

Beneficio social neto en el transporte entre los archipiélagos atlánticos ultraperiféricos de la UE pertenecientes a España y Portugal

Net social benefit in the transport between the ultraperipheral Atlantic islands of the EU belonging to Spain and Portugal

Javier CONDE TRUGEDA

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España)
jctrugeda@gmail.com

Fernando BARREIRO PEREIRA

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España)
fbarreiro@cee.uned.es

Recepción: Agosto 2019
Aceptación: Octubre 2019

RESUMEN

Este artículo trata de evaluar si es económicamente factible y socialmente rentable el establecimiento de una red de transporte de pasajeros y carga, por mar y aire, entre los archipiélagos atlánticos de Canarias, Madeira, Azores y Cabo Verde, más allá de los pocos itinerarios interinsulares actualmente existentes. Para ello se ha estimado la demanda potencial de viajes en cada sección mediante modelos de gravedad, así como las funciones actuales de demanda de viajes en cada itinerario. También se han utilizado modelos microeconómicos para el cálculo de la variación de los excedentes de consumidores y empresas de transporte, en cada trayecto. Para evaluar si es rentable ampliar la oferta actual de viajes hasta el nivel alcanzado por la demanda potencial se ha utilizado el análisis coste-beneficio. Los resultados indican que en la medida que se pueda subvencionar a las navieras, resultaría socialmente rentable ampliar la oferta de viajes marítimos entre todos los archipiélagos, así como de viajes aéreos en todos los trayectos, excepto en los itinerarios Canarias–Madeira y Azores–Cabo Verde.

Palabras clave: Regiones Ultraperiféricas, Transporte Interinsular, Demanda de Transporte, Competición Modal, Análisis Coste-Beneficio.

Clasificación JEL: D61, N74, R41.

ABSTRACT

This article tries to assess whether it is economically feasible and socially profitable to establish a passenger and cargo transport network by sea and air, between the Atlantic archipelagos of the Canary Islands, Madeira, Azores and Cape Verde, beyond the few inter-island routes currently existing. For this purpose, the potential travel demand on each route has been estimated using gravity models, as well as the current travel demand functions on each itinerary. Microeconomic models have also been used to calculate the variation of the consumers and transport companies' surplus in each route. To assess whether it is profitable to expand the current travel offer to the level of potential demand, a cost-benefit analysis has been used. The results indicate that as long as the shipping companies can be subsidized, it would be socially profitable to expand the offer of sea travel among all the archipelagos, and the offer of air travel on all routes should also be expanded, except for the Canary–Madeira and Azores–Cape Verde.

74

Keywords: Ultraperipheral Regions, Inter-Island Transportation, Transportation Demand, Modal Competition, Cost-Benefit Analysis.

JEL Classification: D61, N74, R41.



1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se analizan los beneficios sociales derivados del transporte aéreo y marítimo de pasajeros y mercancías entre los archipiélagos atlánticos de España y Portugal, así como de Cabo Verde. Para ello se estiman las funciones de demanda y costes de transporte que corresponden a la situación actual, calculando los excedentes de consumidores y productores, evaluando después mediante análisis coste-beneficio la variación de estos excedentes en un escenario potencial de 25 años. No se trata en este artículo de elaborar un modelo concreto de movilidad ni de planificación del transporte, ni de modelizar el tráfico entre las islas de estos archipiélagos, porque nuestro objetivo no es estimar las cantidades concretas demandadas y ofrecidas de viajes actuales y potenciales de pasajeros y mercancías entre las islas, sino estimar las funciones actuales de demanda-precio y oferta-precio de viajes y su evolución hasta el nivel potencial, para calcular la fluctuación de los excedentes netos de los consumidores y empresas como medida de la variación de su bienestar, que es el objetivo de esta investigación. Ello aparta de esta investigación el uso del llamado modelo de transporte de cuatro pasos, excepto en el paso del cálculo de la generación y atracción de viajes entre islas, lo que se llevará a cabo mediante la aplicación de un sencillo modelo de gravedad.

75

En este artículo se han utilizado bases de datos de varias instituciones sin hacer uso de encuestas, lo que también vacía de contenido la aplicación de modelos de variables de elección discreta en este artículo. Tampoco se trata específicamente la distribución de viajes, por lo que no utilizamos modelos de factor de crecimiento ni de maximización de la entropía que, por otra parte, también convergen hacia modelos de gravedad.

