_k^i \mathbf{b})}$$

siendo m el número de alternativas de transporte disponibles y X_k^i son las características del modo de transporte k para el individuo i .

A partir de este modelo construiremos el índice de precios del viaje como la negativa del excedente promedio del consumidor. Para ello necesitamos obtener, en primer lugar, el excedente del consumidor por viaje (Small y Rosen, 1981⁵), donde β_p es el parámetro asociado al coste monetario del viaje

⁵ En este caso el excedente del consumidor es similar a la variación compensadora ya que se cumplen los supuestos citados por Small y Rosen: 1.) utilidad marginal de la renta independiente del precio y la calidad del bien, 2.) el bien que estamos analizando es poco importante dentro de la cesta de consumo del individuo, y por tanto la función de demanda compensada se aproxima a la demanda marshalliana, 3.) la utilidad marginal se aproxima a cero cuando el precio del modo de transporte tiende a infinito.

$$S^i = -\frac{1}{\mathbf{b}_p} \ln \left(\sum_{k=1}^m \exp(X_k \mathbf{b}) \right)$$

En este caso, el índice de precios de viaje lleva incorporada la valoración subjetiva que cada usuario realiza de los atributos de los diferentes modos de transporte.

En segundo lugar, la agregación para cada individuo del excedente por viaje en cada modo permite obtener el excedente del consumidor condicionado al número de viajes, donde T_k es número de viajes efectuado en el modo k ⁶

$$S^{i*} = \sum_{K=1}^m T_k S^i$$

2.2. Primera etapa del modelo: la elección del número de viajes

Una vez estimada la segunda etapa del modelo, para completar la estimación de demanda necesitamos elaborar un modelo de elección de número de viajes. Ese modelo se puede especificar mediante un modelo de recuento ya que este tipo de modelos se ajusta de forma adecuada cuando analizamos variables con valores mayores o iguales a cero con mayor concentración de datos entorno a los valores más bajos. En este caso siguiendo a Hausman y otros (1995) si se asume una distribución Poisson con media condicional para la variable número de viajes el modelo a estimar será

$$E(T_{it} | Z_{it}, I_{it}) = \exp(Z_{it} \mathbf{a} + I_{it} \mathbf{g})$$

donde T_{it} es el número de viajes del individuo i en el periodo t , Z_{it} son características del individuo, de la empresa, el sector y el puesto que desempeña, e I_{it} es el índice de precios del viaje⁷.

Por ello con esta medida de bienestar nos aproximamos a la cantidad de dinero que el individuo tendría que pagar ante el cambio producido (o recibir en caso de un empeoramiento) para que su nivel de bienestar permaneciese inalterado.

⁶ La elevación apropiada de los individuos a la población objeto de estudio a través de las oportunas ponderaciones nos permitirá obtener el excedente derivado del modelo multinomial para cada una de las situaciones analizadas.

⁷ El índice de precios que relaciona ambas etapas es la negativa del excedente del consumidor obtenido en el modelo de elección de modo (H, L, McF 1995). Un ejemplo para entender porque esa negativa del excedente del consumidor se puede interpretar como el precio del viaje consiste en suponer una mejora en una infraestructura. Ese cambio conlleva que el excedente del consumidor aumente, y en consecuencia, su negativa o precio se reduce.

Para determinar el cambio en el bienestar asociado a una mejora en la oferta de un modo de transporte, necesitamos al menos dos observaciones para cada individuo que se corresponden con la situación anterior y la situación posterior a la implementación de la mejora. De esta forma, una vez determinados los parámetros de este modelo podremos calcular la ganancia total de bienestar mediante la expresión

$$\Delta W_i = \int_{I_0}^{I_1} \exp(Z_{it}\mathbf{a} + I_{it}\mathbf{g}) dI = \frac{1}{\mathbf{g}} [\exp(Z_{it}\mathbf{a} + I_{it}\mathbf{g}) - \exp(Z_{it}\mathbf{a} + I_{i0}\mathbf{g})]$$

donde, I_0 es el índice de precios del viaje para el individuo i en el periodo 0 , I_1 es el índice de precios del individuo i en el periodo 1 y \mathbf{g} es el coeficiente del índice de precios.

La medida de bienestar de esta primera etapa proporciona la ganancia total obtenida por la población, derivada tanto de un incremento en el número de viajes como de la disminución del índice de precios, o lo que es lo mismo del aumento en la utilidad derivada de cada una de las elecciones modales. Dicha medida podría ser utilizada en un posterior análisis de la rentabilidad social de un proyecto, para evaluar el efecto sobre los usuarios de una mejora en el sistema de transportes.

Por otra parte, este modelo nos permite calcular el incremento de demanda inducida por la política de transporte que tratamos de analizar y el reparto de cuotas de mercado que presentarán los diferentes modos de transporte. Responde, por tanto, al objetivo inicialmente planteado, estimar la demanda desviada y generada por una mejora en el sistema de transportes.

3. METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA Y DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para realizar este análisis desagregado de los desplazamientos en el corredor se pueden utilizar dos fuentes de información: *el método de las preferencias reveladas (RP)* o, alternativamente, *el método de las preferencias manifestadas o declaradas (SP)*. El método de preferencias reveladas parte de la observación del comportamiento de los agentes en el mercado o de las entrevistas sobre sus actuales

decisiones de consumo, a partir de esta información, mediante el análisis de las opciones de consumo realizadas, permite estudiar la actual respuesta de los agentes económicos ante la oferta disponible. Esta metodología impone una importante restricción a la hora de estudiar el comportamiento de los usuarios ante opciones de transporte no disponibles. Por este motivo, su aplicación para predecir este comportamiento tendría que pasar necesariamente, o bien por la realización de hipótesis de captación y generación de tráfico, o bien por extrapolar resultados de algún otro corredor que hubiese experimentado una importante mejora ferroviaria, adaptando los resultados a las especiales características del entorno económico que nos ocupa.

Por su parte, el método de preferencias manifestadas⁸ se utiliza tanto para determinar la disposición al pago, o compensación exigida, ante bienes de naturaleza intangible, como para analizar el comportamiento de los individuos ante opciones de consumo actualmente no disponibles o hipotéticas. Por ello, y teniendo en cuenta que una de las cuestiones que queremos analizar es la adecuación, de distintos escenarios de mejora en la oferta ferroviaria, a la demanda debemos incorporar esta metodología.

Desde mediados de los años 90 (Hensher (1994) o Morikawa (1994))⁹ se hace hincapié en la complementariedad entre los datos de RP y SP para aprovechar las ventajas informativas de cada uno. Los datos de RP proporcionan información realista mientras que los SP permiten flexibilidad al enfrentar al agente económico a situaciones que pueden no estar presentes en la realidad. Por lo tanto, los estudios de análisis conjunto de RP y SP (joint análisis) utilizarán ambas informaciones para estimar los modelos de comportamiento individual.

Los problemas en la combinación de ambos tipos de información suelen deberse a las diferentes escalas con las que operan los datos de RP y SP¹⁰. A partir

⁸ Bates, J. (1987), Hensher (1994) para una revisión.

⁹ Para una revisión de estos trabajos Transportation nº21 (1994)

¹⁰ Como un ejemplo de esta diferencia en escala podemos citar las diferencias que encontramos si analizamos el dato agregado del número de usuarios de un determinado modo de transporte y lo comparamos con los datos obtenidos en un experimento de SP a una población representativa, sobre ese mismo uso.

de la conveniencia de combinar las dos informaciones y de los problemas de escala, Ben-Akiva y Morikawa (1990), Swait y otros (1994) o Paly y Rohr (1998) proporcionan diferentes opciones de estimación conjunta. Siguiendo a estos últimos autores se justifica la estimación de los parámetros del modelo con la utilización conjunta de los datos tanto de RP como de SP por diversos motivos entre los que destacamos los siguientes: los datos de RP pueden ser más numerosos o para periodos temporales mayores que los de SP; ambos tipos de datos tienen información relevante de las elecciones de los individuos, por lo que desde un punto de vista estadístico tiene sentido estimar el modelo considerando toda la información; aunque suele existir un problema de escala que hace que, al utilizar conjuntamente la información, las constantes resulten inconsistentes, este problema se resuelve si introducimos constantes específicas para cada tipo de datos; por último, las elecciones de los individuos son más complejas de lo que podemos representar en un experimento por lo que los datos de SP deben ser completados con la información de RP.

Para analizar los cambios en el comportamiento de los agentes ante modificaciones de la actual oferta de transporte proponemos la estimación conjunta de los datos de SP y RP, incorporando constantes específicas para cada situación. En este caso, la forma de obtener la información es mediante la realización de entrevistas directas a los potenciales afectados a los que se les pregunta por sus viajes actuales (preferencias reveladas) y además se sitúan ante un escenario hipotético y se les pide que manifiesten su posible comportamiento. Por lo tanto, en nuestro caso la encuesta nos servirá para conocer el comportamiento actual de los individuos, sus elecciones modales, la frecuencia de sus viajes y los motivos que los determinan, combinando preferencias reveladas y declaradas.