Los archipiélagos atlánticos que conforman la región denominada como Macaronesia son: Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde. Mientras los tres primeros forman parte de dos estados miembros de la Unión Europea (UE) y detentan la condición de región ultraperiférica de la UE, Cabo Verde es, tras su independencia de Portugal en 1965, un estado independiente que cuenta con varios acuerdos con la Unión Europea¹ que reflejan sus estrechos vínculos con Portugal y las relaciones comerciales con Canarias, sin olvidar la dependencia del turismo europeo como pilar fundamental de su actividad económica (López Guzmán et al., 2015: 519-520). Con un turismo creciente, varios operadores en el mercado, y la internacionalización de los negocios, muchos de estos territorios vienen esforzándose en jugar un papel activo en el fomento de conexiones regionales e internacionales.

Los cuatro archipiélagos se hallan más cerca, al menos, de uno de ellos que del continente europeo. Sin embargo, los vínculos de toda índole son mucho más intensos con la parte continental de España, en el caso de Canarias, y de Portugal para el resto, que con los

archipiélagos vecinos. Esto, sin embargo, no ha impedido el desarrollo de una modesta red de transportes regulares entre los archipiélagos, a pesar de las barreras administrativas que supone pertenecer a diferentes Estados. Más allá del interés estratégico de estas comunidades, la pertenencia a la Unión Europea conlleva la sujeción a las directrices políticas establecidas en (Comisión Europea, 2011: 10-11) que orientan a las administraciones a crear un espacio único europeo de transporte, fomentar la competencia y la multimodalidad, especialmente relacionada con el transporte marítimo.

De los cuatro archipiélagos que conforman la región de Macaronesia, Canarias muestra, con mucho, la mayor población, PIB y número de visitantes extranjeros. El contraste es especialmente notable en comparación con Madeira. Observando de cerca los datos de transporte aéreo, los referidos a Canarias son mucho mayores que los de los otros archipiélagos, lo que demuestra que el transporte aéreo está bien desarrollado en estas islas. En Canarias hay dos islas principales, Tenerife y Gran Canaria, que contienen la mayoría de los servicios de administración y actividades económicas, con más del 80% de la población del archipiélago. Lanzarote y Fuerteventura han desarrollado una actividad turística más recientemente que juega hoy un papel mucho más importante que en cualquier otra isla. Las tres islas occidentales están menos pobladas, son más pobres y su relevancia turística es significativamente menor.

76

Los archipiélagos de Madeira y Azores forman parte de Portugal. En el archipiélago de Madeira hay una isla principal, la isla de Madeira, que concentra casi toda la actividad económica y comercial, mientras que la isla de Porto Santo juega tan sólo un papel marginal. El archipiélago de las Azores se compone de tres grupos de islas, siendo São Miguel, del grupo oriental, el principal polo demográfico y económico del archipiélago. Las demás islas muestran cifras de población mucho más modestas. El archipiélago africano de Cabo Verde es un estado independiente que se encuentra a 1800 km al sur de las Islas Canarias. Fue una antigua colonia portuguesa que se independizó de Portugal en 1975 en el marco de la descolonización africana. Hoy en día, su industria turística está en auge, habiendo alcanzado tasas de crecimiento medias en torno al 10% a partir de 2002. Consta de dos grupos de islas: Winward (Norte) y Leeward. La isla de Santiago, en este último grupo, es la isla principal y concentra los servicios de administración y más del 50% de la población. Las islas de Sal y Boavista disponen de instalaciones turísticas relevantes, así como de aeropuertos internacionales. A pesar de una solicitud fallida para unirse a la UE, Cabo Verde ha alcanzado una serie de acuerdos con la Unión y ya en 2007 la UE estableció una asociación especial con el archipiélago. En consecuencia, Cabo Verde ha podido beneficiarse de los fondos de desarrollo FEDER-Interreg-MAC, que son administrados por Madeira, Azores y Canarias, lo que está dando lugar a un creciente interés de las empresas canarias por su vecino del sur.