En este trabajo planteamos una aplicación empírica del modelo de demanda al corredor de transporte Galicia-Madrid. El objetivo final es cuantificar los cambios en el comportamiento de los usuarios cuando se introduce en el corredor una alternativa

ferroviaria de alta velocidad. La población objeto de estudio son los residentes¹¹ en el área geográfica próxima al corredor de transporte Galicia-Madrid¹² y la información necesaria para cuantificar la demanda generada y desviada se obtiene mediante entrevistas telefónicas¹³.

El diseño del cuestionario se estructura, en tres bloques. El primero persigue identificar a los individuos que han viajado en el corredor Galicia-Madrid en el año de referencia¹⁴. Esta fase de identificación se completa con una serie de cuestiones que tratan de caracterizar los viajes efectuados por la persona encuestada o las causas o razones que puedan estar detrás de la ausencia de viajes. Para tratar de reducir, en la medida de lo posible, el problema de escala existente entre los datos de RP y SP el escenario hipotético mantiene los escenarios de RP para todas las alternativas de viaje excepto el cambio propuesto en el ferrocarril. Por otra parte, la dificultad de realizar un ejercicio de SP creíble por teléfono en un tiempo necesariamente breve nos obliga a plantear un único escenario hipotético a cada entrevistado y ampliar el tamaño muestral para obtener representatividad¹⁵.

¹¹ Más concretamente, la población objeto de estudio son los residentes en poblaciones urbanas o semiurbanas del corredor, entendiéndose por tal, las poblaciones de más de 20.000 habitantes en los ámbitos gallego y castellano-leonés y las poblaciones de más de 100.000 habitantes en la Comunidad de Madrid. Sobre esta población objetivo se realizaron en el primer semestre del año 2000, 2.703 encuestas estratificadas por sexo y edad.

¹² Esta opción, soluciona algunos de los problemas de las entrevistas a los actuales usuarios como, la dificultad de inferir resultados sobre la población total, la dificultad para que el entrevistado revele información sobre viajes diferentes a los actuales, la imposibilidad de realizar estimaciones de los viajes que podrían realizar usuarios que actualmente no utilizan el corredor o los problemas existentes para obtener una muestra representativa. Sin embargo, presenta algunas limitaciones entre las que cabe resaltar el elevado coste económico de obtener una muestra representativa o los problemas de limitar la población a la territorialmente situada en el corredor, puesto que no se tiene en cuenta a posibles usuarios que residen en otros territorios.

¹³ Este tipo de cuestionarios se han utilizado para valoración ambiental en otros trabajos, Hausman, Leonard y McFadden (1995), Sandström (1996). El cuestionario se programó para aplicar el método CATI BELLVIEW, que permite mantener llamadas simultáneas desde distintas terminales de ordenador controladas por el sistema. Esta técnica resulta muy eficaz en este tipo de encuestas ya que el programa adapta el cuestionario a cada entrevistado, dependiendo de como resulte la secuencia de sus respuestas.

¹⁴ Todas las preguntas toman como año de referencia 1999 para evitar que los individuos incorporen su expectativa de evolución de variables como la renta, la situación laboral, etc. La idea, por lo tanto, es que se sitúen en 1999 con o sin la mejora ferroviaria que proponemos.

¹⁵ De esta forma, el cuerpo común de las cuestiones de valoración relativas al *tráfico desviado*, queda recogido del siguiente modo:

Si en 1999 hubiese existido un tren puntual que lo situase desde su ciudad hasta la estación de tren de Madrid con un coste de pesetas y un tiempo de horas y que eliminase al tren actual, ¿lo habría utilizado en alguno de sus desplazamientos?

Sí 1 No 2 Ns/Nc 3

(Si la contestación a la pregunta anterior fue positiva) *¿En cuáles? Por ejemplo: De los viajes que realizó en coche, ¿cuántos habría cambiado al nuevo tren?; ¿y de los viajes en avión? ¿y de los que hizo en autobús?;*

Y, recordando nuevamente que el tren actual no existiría, ¿cuántos de los viajes efectuados en tren haría ahora en el nuevo tren?.

El segundo bloque se centra en el aspecto fundamental del experimento propuesto, que consiste en conocer la respuesta de los entrevistados a la oferta de transporte hipotética que le planteamos. Es decir, el objetivo de este bloque es averiguar como se reaccionaría al disponer de una nueva alternativa de transporte que, además, presentar distintas especificaciones tanto en la infraestructura como en el servicio. Para ello, las preguntas centrales sitúan a la persona entrevistada ante un escenario hipotético que incorpora una nueva alternativa de transporte construida a partir de una combinación de tiempo y precio de desplazamiento. Con este planteamiento, la secuencia de preguntas formuladas se realiza buscando obtener información sobre los dos posibles efectos que el cambio podría generar en la demanda de transporte : por un lado, el *tráfico desviado*, entendido como el conjunto de viajes realizados que los sujetos habrían cambiado al ferrocarril de alta velocidad¹⁶; y, por otro, el *tráfico inducido*, entendido como el conjunto de nuevos viajes en alta velocidad que aparecerían de ser implantado el nuevo modo de transporte¹⁷.

El cuestionario finaliza con un tercer bloque de cuestiones donde se fijan las características socioeconómicas personales y familiares más relevantes como son el

¹⁶ La existencia de diferentes orígenes y destinos en el corredor sobre los que es necesario obtener información diferenciada nos obliga a diseñar tres cuestionarios diferentes que mantienen la estructura planteada : uno para los residentes en Galicia, otro para los residentes en Madrid y otro para los residentes en las provincias de la Comunidad de Castilla-León asociadas al corredor (León, Zamora y Valladolid). De esta forma, cada uno de estos cuestionarios obtiene información de los viajes efectuados diferenciando destinos y el experimento que define la situación hipotética se presenta de forma separada para esos posibles destinos tanto a los usuarios actuales como a los no usuarios. Los cuestionarios completos se hallan a disposición del lector previa petición a los autores.

¹⁷ Por su parte, el efecto de *tráfico inducido* es recogido con las siguientes cuestiones :

*Y, de haber existido este tren, ¿habría realizado, además de los viajes anteriores, más viajes?
¿cuántos?..... No Ns Nc*

(Pregunta realizada a aquellos que anteriormente han respondido que no son usuarios del corredor o que no viajaron en él en 1999) De haber existido en 1999 un tren puntual, que lo situase desde su casa hasta Madrid con un coste y un tiempo de , ¿habría realizado algún viaje?

¿Cuántos?..... No Ns Nc

Como se observa, estas preguntas se plantean siempre en el mismo año de referencia, 1999, para evitar que los individuos incorporen su expectativa de evolución de la renta, la situación laboral, etc. Es decir, pretendemos hacer que el entrevistado se sitúe en un escenario en el que todos sus datos de características socioeconómicas, de disponibilidad de modos, de necesidades de viajar, etc. son los que conoce y donde lo único que cambia es la oferta de ferrocarril.

Las cuestiones relativas al tráfico inducido suelen incorporar un grado mayor de dificultad en las respuestas debido a la menor capacidad de precisión de los encuestados sobre estos hipotéticos viajes, con lo que puede haber una tendencia a sobrevalorarlos. Este problema fue detectado en la muestra piloto y se optó por solucionarlo mediante dos cuestiones adicionales que obligaban a los encuestados a reflexionar sobre las respuestas dadas inicialmente y, del mismo modo, tratan de eliminar la diferencia de escala entre los datos de RP y SP.

Sabemos que precisar los viajes adicionales que hubiese realizado en 1999 resulta difícil, por eso necesitamos conocer si estos viajes los habría hecho usted con :

1. Total seguridad 2. Alguna seguridad 3. Poca seguridad 4. Ninguna seguridad

Podría decirme (si respuesta es: 2,3 o 4 y nº de viajes mayor que 1) ¿cuántos de estos viajes que habría hecho en 1999 cree usted que habría realizado con total seguridad?..... No Ns Nc

Para el análisis posterior del comportamiento de los agentes sólo se tendrá en cuenta la respuesta al número de viajes hipotéticos realizados con total seguridad.

estado civil, la existencia de familia ó segunda residencia fuera de su comunidad autónoma, la presencia de dificultades físicas que puedan dificultar los desplazamientos, el nivel de estudios, la situación laboral tanto del entrevistado como del cabeza de familia, y la renta mensual de la unidad familiar.

El experimento trata de reflejar las respuestas de los entrevistados ante diferentes combinaciones de las variables precio y tiempo de viaje del nuevo tren ¹⁸. Con este diseño pretendemos dar respuesta al comportamiento de los usuarios ante diferentes definiciones técnicas del tren, ante diferentes políticas de precios y ante diferentes trazados, es decir, con efectos diferentes en la captación de tráfico al atender a demandas diferentes. Por estos motivos hemos establecido 4 niveles para la variable precio, 4 niveles para la variable tiempo y dos recorridos, el trazado Norte y el Sur¹⁹.