Son bastantes los trabajos que analizan el transporte entre diferentes archipiélagos y algunos de ellos se han tomado como referentes para poder llevar a cabo el presente



análisis sobre los beneficios sociales asociados al transporte entre las islas de Macaronesia. En el entorno del transporte interinsular canario destacan con carácter descriptivo los trabajos de (Ramos Pérez, 2001: 201-219) y (Hernández Luis, 2006: 361-364). En (Hernández Luis, 2002: 232-234) se efectúan propuestas de mejora de la conectividad a nivel de horarios y en (Hernández Luis, 2018: 557-559) se introduce un análisis de conectividad multimodal para este archipiélago. Los análisis que se han tomado como referencia para el estudio de la competencia intermodal han sido llevados a cabo en (Gollnick, 2004: 8-10) y en (Steer Davies Gleave, 2006: 6-13), estando focalizados en los modos de transporte aéreo y terrestre. En cuanto al transporte marítimo en el ámbito insular caben destacar los trabajos de (Tsekeris, 2009: 269-272) y (Tzannatos, 2005: 86-88) para el caso de Grecia, o (Rutz, W. y Coull, J., 1996: 283-285) para el caso de Indonesia. A nivel cuantitativo (Garín, 2006: 285-288) estima la demanda de transporte aéreo de pasajeros hacia el archipiélago canario por el turismo exterior, mientras que el tráfico proveniente de la España continental hacia las islas Canarias ha sido analizado en (Gundelfinger-Casar y Coto-Millán, 2018: 83-90).

Los modelos de gravedad en los que se basa este trabajo para la estimación de la demanda potencial de pasajeros y mercancías han sido inspirados por (Sen y Smith, 1995: 221-225), (Batra, 2004: 9-10), (Grosche et al., 2007: 177-178) y (Ortúzar y Willumsen, 2008: 263-268). En el presente trabajo se ha estimado la demanda potencial global de pasajeros agregando las demandas de viajes de residentes en las islas y de no-residentes, mientras que la demanda global de viajes de mercancías es la agregada de carga marítima y aérea. Para el análisis de las externalidades relacionadas con la emisión de gases de efecto invernadero se han tomado algunas referencias: (Eyring et al., 2010: 4735-4771), (Lee et al., 2010: 4720-4724) y (Uhereck et al., 2010: 4724-4777); para la monetización de los costes de estas emisiones se ha empleado la información publicada en (Umweltbundesamt, 2014: 9-10). Los ahorros en tiempo de viaje y el valor monetario del tiempo se han cuantificado a partir de (Gwilliam, 1997: 2-6) y (García-Álvarez, 2016: 17-32). Finalmente, la cuantificación del impacto de la accidentalidad se ha efectuado a partir de las aportaciones de (Albert y Malo, 1995: 120-123) y (Miller, 2000: 182-184).

Como se ha mencionado al principio, el propósito del presente trabajo es evaluar si el fortalecimiento de las conexiones aéreas y marítimas entre los cuatro archipiélagos de la región de Macaronesia resulta o no ser social y económicamente rentable, al tiempo que se puede diseñar el modo de transporte óptimo para cada tramo teniendo en cuenta el concepto de multimodalidad.

La estructura del artículo que contiene la presente investigación es la siguiente: el análisis de la oferta actual de conexiones entre las islas de los archipiélagos y la estimación de la demanda potencial del tráfico de pasajeros y mercancías por mar y aire se lleva a cabo en la sección 3. En la sección 4 se lleva a cabo la modelización de un análisis coste-beneficio, que permite evaluar la variación de los excedentes de los consumidores y empresas de

transporte para cada trayecto, posibilitando la evaluación de los beneficios sociales netos de ajustar la oferta de conexiones a la demanda potencial. Los resultados de la aplicación de este modelo se encuentran en la sección 5 y finalmente, la sección 6 recoge las principales conclusiones de este trabajo.

2. LA OFERTA ACTUAL Y LA DEMANDA POTENCIAL DE VIAJES

Sobre la oferta actual de viajes entre los cuatro archipiélagos, hay que decir que la conexión de pasajeros entre Madeira y Canarias se ha llevado a cabo de forma regular durante varias décadas mediante la aerolínea canaria Binter. Además, existen servicios de contenedores marítimos, con una conexión semanal entre Tenerife y Funchal (Madeira). Durante el inicio del período de la crisis de deuda soberana (Reynolds-Feighan, 2016: 8-11), Binter retiró sus servicios, para retomarlos un par de años después, en 2011. Desde entonces, hay una conexión regular entre Gran Canaria y Funchal reforzada con vuelos directos a Tenerife en la temporada estival. Algunos años antes, la Naviera Armas, una compañía naviera canaria en rápida expansión, inició una conexión Tenerife–Funchal–Portimão–Funchal–Las Palmas–Tenerife.