Sobre la población objetivo se realizaron, en el primer trimestre del año 2000, 2.703 entrevistas ²⁰ repartidas del siguiente modo : 1.001 en Galicia, 1.101 en Madrid y 601 en las 3 provincias de Castilla-León. La participación de estos entrevistados en este corredor es del 36%, de estos, el porcentaje de viajeros de trabajo se sitúa entorno al 35% y la frecuencia media anual de cada viajero es de 3 viajes.

¹⁸ La elección del número de variables y la simplificación del experimento obedece a la necesidad de diseñar una elección lo más simple posible, para que pueda ser entendida al ser planteada oralmente y por teléfono. En este caso optamos por presentar los diferentes escenarios de mejora del tren mostrando los diferentes valores que las variables precio y tiempo de viaje pueden alcanzar para cada caso. De este modo nos evitamos tener que describir características técnicas del tren, como la velocidad media de circulación, mucho más difíciles de entender por parte de los consumidores.

¹⁹ Un ejemplo de los niveles de estas variables para el recorrido Santiago de Compostela-Madrid es el siguiente:

Variable Precio:	Escenario 1: 14.500 pesetas	Variable Tiempo:	Escenario 1: 2 horas 30 minutos
	Escenario 2: 12.000 pesetas		Escenario 2: 3 horas
	Escenario 3: 9.500 pesetas		Escenario 3: 4 horas
	Escenario 4: 7.000 pesetas		Escenario 4: 5 horas

El trazado del recorrido Norte uniría Valladolid con Ourense pasando por León, mientras que el recorrido Sur enlazaría Valladolid con Ourense pasando por Zamora.

²⁰ Con este tamaño muestral nos movemos en un margen de error, sobre la población urbana de estas zonas, entre el 3 y el 4 %. En media fueron necesarias 2,046 llamadas para poder efectuar una entrevista y el rechazo fue aproximadamente del 25%.

4. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN EL CORREDOR GALICIA-MADRID

La información obtenida en el proceso de encuestación permite estimar un modelo de demanda de transporte que incorpora la alteración del comportamiento de los agentes ante una nueva modalidad de transporte. Para ello, comenzamos estimando la segunda etapa del modelo de demanda, la elección de modo de transporte condicionado al número de viajes. Para resolver este apartado siguiendo el análisis de Hausman y otros (1995), planteamos un modelo logit multinomial, desagregando por motivo de viaje, en el que utilizamos la información de la encuesta, tanto de los viajes actuales (RP) como de los futuros (SP). La variable dependiente identifica, de todas las alternativas posibles²¹, el modo de transporte utilizado en el viaje y las variables explicativas del modelo²² son el precio y el tiempo de cada alternativa²³, una constante específica para cada modo (coche, avión, autobús o tren) y una variable ficticia que trata de recoger la preferencia de los entrevistados por el nuevo tren, con unas características de frecuencia y puntualidad que difieren del tren actual.

Este logit multinomial utiliza tanto la información de las preferencias reveladas como de las declaradas, lo que nos permite tener variabilidad. La variable ficticia para el modo de transporte utilizado refleja el cambio de escala que se introduce con los datos de SP, si bien, en este caso refleja las características del tren, no explícitas en

²¹ Este modelo permite que el número de opciones de viaje disponibles para cada individuo pueda diferir, algo deseable en este caso ya que existen usuarios que no disponen, para este tipo de desplazamientos, de la alternativa avión.

²² Dentro de las variables explicativas sólo incorporamos atributos de los modos de transporte. Siguiendo a Jara-Díaz (1998) analizamos el modelo incorporando el cuadrado de la variable precio para investigar si existía efecto renta, los resultados nos indicaron la conveniencia de excluir este efecto. Por otra parte, este modelo de demanda en dos etapas deja la incorporación de las características socioeconómicas a la etapa de determinación del número de viajes y precisa obtener índices de precios homogéneos que puedan ser trasladados de una etapa a otra para todos los usuarios.

²³ Las variables tiempo y precio del viaje se obtienen directamente de los usuarios ya que el cuestionario que les planteamos les pregunta, para los modos de transporte disponibles, la percepción de ambos atributos. La utilización de estos valores, en lugar de las cuantificaciones de precio y tiempo que facilitan los operadores o las estimaciones de la Dirección General de Tráfico obedecen a los siguientes argumentos. En primer lugar, como indica McFadden (1998) los individuos perciben de forma diferente los distintos costes involucrados en sus desplazamientos, de este modo, el coste de combustible o de autopista es tenido mucho más en cuenta que el coste de depreciación de su vehículo. En segundo lugar, cada individuo puede enfrentarse a tarifas diferentes dependiendo de sus características personales, descuentos a jóvenes, de el periodo en el que viaje, el tipo de viaje, etc. Además, el tiempo de viaje también puede variar en función de la velocidad a la que circulamos, la congestión de tráfico o la climatología. Por último, las decisiones de los individuos se basan en la comparación de la información subjetiva de la que disponemos, no en la comparación de la mejor información.

este modelo, que hace a los individuos inclinarse por su utilización. La estimación de este modelo calcula $n-1$ constantes específicas, tomando uno de los modos de transporte disponibles como modo de referencia. En este caso, el modo de referencia es el tren, por lo que las constantes específicas deben interpretarse como las diferencias no explicadas por los regresores o gustos de los consumidores que alteran la probabilidad de elegir algún modo de transporte, frente a la probabilidad de elegir el modo de referencia.

Los resultados de este modelo aparecen reflejados en el Cuadro 1, diferenciando los viajes entre aquellos realizados por motivo de ocio y los que obedecen a razones laborales²⁴. En ambos casos, la constante para el modo coche (*A-coche*) es positiva, lo que nos indica que los gustos de los consumidores hacen más probable la utilización del coche que la del tren, mostrando un mayor impacto sobre los viajes de ocio. Los usuarios por motivo de ocio se muestran menos dispuestos a utilizar el avión que el tren, mientras que para los usuarios de trabajo el avión es una modalidad de transporte mucho más probable que el tren, como podemos observar en los diferentes signos que muestra esta constante (*A-Avión*) en ambos modelos. En cuanto al autobús (*A-Autobus*), en ambos casos observamos una menor preferencia por este modo frente al ferrocarril, preferencia que es todavía menor cuando se viaja por motivo de trabajo.

²⁴ Uno de los principales problemas de los modelos logit multinomiales o logit condicionales es el supuesto implícito de independencia de alternativas irrelevantes (IIA). Las implicaciones de este supuesto y la justificación a la forma funcional aquí presentada aparece resumida en el Anexo1.

Estimación de la segunda etapa

Motivo de ocio

Variable	Coficiente	Desviación típica*
Tiempo	-0,00205774	0,000622
Precio	-0,00009316	0,000014
Fut	3,051789845	0,203279
A- Coche	1,622554132	0,156651
A- Avión	-0,34716029	0,302318
A- Autobús	-0,05072623	0,175123

LogL=-11153225 Observaciones= 8259. Iteraciones=7.
*Desviación típica*100

V.T. = 7,97 €/hora (1.325 pts/hora)

Motivo de trabajo

Variable	Coficiente	Desviación Típica*
Tiempo	-0,00478553	0,00119259
Precio	-0,00004697	2,18E-05
Fut	2,431570052	0,34187036
A- Coche	1,118261337	0,2563056
A- Avión	0,495319669	0,47069748
A- Autobús	-0,43949998	0,32281283

Log L= -3377028. Observaciones=2845. Iteraciones=7.
*Desviación Típica*100

V.T. = 36,74 €/hora (6.113 pts/hora)

Cuadro1. Modelo Logit Multinomial para los viajes de ocio y trabajo.

El valor del tiempo implícito en el comportamiento de los usuarios viene determinado por el cociente entre la utilidad marginal del tiempo y la utilidad marginal de la renta. Este es el valor medio que los actuales o potenciales usuarios de este corredor le otorgan a su tiempo de viaje. En el caso de los viajes de ocio el valor medio del tiempo de estos usuarios es de 7,97 €/hora (1.325,29 pesetas/hora), mientras que cuando el motivo de viaje es el trabajo el valor medio del tiempo de viaje de los usuarios es de 36,74 €/hora (6.112,89 pesetas/hora)²⁵. Si analizamos los respectivos coeficientes de precio y tiempo, observamos que el tiempo de viaje juega un papel muy importante en la asignación de viajes de trabajo, efecto que más que duplica el de los viajes de ocio, mientras que ocurre lo contrario con la valoración del precio, cuya importancia es muy superior para los viajes de ocio.