78

Esta nueva alternativa fue un salto cualitativo para los habitantes de Madeira. Hasta entonces, no era posible viajar en barco al Algarve, la región más cercana al continente europeo. La conexión de pasajeros solo era posible en modo aéreo a través de Lisboa. En 2018, después de llegar a un acuerdo con APRAM (Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira), un buque de Armas retomó la conexión, pero solo durante el verano, anunciándose que estará operativa durante todo el año a partir de 2019. Hay un barco de carga semanal entre Funchal y las Azores. Así mismo el Gobierno de las Azores es propietario de una compañía aérea, el Grupo SATA, que ofrece servicios interinsulares y conexiones con el continente y otros destinos europeos y norteamericanos. Esta aerolínea, ahora en proceso de privatización, ha desempeñado un papel clave en el desarrollo de una red variada alrededor de este archipiélago atlántico.

La ruta aérea entre los dos archipiélagos portugueses está respaldada por el gobierno portugués con un contrato de obligación de servicio público y descuento parcial en los billetes de los residentes de las islas. Hoy día la única conexión de Azores con Canarias es un vuelo quincenal entre Ponta Delgada (Azores) y Gran Canaria, operado por Air Azores, filial internacional de SATA. Entre estos dos archipiélagos se dispone de una frecuencia semanal operada por Air Azores, cuyo propósito podría ser la conexión con vuelos destinados a América del Norte, así como servir a la diáspora de Cabo Verde residente en Azores. La conectividad de Cabo Verde con su antigua metrópoli se limita a vuelos semanales a Lisboa. Los aeropuertos ofrecen una alta conectividad a muchos destinos europeos que sirven TuiFly, Thomas Cook y otras aerolíneas tradicionales dedicadas al turismo de vacaciones. Algunos de estos vuelos hacen escala en alguna de



las islas canarias como Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura o Lanzarote, por razones operativas. Pero en los últimos años, Cabo Verde ha estado mejorando sus pistas para permitir la operación de aviones de larga distancia en el aeropuerto de Santiago, la isla capital, lo que ha originado que la escala en Canarias haya ido desapareciendo. Paralelamente, Binter ha desarrollado un centro regional en Gran Canaria con una fuerte orientación hacia destinos africanos, como parte de la política canaria de fortalecimiento de lazos económicos con África occidental.

Una de estas conexiones ha sido con la capital de Cabo Verde, Praia en la isla de Santiago, y con la Isla de Sal. Mientras que la primera finalmente ha desaparecido, Binter ha comenzado a operar las conexiones entre islas dentro del archipiélago, siendo en octubre de 2017 el operador único después de la retirada de Cabo Verde Airlines, para lo que Binter ha creado una filial regional en Cabo Verde: Binter CV. Las conexiones de carga marítima también están mejorando con el establecimiento de una conexión mensual entre Las Palmas y Praia, operada por la compañía Boluda Line.

Figura 1. Localización de las Islas Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde



Fuente: Elaboración propia

Se debe mencionar que tanto Azores como Cabo Verde muestran un inmenso potencial para atraer más visitantes de lo que lo hacen hoy. En Azores, el principal obstáculo para ello puede deberse al clima más frío y húmedo. Para Cabo Verde, las dificultades podrían estar relacionadas con su distancia a Europa continental (ver figura 1) y con el desarrollo de sus infraestructuras.

Tabla 1. Tráfico interinsular de pasajeros en 2017

Conexiones 2017**	Pasajeros Aéreo	Pasajeros Marítimo	Distancias Aeropuertos (Kmts)	Distancias Puertos (Kmts)	Habitantes isla Origen	Habitantes isla Destino
Tenerife-La Palma	609.838	235.440	139	125	920.253	83.159
Tenerife-La Gomera	48.290	1.293.514	99	40	920.253	21.525
Tenerife-El Hierro	161.991	156.898	169	120	920.253	10.872
Tenerife-Gran Canaria	792.087	1.423.741	112	95	920.253	857.702
Tenerife-Fuerteventura	243.554	14.669	242	195	920.253	115.333
Tenerife-Lanzarote	331.566	5.326	272	305	920.253	146.134
Gran Canaria-La Palma	124.645	1.080	244	229	857.702	83.159
Gran Canaria-La Gomera	22	0	167	172	857.702	21.525
Gran Canaria-El Hierro	36.638	0	246	259	857.702	10.872
Gran Canaria-Fuerteventura	531.357	649.773	139	195	857.702	115.333
Gran Canaria-Lanzarote	654.403	102.254	207	210	857.702	146.134
La Palma-La Gomera	0	60.061	92	102	83.159	21.525
La Palma-Fuerteventura	93	0	381	372	83.159	115.333
La Palma-Lanzarote	201	957	411	362	83.159	146.134
Fuerteventura-Lanzarote	800	1.118.799	72	15	115.333	146.134
Fuerteventura-Madeira	521	0	543	548	115.333	254.876
Tenerife-Madeira	8.835	0	470	471	920.253	254.876
Tenerife-Cabo Verde	1.119	# 1.500	1.600	1.280	920.253	546.388
Lanzarote-Madeira	1.212	0	518	522	146.134	254.876
Gran Canaria-Madeira	25.389	# 593.087	522	546	857.702	254.876
Gran Canaria-Azores	*9.628	# 1.000	1.455	1.606	857.702	246.746
Gran Canaria-Cabo Verde	18.582	0	1.659	1.686	857.702	546.388
Madeira-Azores	*38.244	# 26.111	986	1.150	254.876	246.746
Madeira-Cabo Verde	0	# 4.500	1.868	2.080	254.876	546.388
Azores-Cabo-Verde	*10.800	0	2.545	2.547	246.746	546.388

Fuente: Elaboración propia a partir de APRAM (2018), ENAPOR (2017), AENA (2004-2018) y Puertos del Estado (2007-2017). *Dato de 2015. **Tráfico en ambos sentidos. # Número de turistas en cruceros.

Una vez examinadas las conexiones actuales entre los archipiélagos de Macaronesia, cuyos datos más actuales para el transporte de pasajeros se encuentran recogidos en la



Tabla 1, se pasará a analizar la demanda potencial de viajes de pasajeros y mercancías entre los cuatro archipiélagos.

Para estimar esta demanda potencial se ha aplicado un modelo de gravedad sin restricciones basado en (Sen y Smith, 1995: 221-225), (Batra, 2004: 9-10), (Grosche et al., 2007: 177-178) y (Ortúzar y Willumsen, 2008: 263-268). Los datos del tráfico de pasajeros se han obtenido de (AENA, 2004-2018: 1-2), (ANAC, 2017: 77-94) y (APRAM, 2018: 1-2); y de (AENA, 2004-2018: 1-2), (Puertos del Estado, 2007-2017: 3-9) y (APRAM, 2018: 1-2), se han obtenido los datos de tráfico de carga. El modelo de gravedad básico que se ha utilizado en este análisis toma la siguiente forma:

$$q_{i,j} = k \frac{(PO_i \cdot PO_j)^\alpha}{\delta_{i,j}^\eta} \quad (1)$$

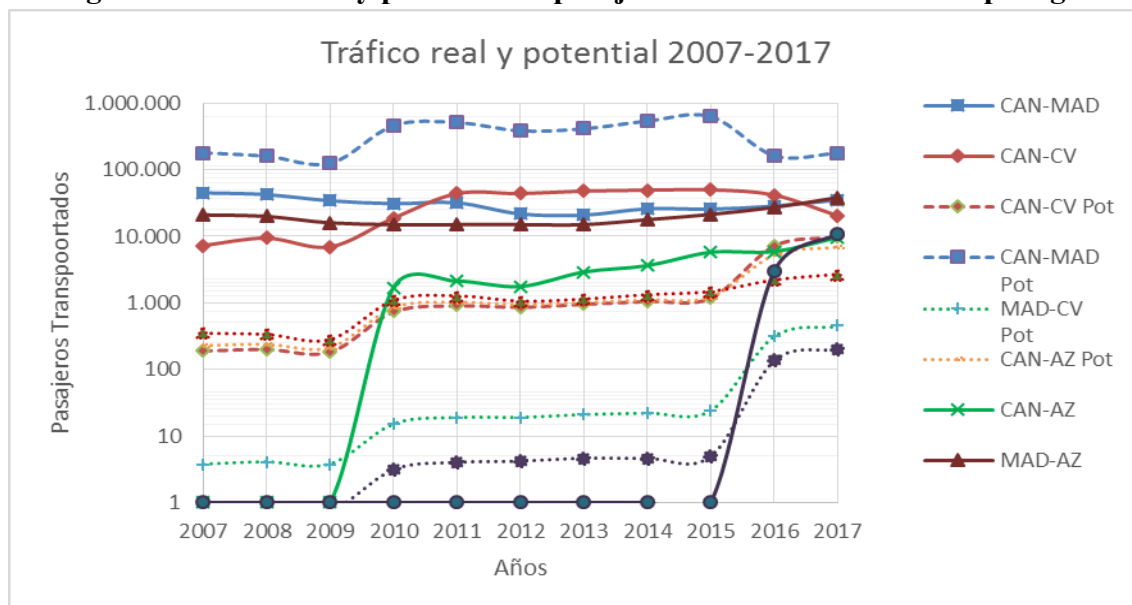
Donde $q_{i,j}$ es el número de viajes de pasajeros, o bien de mercancías, habido entre las islas i y j , mientras que $\delta_{i,j}$ es la distancia entre las islas i y j . PO_i y PO_j son las poblaciones de las islas i y j , siendo k , α y η tres parámetros a estimar. Si ello procede, se pueden sustituir las poblaciones de las islas por sus respectivas producciones reales (y). Para conseguir calcular el valor de los parámetros k , α y η se han tomado logaritmos naturales en (1), y regresado la ecuación en la forma:

$$\log_e q_{i,j,t} = \log_e k + \alpha \cdot \log_e (PO_i \cdot PO_j)_t - \eta \cdot \log_e \delta_{i,j,t} + \varepsilon_{i,j,t} \quad (2)$$

a lo largo de las 24 conexiones posibles de la Tabla 1, durante el período 2007-2017 con datos de panel; ecuación donde el término $\varepsilon_{i,j,t}$ es una perturbación aleatoria. El modelo (1) se ha subdividido en tres aplicaciones: una aplicación para los pasajeros residentes en las islas; otra para pasajeros no residentes y turistas y una última aplicación para el transporte de mercancías o carga entre las islas de estos archipiélagos. El ajuste del modelo de gravedad aplicado se puede observar en la Figura 2, para el caso del tráfico de pasajeros y sólo con la población residente en las islas como variable explicativa.

Según se deriva de las trayectorias suministradas por el modelo de gravedad, expuestas en la Figura 2, durante el período 2007-2017 las conexiones entre Madeira y Canarias no fueron lo intensas que podrían haber sido. Cuando a la aplicación con residentes se agrega la población no residente, el resultado del modelo de gravedad (1) muestra una distribución similar, aunque con valores algo mayores. Así mismo, cuando se introduce el PIB real en vez de la población como variable explicativa del número de viajes, no se infiere ningún cambio significativo en los resultados del modelo de gravedad en relación al análisis anterior. La demanda potencial final de pasajeros obedece a la agregación de los resultados de la aplicación del modelo (1) a la de población no residente (Garín, 2006: 285-288) más la residente.

Figura 2. Tráfico real y potencial de pasajeros residentes entre archipiélagos



Fuente: Elaboración propia. Pot: Potencial

82

En este trabajo se considera que tanto la demanda potencial agregada de pasajeros estimada, como la de carga, son estables a lo largo del tiempo. La Tabla 2 muestra la estimación de las demandas potenciales.

Tabla 2. Escenario actual 2017 y demanda potencial de viajes de pasajeros y carga

Trayecto	Pasajeros				Mercancías [toneladas]			
	Escenario Actual 2017		Escenario potencial		Escenario actual 2017		Escenario potencial	
	Mar	Aire	Mar	Aire	Mar	Aire	Mar	Aire
Canarias-Madeira	20.456	35.957	62.364	187.092	31	0	65.872	165
Canarias-Azores	0	9.628	697	13.248	10	0	60.469	4
Canarias-Cabo V.	0	19.701	1.760	33.442	65.980	34	65.980	34
Madeira-Azores	0	38.244	1.912	36.332	15.346	38	15.346	2
Madeira-Cabo V.	0	0	0	1.118	0	0	2.208	0
Azores-Cabo V.	0	10.800	0	10.800	0	0	2.101	0

Fuente: Elaboración propia a partir de AENA (2018), APRAM (2018), Puertos del Estado (2007-2017), Portos dos Açores (2018), Aeroportos e Segurança Aérea (2017), ENAPOR (2017) y ANAC (2017).