La variable ficticia creada para el tren en el escenario hipotético (*Fut*) tiene signo positivo y es significativa. Este resultado nos indica que la probabilidad de elegir

²⁵ Los valores del tiempo obtenidos en este trabajo se sitúan entre los valores que utiliza el Ministerio de Fomento para cuantificar los ahorros de tiempo de un proyecto de transportes (903 pesetas/hora los usuarios de vehículo privado, 240 pesetas/hora el usuario de autobús, 307 pesetas/hora el usuario de tren en segunda clase y 2.805 pesetas/hora los usuarios de avión) y los valores obtenidos en modelos desagregados. Por lo que se refiere a los valores del Ministerio, De Rus y Romero (1995) muestran en que medida son inferiores a la media europea. Así, por ejemplo, el valor del tiempo de los usuarios de carretera es un 54% inferior a dicha media. Por su parte, la literatura de economía del transporte coincide en señalar que los modelos desagregados son los que proporcionan una mejor estimación del valor del tiempo. Trabajos en esta línea ponen de manifiesto la elevada variabilidad de los resultados dependiendo de las zonas o los motivos de viaje. Así, González-Savignat (1999) con datos de preferencias manifestadas en el corredor Madrid-Barcelona, obtiene un valor del tiempo de los usuarios de avión por motivo de ocio de 6.300 pesetas/hora y de 13.380 pesetas/hora para los viajes por motivo de trabajo, mientras que para la carretera estos valores son de 1.020 pesetas/hora para los usuarios de ocio y de 1.920 pesetas/hora para los usuarios de trabajo.

tren se incrementa cuando ofrecemos un servicio de más calidad (puntual y con mayor frecuencia) aunque el resto de variables permanezca constante.

A partir de la estimación del modelo de elección discreta obtenemos el excedente del consumidor, calculando el máximo valor esperado de la utilidad indirecta, condicionado al número de viajes²⁶. Este excedente proporciona la ganancia de bienestar social asociada a la demanda desviada y, además, su valor en términos negativos se puede interpretar como un índice de precios que relaciona la etapa de elección modal con la determinación del número de viajes.

Para determinar la primera etapa del modelo, esto es el número de viajes, construimos un modelo de recuento donde la variable dependiente es el número de viajes efectuados tanto en la situación base como en la situación hipotética. Las variables explicativas para los viajes de ocio y trabajo son la renta familiar disponible, la edad, el nivel educativo y la negativa del excedente del consumidor del modelo multinomial. Además, cuando particularizamos los viajes por motivo de ocio se incorporan la constante y las variables ficticias que recogen distintos factores de atracción o generación de este tipo de viajes como la celebración del Xacobeo 99, tener familia o residencia secundaria fuera de la comunidad de origen, poseer vehículo privado, la situación laboral o el tamaño de la unidad familiar. Por su parte, en el modelo de viajes de trabajo se incorporan las características de la empresa y del puesto de trabajo que desempeña el usuario.

Los resultados obtenidos aparecen reflejados en el Cuadro 2 y nos muestran los signos esperados para los parámetros de las variables explicativas. Así, la variable renta, medida a través del logaritmo de la renta familiar disponible (*Irenta*), nos indica que los viajes aumentan a medida que se incrementa la renta familiar aunque a unas tasas de crecimiento decrecientes²⁷, además, esta variable juega un papel más

²⁶ El cálculo de la utilidad indirecta no es invariante al modo de referencia elegido en cada caso, por ello, realizamos una transformación lineal que nos permita operar con valores positivos (McFadden, 1984). Dividiendo esta utilidad por el valor absoluto del parámetro estimado para el coste monetario del desplazamiento calculamos el excedente del consumidor de los viajes actuales y de las opciones hipotéticas.

²⁷ Esto se constata con el signo negativo de la variable *Irenta* al cuadrado (*Irenta*²).

relevante en la determinación del número de viajes de trabajo que de ocio. Un comportamiento similar muestra la variable nivel educativo (*Educ*). En cuanto a la edad (*Edad*), podemos decir que en los viajes de ocio es más probable encontrarnos a viajeros jóvenes, mientras que para los viajes de trabajo la frecuencia de viajes aumenta con la edad hasta los 47 años, edad a partir de la cual la frecuencia de viajes desciende²⁸. Además, ambos modelos llevan incorporada una constante significativa y negativa (*Constante*), por lo que existen gustos o características de los individuos, no contempladas por el modelo, que repercuten negativamente en el número de viajes a efectuar.

Por su parte, el índice de precios (*Neg-exc*) que hemos calculado en el modelo multinomial también es una variable que resulta significativa y con signo negativo para explicar el número de viajes. Este resultado señala que cuando mejoramos un servicio de transporte, en este caso el tren, el excedente promedio por viaje se eleva, y, por lo tanto, el índice de precios calculado se vuelve más negativo, o lo que es lo mismo, más barato. A medida que este precio desciende el número de viajes aumenta y , además, el efecto de esta variable es mayor sobre los viajes de trabajo que sobre los de ocio.

En cuanto a las características personales que presentan un efecto positivo sobre el número de viajes de ocio nos encontramos con variables como: tener vehículo propio (*Coche*), ser un activo que trabaja (*Trabaja*), tener familia fuera de la comunidad de origen (*Fam-out*), o residencia secundaria fuera (*Res-out*). Por el contrario, a medida que se incrementa el número de miembros de la unidad familiar (*Miembros*) desciende la frecuencia de los viajes de ocio. Adicionalmete, para este tipo de viajes, se puede comprobar como el año santo Xacobeo 99 (*x99*), ha actuado como factor generador de viajes con destino a Galicia, al presentar esta variable signo positivo y ser significativa.

²⁸ Como se puede observar en el signo negativo del cuadrado de la variable *Edad* (*Edad2*)

Cuadro 2. Modelo de Recuento Poisson para viajes de ocio y de trabajo

Estimación de la primera etapa

Motivo de ocio

Variable	Coficiente	Desviación Típica*
Constante	-4,94	7,683454
X99	0,1774	0,037934
Lrenta	0,784274	1,313824
Lrenta2	-0,0342559	0,056085
Neg-exc	-0,000047086	0,000004
Educ	0,0264559	0,021566
Edad	-0,005645	0,013505
Edad2	-0,000035707	0,000147
Miembros	-0,011195	0,03085
Coche	0,281789	0,097688
Fam-out	0,427267	0,099056
Res-out	0,21436	0,06968
Trabaja	0,017914	0,082774

Log L=-8705937. Observaciones=1886. Iteraciones=7.

Log L=-9989934 * Desviación Típica*100

Motivo de trabajo

Variable	Coficiente	Desviación Típica*
Constante	-22,047109	18,1299516
Lrenta	3,0751	3,03707581
Lrenta2	-0,122994	0,12668431
Neg-exc	-5,148E-05	2,67E-06
Educ	0,0379883	0,04803356
Edad	0,08798	0,04543107
Edad2	-0,0009456	0,00053567
Cpropia	0,371891	0,19264272
Industria	0,149974	0,16729581
Tamaño	0,036493	0,0327268
Responsabilidad	-0,00435	0,0315446

Log L=-2955631. Observaciones=2041. Iteraciones=10

*Desviación Típica*100

Entre las características de la empresa que tienen un efecto positivo sobre el número de viajes de trabajo se encuentra: ser trabajador por cuenta propia (*Cpropia*), con o sin asalariados, pertenecer al sector industrial (*Industria*) y el tamaño de la empresa (*Tamaño*). Dentro de las variables con efecto negativo sobre la frecuencia de viajes de trabajo está el grado de responsabilidad en la empresa (*Responsabilidad*), variable que crece en la medida que la responsabilidad es menor en el organigrama de la empresa.

El estudio de las elasticidades puede ayudarnos a calcular la sensibilidad de la demanda a cambios en el índice de precios. En este caso utilizando los coeficientes del índice de precios de cada uno de los modelos de ocio o trabajo evaluados en la situación de partida del excedente del consumidor obtenemos que los viajes de trabajo son más sensibles a los cambios en los atributos de los modos de transporte (-0,6 la elasticidad) que los usuarios por motivo de ocio (-0,4)²⁹.

²⁹ Esta elasticidad esta calculada para los usuarios de largo recorrido entre Galicia y Madrid, evaluada en la situación de partida, donde el excedente promedio por viaje es de 8.390 pesetas en el caso de los viajes de ocio o de 10.882 pesetas para los viajes por motivo de trabajo.

El modelo de demanda expuesto permite analizar cambios en el comportamiento de los usuarios ante actuaciones en la red de ferrocarriles. Es decir, sirve para comprobar de forma genérica que la disponibilidad de un ferrocarril más competitivo altera tanto la elección de modos de transporte como el número de viajes. Ahora bien, si queremos concretar más la cuantificación de la demanda desviada y generada debemos especificar propuestas concretas de mejora ferroviaria o, lo que es lo mismo, definir los escenarios hipotéticos.

5. CAMBIOS EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS ANTE LA APARICIÓN DE UN TREN DE ALTA VELOCIDAD

La propuesta de mejora ferroviaria que sometemos a análisis en este trabajo se concreta en la introducción en el corredor Galicia y Madrid de un tren de Alta Velocidad (TAV). Los escenarios hipotéticos, que aparecen reflejados en el Cuadro 3, se construyen a partir de la combinación de dos posibles recorridos (Trazado Norte y Trazado Sur), y de dos políticas de precios. Cada uno de los trazados presenta diferentes distancias de recorrido, por lo que, a pesar de disponer de un TAV con idénticas especificaciones técnicas (350 Km/h de velocidad teórica máxima), dan lugar a la existencia de tiempos de viaje diferentes. Estos tiempos de viaje se combinan con dos escenarios de precios, uno sitúa la tarifa por Km. en este corredor a un nivel similar a la del AVE Madrid-Sevilla y , el otro, eleva este precio un 25%.

Cuadro 3. Escenarios del tren de Alta Velocidad para el recorrido Vigo-Madrid

	Tiempo Alta Velocidad	Precio Sim01	Precio Sim02
Trazado Norte	3 horas 6 minutos	AVE ³⁰	AVE(1+0,25)
Trazado Sur	2 horas 34 minutos	AVE	AVE(1+0,25)

Fuente: Accesos a Galicia. A Alta Velocidade, (2000)
Velocidad teórica: 350 Km/h. Velocidad Comercial: 210 Km/h.

Para estimar de forma precisa los cambios en la demanda de transporte como consecuencia de la introducción de un tren de alta velocidad debemos comparar la

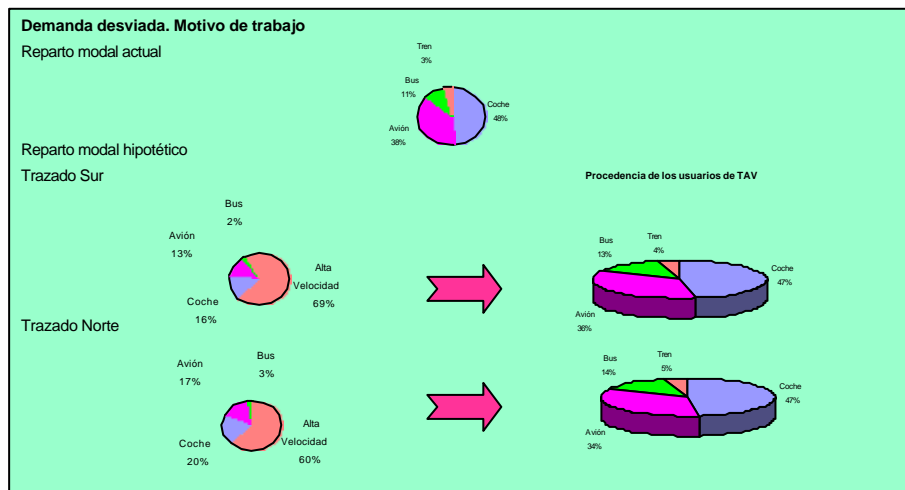
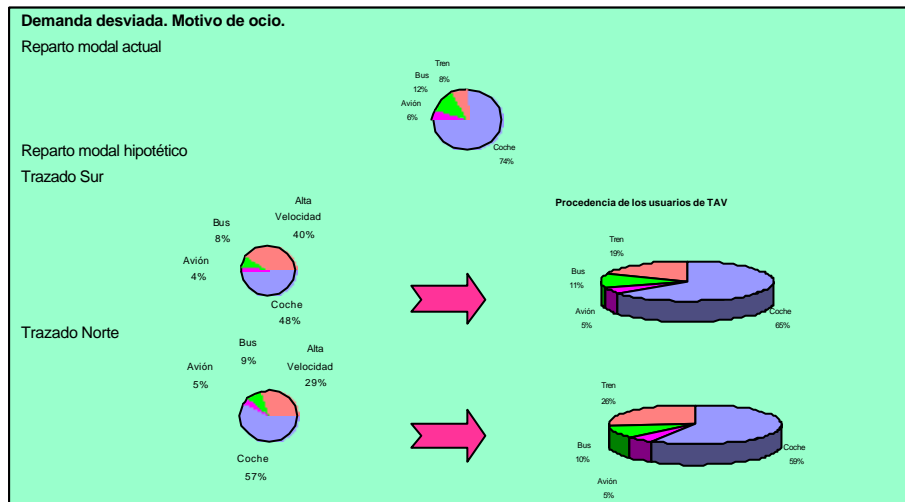
³⁰ El precio por Km del AVE Madrid-Sevilla (1999) es de 21 peseta/km.

demanda actual con la estimación de la demanda desviada y generada para cada uno de los cuatro escenarios hipotéticos que se someten a estudio.

5.1. Demanda desviada

Como hemos detectado, la introducción de un nuevo modo de transporte que compita con los existentes tendrá efectos sobre los actuales usuarios. De este modo, es previsible que, a pesar de que los atributos de los modos actuales no se alteren, existan usuarios dispuestos a modificar su elección modal dependiendo de lo competitiva que resulte la nueva alternativa. Así, cuanto menor sean la tarifa y el tiempo de viaje más probable será su utilización, ya que, el análisis de demanda nos ha permitido observar que los usuarios son sensibles a cambios en estos atributos.

Cuadro 4. Reparto modal antes y después de la incorporación del TAV. Usuarios de largo recorrido



El análisis de las elecciones individuales de las alternativas de viaje nos permite analizar lo que ocurriría si los actuales usuarios del corredor se enfrentasen a una nueva oferta. Para ello, definimos el escenario hipotético con las alternativas de transporte actuales excepto en el caso de los servicios ferroviarios, donde tanto el precio como el tiempo de viaje se corresponden con las variantes planteadas para la alta velocidad y, a continuación, calculamos las probabilidades de elección de cada uno de los modos de transporte tanto para la situación de referencia (sin alta velocidad) como para cada uno de los escenarios hipotéticos definidos para el TAV. A partir de estas probabilidades construimos las nuevas cuotas de distribución de las alternativas de transporte.

La aplicación del modelo de elección discreta a los *viajes por motivo de ocio*, determina como resultado que la cuota de mercado del tren mejora sustancialmente, pasando de representar el 10% actual al 48% cuando, para una política de precios similar a la del AVE, el ferrocarril transcurre por el trazado Sur o el 46% cuando lo hace por el trazado Norte³¹. Esta ganancia en cuota de mercado es más limitada si enfrentamos a los usuarios a la política de precios más elevada (precio por km. del AVE incrementado un 25%). En este caso, el tren de alta velocidad se queda con un 38% en el primer trazado o un 36% en el segundo.

No obstante, comparar estos resultados resulta complejo ya que las áreas de influencia de ambos trazados son muy distintas en términos poblacionales. Para minimizar este efecto, centramos nuestro análisis en los usuarios de largo recorrido que se desplazan entre Galicia y Madrid. Tal y como se constata en el cuadro 4, para estos usuarios que realizan sus viajes por motivo de ocio, el tren pasa de representar el 8% de la cuota de mercado actual a situarse en el 40% cuando se mueve por el itinerario Sur o el 29% cuando su recorrido es el Norte. En este último caso, dado el mayor número de kilómetros de recorrido, el tiempo de viaje y el precio global del

³¹ En ambos casos, en el cálculo de las cuotas de mercado se considera tanto el tráfico de largo como el de medio recorrido.

billete se incrementan, con lo que en este caso el TAV pierde parte de su atractivo frente al trazado alternativo. No obstante, para este tipo de usuarios el coche continúa constituyendo la modalidad más utilizada a pesar de descender su utilización del 74% actual al 48% en el caso del trazado Sur o al 57% cuando el trazado es el Norte.

Si analizamos el desvío de pasajeros de largo recorrido que realizan sus viajes por motivo de ocio hacia un TAV que circula por el trazado Sur, observamos que la mayor parte de los usuarios, un 65 %, provienen del coche; el 19 % es tráfico desviado del tren; el 11% son anteriores usuarios del autobús; y el 5% restante procede del avión. Este reparto se modifica cuando el recorrido del TAV es el Norte. En este caso, el 59% son anteriores usuarios de coche, el 26% proceden del tren, el 10% del bus y el 5% del avión.

Un análisis de la sensibilidad de la demanda a cambios en el precio o el tiempo de viaje del TAV nos permite comprobar que, como podíamos esperar, los viajeros de ocio son más sensibles a cambios en el precio que en el tiempo de viaje, el ejemplo más claro es el que se produce en la competencia del TAV y el avión, así, mientras incrementos del precio del tren del 1% provocan un descenso de la demanda desviada del avión del 1,1%, una modificación del tiempo de viaje del tren del 1% causa una modificación de la demanda desviada del avión del 0,2%, observando un efecto similar aunque más suave en los usuarios de otros modos³².

Por su parte, a partir de la aplicación del modelo de elección discreta a los *viajes realizados por motivo de trabajo*, se constata que en términos agregados la actual cuota de mercado del tren que representa el 9% del total de viajes interregionales pasaría a situarse en el 77 % cuando el recorrido transcurre por el trazado Norte o en el 79% cuando el recorrido es por el trazado Sur.

³² Este comportamiento de los usuarios de avión por motivo de ocio puede comprenderse si tenemos en cuenta que muchos de estos usuarios utilizan el corredor como parte de su recorrido hacia un destino final diferente y que en muchos casos pueden acceder a ofertas con precios incluso inferiores a los del servicio ferroviario que aquí proponemos.

Si particularizamos los resultados para el tráfico de largo recorrido nos encontramos con que el TAV pasa a convertirse, para este tipo de usuarios, en el modo de transporte hegemónico. En este caso, el TAV captaría el 69% del mercado cuando discurre por el trazado Sur o el 60% cuando el recorrido es por el Norte y mejoraría sustancialmente la cuota actual del tren que es del 3%.

Los pasajeros desviados al TAV proceden mayoritariamente de anteriores usuarios del coche (47% de los usuarios de TAV cualquiera que sea recorrido planteado), seguido en orden importancia, por viajeros procedentes del avión (36% para el trazado Sur o 34% para el Norte), anteriores usuarios de autobús (13% para el trazado Sur y 14% para el Norte) o viajeros desviados del tren convencional (entre el 4 y el 5% respectivamente).

La demanda de este tráfico desviado es poco elástica a los modificaciones en el precio, de modo que, un incremento del precio del 1% tan sólo supone un descenso de la demanda inferior al 0,25% en todos los casos. Con respecto a la elasticidad a cambios en el tiempo de viaje observamos algunas diferencias en función del modo de transporte anteriormente utilizado. Así, los usuarios desviados del avión son los más sensibles a cambios en el tiempo de viaje, de modo que, un incremento del 1% del tiempo de viaje del tren de alta velocidad supone un descenso del 0,6% de la demanda desviada del avión³³. En el caso extremo se situarían los agentes desviados del autobús para los que este mismo incremento de tiempo reduciría su demanda el 0,2% o los de tren que se cambiarían a un servicio de TAV con independencia de la duración del viaje.

Los resultados anteriores nos permiten concluir la importancia de la duración del viaje para atraer a los usuarios con mayor valoración del tiempo y con alternativas

³³ Este comportamiento parece revelar un claro descontento de los usuarios hacia la actual dotación de servicios de transporte público en este corredor. En este sentido, debemos tener en cuenta que la falta de adaptación de los aeropuertos a las condiciones climatológicas desfavorables presentes en Galicia, han provocado a menudo el retraso o cancelación de vuelos. El servicio ferroviario aparecería así como una alternativa rápida y fiable para los usuarios con alta valoración del tiempo. Por otra parte, conviene recordar que analizamos los viajes de trabajo, es decir se corresponden con la movilidad obligada, y para muchos de los usuarios analizados, como los viajeros con origen o destino en Ourense o Lugo, no existen alternativas de transporte rápidas y competitivas, de manera que el TAV esta llamado a ser el modo de transporte hegemónico para estos usuarios.

competitivas de desplazamiento como el avión. Parece, por lo tanto, que el operador del TAV debe diseñar un servicio que diferencie los productos ofreciendo en las bandas horarias más habituales de los usuarios de trabajo servicio directos sin paradas intermedias. Por otra parte, la respuesta de los usuarios a los cambios en los precios permiten resaltar la posibilidad de practicar discriminación de precios de modo que los usuarios de trabajo paguen un precio superior al de los usuarios por motivo de ocio.

5.2. Demanda generada

La cuantificación de la demanda generada para cada uno de los nuevos escenarios de mejora del ferrocarril se obtiene a partir de los resultados del modelo de determinación del número de viajes (modelo de recuento). Para esta cuantificación, tal y como hemos señalado en la metodología del modelo de demanda de transporte, es necesario incorporar en el modelo de recuento un índice de precios (la negativa del excedente por viaje del modelo de elección modal) obtenido en el modelo de elección modal anterior.

Los resultados del modelo de elección modal permiten constatar que, frente a la situación actual, el excedente por viaje aumenta en la situación hipotética tanto para los usuarios de ocio como para los de trabajo. Es decir, con la implantación del TAV el coste generalizado del desplazamiento disminuye. Además, se comprueba que este descenso de coste es mayor para los viajes de trabajo que para los de ocio y que, para todos los tramos comparables, el menor coste se produce en el caso de que el ferrocarril circule por el trazado Sur.

Una cuestión relevante para determinar el número de nuevos viajes es que en la obtención de información enfrentamos a los entrevistados a una alternativa inexistente. En esta situación es difícil diferenciar al individuo que efectuaría este desplazamiento en el año referencia con total seguridad de aquel que declararía su intención de realizarlo en algún momento, pero sin acotar el horizonte temporal. Para solucionar este problema consideramos, siguiendo a De Rus e Inglada (1993) que

existe un periodo medio de maduración de la inversión de 5 años. Esto nos indica que los consumidores reajustan su comportamiento a la presencia de este tren de forma paulatina hasta que finalmente la demanda se estabiliza.

Con este supuesto si analizamos conjuntamente las relaciones de largo y medio recorrido se constata que el mayor volumen de tráfico generado se produce en el trazado Norte. En este caso, la presencia de núcleos de población más importantes y poblados, así como la posibilidad de servir de centro de distribución para los viajes con destino Asturias o Cantabria hacen que el cómputo global de viajes generados juegue a favor de este trazado (916 mil nuevos viajes en el trazado Norte frente a 790 mil en el trazado Sur)³⁴. No obstante, si tenemos en cuenta que en la situación actual el número total de viajes realizados en el corredor en todos los modos de transporte es mayor en el trazado norte que en el sur (3,8 millones frente a 2,6 millones de desplazamientos) el crecimiento en términos relativos de estos viajes es superior en el itinerario Sur.

Si particularizamos los resultados para los usuarios de largo recorrido obtenemos, tal y como refleja el cuadro 5, que bajo una política de precios similar a la del AVE, los viajes por motivo de ocio se incrementarían un 28 % en el caso del trazado Sur y un 24 % cuando el trazado es el Norte. También los desplazamientos por motivo de trabajo se verían fuertemente incrementados. En este caso, el incremento sería del 45 % en el itinerario Sur y del 35 % en el itinerario Norte. Estos resultados estarían en consonancia con los obtenidos en la línea de AVE Madrid-Sevilla y, al igual que ocurre en el modelo de elección modal, el número de nuevos viajes por motivo de ocio es mucho más sensible a cambios en el precio que en el tiempo de viaje, mientras que, los viajes por motivo de trabajo son más sensible a cambios en el tiempo de viaje que en el precio.

³⁴ Estos datos se obtienen para el escenario de precio por kilómetro del AVE y agregando viajes de trabajo y ocio.

Cuadro 5. Demanda generada por los usuarios de largo recorrido

Trazado	Motivo de OCIO		Motivo de TRABAJO	
	Precio AVE	Precio AVE+25%	Precio AVE	Precio AVE+25%
SUR	28%	23%	45%	39%
NORTE	24%	20%	35%	30%

En definitiva, los resultados del modelo de demanda nos indican que la incorporación del TAV provoca un aumento del número de viajes y una reestructuración de las cuotas de mercado de cada modo de transporte . El mayor efecto se obtiene para las alternativas más competitivas y, por tanto, la demanda desviada y generada se incrementará a medida que disminuyan la duración y el coste del viaje para el mismo origen destino.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos propuesto un modelo de demanda de transporte fundamentado microeconómicamente, capaz de responder simultáneamente a las cuestiones de cuánto y cómo viajar. Estos dos aspectos resultan de particular importancia en el caso del transporte, ya que permiten estimar la demanda desviada y generada por un cambio en la oferta modal.

El tratamiento simultáneo del número de viajes y su distribución entre modos de transporte, es relativamente complicado debido a las especificidades propias de este bien. En concreto, el viaje podemos considerarlo como un bien intermedio que no proporciona utilidad directa al viajero sino que es necesario para poder acceder al consumo de bienes alejados. Además, existen distintos modos de transporte para realizar un mismo desplazamiento y los usuarios deben de combinar tiempo y dinero para efectuar sus desplazamientos.

Para estimar de forma conjunta la demanda desviada y generada adaptamos el modelo de demanda recreativa planteado por Hausman, Leonard y McFadden (1995) y estimamos en dos etapas el reparto modal y el número de viajes ante un cambio en la oferta ferroviaria. Concretamente, con esta adaptación estudiamos, a partir de la

combinación de datos de preferencias reveladas (RP) y del experimento de preferencias declaradas (SP), las modificaciones derivadas de la introducción, entre Galicia y Madrid, de un tren de Alta Velocidad con dos alternativas de trazado y dos políticas de precios.

Los resultados de la estimación de la segunda etapa del modelo de demanda permiten comprobar la diferente valoración del tiempo que presentan los usuarios de ocio y de trabajo. Los usuarios actuales y potenciales de este corredor tienen, en media, una valoración del tiempo de viaje de 7,97 €/hora cuando se desplazan por motivo de ocio, mientras que, esta valoración aumenta a 36,74 €/hora cuando el desplazamiento es por motivo de trabajo. De esta segunda etapa del modelo también se desprende que los usuarios del corredor por motivo de trabajo son más sensibles a cambios en el tiempo de viaje que los usuarios por motivo de ocio. Con la variable precio ocurre justo lo contrario, su modificación provoca un efecto mayor sobre los usuarios de ocio.

Por tanto, esta parte del análisis de demanda pone de manifiesto que la escasa utilización del ferrocarril actual no obedece tanto a un cambio en los gustos de los consumidores como a la obsolescencia de este servicio frente al resto de alternativas. Prueba de ello es que los usuarios, tanto por motivo de ocio como de trabajo, parecen dispuestos a desviarse al tren, siempre que mejore su servicio. En concreto, un tren de Alta Velocidad circulando por el trazado Sur, con una tarifa por kilómetro similar a la del AVE, absorbería el 79 % de los actuales usuarios por motivo de trabajo, o el 47% de los viajes del corredor por motivo de ocio.

Por su parte, la estimación de la primera etapa del modelo permite cuantificar el incremento en el número de nuevos viajes. En este caso, se constata que el volumen global de viajes se incrementa en 790 mil nuevos viajes cuando el TAV circula por el trazado Sur o 916 mil en el trazado Norte, debido al mayor peso poblacional de este itinerario. Cuando se particulariza este resultado para los usuarios de largo recorrido obtenemos que los viajes por motivo de ocio crecen un 28% o 24 % en función del

trazado del tren de Alta Velocidad. Para los viajes de trabajo este incremento es del 45% si el recorrido del TAV se realiza por la variante Sur, o del 35% en el caso de utilizar la variante Norte.

Este conjunto de resultados conforman una dotación de información imprescindible para analizar los efectos económicos de diferentes propuestas de inversión en un corredor. Un análisis de demanda, como el que hemos propuesto en este trabajo, permite evaluar ex ante las consecuencias sobre la demanda de transporte derivadas de una alteración en la oferta modal. En concreto, el modelo propuesto y su estimación presenta como principal aportación la cuantificación, a partir de datos de preferencias declaradas, del tráfico desviado y generado. De esta forma se solventa una de las limitaciones importantes en la evaluación de proyectos de transportes, donde, ante la ausencia de un modelo de demanda, la cuantificación de la demanda desviada y generada se efectúa a partir de la experiencia de otros proyectos que en muchas ocasiones no son fácilmente extrapolables.

Anexo 1. Independencia de alternativas irrelevantes y modelos anidados.

Uno de los principales problemas de los modelos logit multinomiales o logit condicionales es el supuesto de independencia de alternativas irrelevantes (IIA). Esta propiedad tiene dos implicaciones claras, por un lado el ratio de probabilidades entre cada par de alternativas es independiente de cualquier otra alternativa³⁵ y por otro lado que la elasticidad de sustitución cruzada de cualquier alternativa respecto de algún atributo de otra es independiente de las características de la primera.

$$\frac{P_{rojo}^b}{P_{azul}^b} = \frac{e^{X_{rojo}^b \mathbf{b}}}{e^{X_{azul}^b \mathbf{b}}}$$

³⁵ Esta propiedad puede provocar importantes problemas de predicción, expuestos tradicionalmente en la paradoja del bus rojo-bus azul. Esta paradoja viene a decirnos que ante la existencia de dos modos de transporte que se reparte el mercado proporcionalmente, la aparición de un nuevo modo hace que el reparto de cuotas de mercado continúe siendo proporcional, y esto es así a pesar de que puedan existir diferentes grados de sustitución entre las alternativas. La paradoja pone de relieve este problema ya que el grado de sustitución que existe entre dos autobuses que sólo se diferencian en el color, es muy superior al que puede existir con un modo de transporte totalmente diferente.

$$\frac{\partial P_j}{\partial X_{ki}} \frac{X_{ki}}{P_j} = -P_k \mathbf{b}_i X_{ki}$$

A pesar de los problemas que puede plantear esta propiedad la ventaja de los modelos logit es su simplicidad de cálculo, de manera que pueden operar con un gran número de alternativas, motivo por el que suele ser el punto de partida de cualquier análisis de elección discreta.

Partiendo del modelo logit multinomial (MNL) y siguiendo el planteamiento de Hausman y McFadden (1984), suponer que la hipótesis de IIA no es una restricción implica que alterar el número de alternativas disponibles no debe cambiar los parámetros de la estimación. Por lo tanto, si los parámetros cambian se debe a la existencia de un problema derivado del supuesto de IIA. Para analizar este problema calculamos el test de Hausman (Greene)

$$\mathbf{c}^2 = (\hat{\mathbf{b}}_r - \hat{\mathbf{b}}_f)' [\hat{\mathbf{V}}_r - \hat{\mathbf{V}}_f]^{-1} (\hat{\mathbf{b}}_r - \hat{\mathbf{b}}_f)$$

donde r hace referencia a la estimación del modelo restringido (excluimos alguna alternativa) y f representa el modelo completo.

En nuestro caso, la aplicación de este test a los viajes realizados por motivo de trabajo o de ocio nos indica que se rechaza la hipótesis nula (el modelo restringido y el completo son iguales) por lo que los coeficientes no son independientes de las alternativas implicadas, es decir, la hipótesis de IIA implícita en el MNL, supone un problema para nuestros datos.

Las alternativas para superar este problema (Greene 1993, p. 671) son los modelos probit multinomiales o el NMNL. Los requisitos computacionales del modelo probit nos obligan a operar con un número fijo de alternativas disponibles. Este supuesto no se ajusta a nuestras necesidades ya que los usuarios del corredor disponen de diferente número de alternativas dependiendo del origen y el destino de su viaje. Aplicar un modelo probit nos obligaría a tratar cada origen destino por separado lo que nos impediría efectuar el análisis conjunto del número de viajes, por

otra parte nos obligaría a dividir la muestra de tal forma que los datos disponibles en cada caso no cumplirían los requisitos para su computación. Superar IIA manteniendo las diferencias en el número de alternativas disponibles nos obliga a optar por la estimación de un NMNL.

Para el corredor de transporte Galicia-Madrid las mejores estimaciones obtenidas de los modelos anidados, tanto para los viajes de ocio como para los de trabajo o bien no garantizan consistencia con la teoría de la utilidad o bien forman grupos con escasa similitud. Por este motivo, en el análisis de demanda hemos optado por mantener el modelo logit multinomial, que a pesar de sus problemas conceptuales nos ofrece la mejor estimación disponible³⁶.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, O. and Herce, J. A. (1993) "Nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad en España y sus efectos económicos" *Economía Aplicada*, n.1, 5-32.
- Bates, J. (1987) "Papers on stated preferences methods in transport research". *Journal of Transport Economics and Policy*. Vol 1.
- Becker, Gary (1965) "A Theory of the Allocation of Time". *The Economic Journal*, vol.75, 493-517.
- Beesley, M. E. (1965) "The Value Of Time Spent in Travelling: Some New Evidence" *Economica*, vol.32, 175-185.
- Ben-Akiva, M. and Lerman, S. (1997) *Discrete Choice Analysis*. 7^a edition. MIT Press.
- Ben-Akiva, M. And T. Morikawa (1990). "Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions. *Transportation Research A*, 24, 485-495.
- Cameron, C. and P.K. Trivedi (1998) *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge University Press.
- Daly, A. and C. Rohr (1998). "Forecasting demand for new travel alternatives". *Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling*. Gärling, T., T. Laitila and K. Westin, Editors. Pergamon
- De Rus, G. E. Inglada, V. (1993), "Análisis coste-beneficio del tren de alta velocidad", *Revista de Economía Aplicada*, vol. 3, 27-48.
- De Rus, G. y M. Romero (1995). "Análisis de la rentabilidad social de proyectos de inversión en infraestructuras de transporte del marco de apoyo comunitario 1989-1993". *Documento de Trabajo* 95-15. FEDEA, Madrid.

³⁶ A pesar de los problemas conceptuales referentes al supuesto de IIA, trabajos como el de Hausman y otros (1995) no presentan al modelo anidado como el modelo a desarrollar sino que exponen los supuestos y resultados tanto del logit multinomial como del modelo anidado.

- DeSerpa A. (1971) "A Theory of the Economics of Time". *The Economic Journal*, vol.81, 828-845.
- Evans, A. W. (1972) "On the Theory of the Valuation and Allocation of Time" *Scottish Journal of Political Economy*, 19, 1-17.
- González-Savignat, M. (1999) "El Valor del tiempo". *Papeles de Economía Española*, n. 82.
- Hanley, N. , Gary Koop, R. Wright and B. Álvarez-Farizo (1999) "Go climb a mountain: an application of recreation demand models to rock climbing in Scotland". Mimeo.
- Hausman, J., B. Hall and Z. Griliches, (1984) "Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship". *Econometrica*, 52.
- Hausman, J., G. Leonard, D. McFadden, (1995) "A utility-consistent, combined discrete choice and count data model. Assessing recreational use losses due to natural resource damage". *Journal of Public Economics*, 56.
- Hensher, D. (1994). "Stated preferences analysis of travel choice: The state of practice". *Transportation*, 21, 107-133.
- Hoehn, J., Theodore Tomasi, Frank Lupi and Heng Chen (1996) "An Economic Model for valuing Recreational Angling Resources in Michigan". Main Report.
- Jara-Díaz, S. (1998) "Time and Income in Travel Choice: Towards a Microeconomic Activity-Based Theoretical Framework" in Gärling, T., T. Laitila, K. Westin, editors (1998) *Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling*. Pergamon.
- Johnson, B. (1966) "Travel Time and the Price of Leisure" *Western Economic Journal*, pp.135-145.
- Matas, A. (1991) "La demanda de transporte urbano: Un análisis de las elasticidades y valoraciones del tiempo". *Investigaciones económicas*, vol. XV-2, pp. 249-67.
- McFadden, D. (1973). "Conditional Logit Analysis of qualitative choice behaviour". *Frontiers in Econometrics*. Zarembka P. ed.. Academic press, New York, 105-142.
- McFadden, D. (1981) "Econometric models of probabilistic choice". En: C. Manski and D. McFadden, eds., *Structural analysis of discrete data with econometric applications* (MIT Press, Cambridge, MA).
- Mc Fadden, D. (1998) "Rationality for Economists" *Journal of Risk and Uncertainty*, Special Issue on Preference Elicitation.
- Parsons, G., P. Jakus and T. Tomasi, (1999) 'A comparison of welfare estimates from four models for linking seasonal recreational trips to multinomial logit models of site choice". *Journal of Environmental Economics and Management*, 38, pp.143-157.
- Oort, C. (1969) "The evaluation of Travelling Time". *Journal of Transport Economics and Policy*, vol.12, 279-286.
- Riera, Antoni (2000) "Modelos de elección discreta y coste del viaje. Los espacios naturales protegidos en Mallorca". *Revista de Economía Aplicada*, n. 24
- Sandström, M. (1996) "Recreational benefits from improved water quality: A random utility model of Swedish seaside recreation". Workig paper n. 121, Stockholm School of Economics.

Small, K. and H. Rosen, (1981) "Applied welfare economics with discrete choice models". *Econometrica* 49, pp.105-130.

Swait, J., J. Louviere and 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.

Truong, T. and Hensher, D. (1985) "Measurement of Travel Time Values and Opportunity Cost from a Discrete-Choice Model". *The Economic Journal*, vol.95, 438-451.

Relación de Documentos de Trabajo publicados

- 9901 Philippe Polomé: Experimental Evidence on Voting Manipulation in Referendum Contingent Valuation with Induced Value
- 9902 Xosé M. González e Daniel Miles: Análisis Envolvente de Datos: Un Estudio de Sensibilidad
- 9903 Philippe Polomé: Combining contingent valuation and revealed preferences by simulated maximum likelihood
- 9904 Eva Rodríguez: Social value of health programs: is the age a relevant factor?
- 9905 Carlos Gradín e M^a Soledad Giráldez: Incorporación laboral de la mujer en España: efecto sobre la desigualdad en la renta familiar
- 9906 Carlos Gradín: Polarization by sub-populations in Spain, 1973-91
- 9907 Carlos Gradín: Polarization and inequality in Spain: 1973-91
- 0001 Olga Alonso e José María Chamorro: How do producer services affect the location of manufacturing firms?. The role of information accessibility
- 0002 Coral del Río Otero: Desigualdad Intermedia Paretiana
- 0003 Miguel Rodríguez Méndez: Margins, Unions and the Business Cycle in High and Low Concentrated Industries
- 0004 Olga Alonso Villar: Large metropolies in the Third World: an explanation
- 0005 Xulia González e Daniel Miles: Wage Inequality in a Developing Country: Decrease of Minimum Wage or Increase of Education Returns
- 0006 Daniel Miles: Infrecuencia de las Compras y Errores de Medida
- 0007 Lucy Amigo: Integración de los Mercados de Cambio: Análisis rentabilidad-riesgo de la cotización Peseta/Dólar
- 0008 Eduardo L. Giménez e Manuel González-Gómez: Efficient Allocation of Land Between Productive Use and Recreational Use.
- 0009 Manuel González-Gómez, P. Polomé e A. Prada Blanco: Sesgo sobre la Información Obtenida y la Estimación de Beneficios en Entrevistas a Visitantes de un Espacio Natural
- 0010 M. Xosé Vázquez Rodríguez e Carmelo León: Preferencias Imprecisas y Contexto en la Valoración de Cambios en la Salud.
- 0011 Begoña Alvarez: Can we Identify Fraudulent Behaviour?. An Application to Sickness Absence in Spain
- 0012 Xulia González, Xosé M. González e Daniel Miles: La Transición de la Universidad al Trabajo: una Aproximación Empírica.
- 0013 Olga Cantó: Climbing out of poverty, Falling back in: Low Incomes' Stability in Spain
- 0101 Arancha Murillas: Investment and Development of Fishing Resources: A Real Options Approach
- 0102 Arancha Murillas: Sole Ownership and Common Property Under Management Flexibility: Valuation, Optimal Exploitation and Regulation
- 0103 Olga Alonso Villar; José-María Chamorro Rivas e Xulia González Cerdeira: An análisis of the Geographic Concentration of Industry in Spain
- 0104 Antonio Molina Abrales e Juan Pinto-Clapés: A Complete Characterization of Pareto Optimality for General OLG Economies
- 0105 José María Chamorro Rivas: Communications technology and the incentives of firms to suburbanize
- 0106 Luci Amigo Dobaño e Francisco Rodríguez de Prado: Incidencia del efecto día en los valores tecnológicos en España

- 0107 Eva Rodríguez-Míguez; C. Herrero e J. L. Pinto-Prades: Using a point system in the management of waiting lists: the case of cataracts
- 0108 Xosé M. González e D. Miles: Análisis de los incentivos en el empleo público
- 0109 Begoña Álvarez e D. Miles: Gender effect on housework allocation: evidence from spanish two-earned couples
- 0110 Pilar Abad: Transmisión de volatilidad a lo largo de la estructura temporal de swaps: evidencia internacional
- 0111 Pilar Abad: Inestabilidad en la relación entre los tipos forward y los tipos de contado futuros en la estructura temporal del mercado de swaps de tipos de interés
- 0112 Xulia González, Consuelo Pazó e Jordi Jaumandreu: Barriers to innovation and subsidies effectiveness
- 0201 Olga Cantó, Coral del Río e Carlos Gradín: What helps households with children in leaving poverty?: Evidence from Spain in contrast with other EU countries
- 0202 Olga Alonso-Villar, José María Chamorro-Rivas e Xulia González: Agglomeration economies in manufacturing industries: the case of Spain
- 0203 Lucy Amigo Dobaño, Marcos Álvarez Díaz e Francisco Rodríguez de Prado: Efficiency in the spanish stock market. A test of the weak hypothesis based on cluster prediction technique
- 0204 Jaime Alonso-Carrera e María Jesús Freire-Serén: Multiple equilibria, fiscal policy, and human capital accumulation
- 0205 Marcos Álvarez Díaz e Alberto Álvarez: Predicción no-lineal de tipos de cambio. Aplicación de un algoritmo genético
- 0206 María J. Moral: Optimal multiproduct prices in differentiated product market
- 0207 Jaime Alonso-Carrera y Baltasar Manzano: Análisis dinámico del coste de bienestar del sistema impositivo español. Una explotación cuantitativa
- 0208 Xulia González e Consuelo Pazó: Firms' R&D dilemma: to undertake or not to undertake R&D
- 0209 Begoña Álvarez: The use of medicines in a comparative study across European interview-based surveys
- 0210 Begoña Álvarez: Family illness, work absence and gender
- 0301 Marcos Álvarez-Díaz e Alberto Álvarez: Predicción no-lineal de tipos de cambio: algoritmos genéticos, redes neuronales y fusión de datos
- 0302 Marcos Álvarez-Díaz, Manuel González Gómez e Alberto Álvarez: Using data-driven prediction methods in a hedonic regression problem
- 0303 Marcos Álvarez-Díaz e Lucy Amigo Dobaño: Predicción no lineal en el mercado de valores tecnológicos español. Una verificación de la hipótesis débil de eficiencia
- 0304 Arancha Murillas Maza: Option value and optimal rotation policies for aquaculture exploitations
- 0305 Arancha Murillas Maza: Interdependence between pollution and fish resource harvest policies
- 0306 Abad, Pilar: Un contraste alternativo de la hipótesis de las expectativas en Swaps de tipos de interés
- 0307 Xulio Pardellas de Blas e Carmen Padín Fabeiro: A tourist destination planning and design model: application to the area around the Miño river in the south of Galicia and the north of Portugal
- 0308 Lucy Amigo Dobaño e Francisco Rodríguez de Prado: Alteraciones en el comportamiento bursátil de las acciones de empresas tecnológicas inducidas por el vencimiento de derivados

- 0309** Raquel Arévalo Tomé e José-María Chamorro-Rivas: A Quality Index for Spanish Housing
- 0310** Xulia González e Ruben Tansini: Eficiencia técnica en la industria española: tamaño, I+D y localización
- 0311** Jaime Alonso Carrera e José-María Chamorro Rivas: Environmental fiscal competition under product differentiation and endogenous firm location
- 0312** José Carlos Álvarez Villamarín, M^a José Caride Estévez e Xosé Manuel González Martínez: Demanda de transporte. Efectos del cambio en la oferta ferroviaria del corredor Galicia-Madrid