Los resultados de la Tabla 2 ya indican la existencia de ciertas demandas insatisfechas. Esta insuficiencia es especialmente relevante en el caso del trayecto Canarias-Madeira para pasajeros, lo que puede ser explicado por el intenso tráfico de cruceros que incluyen a estos archipiélagos en sus circuitos, cruceros que no se incluyen en la estimación de la demanda actual de pasajeros. También es notoria la insuficiencia en los tramos Canarias-Azores y Canarias-Madeira en cuanto al transporte de mercancías.



3. ANÁLISIS DE LOS EXCEDENTES EN EL TRANSPORTE INTERISULAR

Para poder evaluar si la demanda potencial estimada justifica el coste social de poner en funcionamiento nuevas conexiones por aire y mar entre los cuatro archipiélagos, o bien el fortalecimiento de las conexiones actuales, es decir, si el proyecto de ampliar los servicios resulta o no ser socialmente rentable, se desarrolla y aplica un Análisis Coste-Beneficio (ACB) con algunas hipótesis simplificadoras. Se va a utilizar el Análisis Coste-Beneficio para evaluar la variación de los excedentes de los consumidores y empresas que intervienen en estas conexiones. Si la variación de estos excedentes es positiva aumentará el bienestar de consumidores y empresas, respectivamente; en caso contrario disminuirá su bienestar. Esto se traduce en que los proyectos serán socialmente rentables cuando su valor social presente descontado o valor actualizado neto social (*VANs*) es positivo. Considerando los beneficios (*BS*) y costes (*CS*) sociales, más el coste de la inversión inicial del proyecto, valorando todo al coste social de oportunidad, el *VAN* social de un proyecto se expresa como:

83

$$VAN_s = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{BS_t - CS_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Donde *t* es el número de anualidades y *T* el número de años de vida útil del proyecto que, en el caso de los transportes aéreo y marítimo, la Comisión Europea establece en 25 años (en nuestro caso, el período 2017-2042); *i* es la tasa social de descuento, *I*₀ es el coste de la inversión inicial a realizar, *BS*_{*t*} son los beneficios sociales en el período *t*, que contienen los beneficios privados más las variaciones causadas en el bienestar de consumidores y productores y *CS*_{*t*} los costes sociales en el período *t*. La variación del bienestar de los consumidores está comprendida entre la llamada variación equivalente y la variación compensatoria y su valor es equivalente al área contenida bajo la curva de demanda hicksiana o compensada. Dado que el error cometido al asimilar el valor de este área al área bajo la curva de demanda marshalliana o curva demanda-precio es muy pequeño, habitualmente la variación del bienestar de los consumidores se mide por la variación de su excedente neto, e igualmente, la variación del bienestar de los productores se mide por la variación del excedente neto del productor, que es el área entre la curva de oferta y el eje de ordenadas, siempre que el mercado posea funciones de oferta y demanda explícitas, medición que también coincide con la diferencia entre los ingresos y los costes variables, o bien, el área comprendida entre los costes marginales y los ingresos medios.

Estructura del mercado: En nuestro caso, tanto en el transporte de pasajeros como en el de mercancías, entre los cuatro archipiélagos concurren o han concurrido en cada tramo fundamentalmente dos empresas, una de las cuales lleva a cabo el transporte aéreo y la

otra el marítimo. De esta forma, entre Canarias y Madeira han competido las compañías BINTER (transporte aéreo) y el consorcio SOUSA & ARMAS (transporte marítimo); entre Madeira y Azores compiten SATA (aéreo) y el consorcio SOUSA & ARMAS; y entre Canarias y Cabo Verde han competido básicamente las compañías BINTER (aéreo) y BOLUDA (marítimo). Se puede considerar entonces que, para cada tramo, la estructura de mercado es un duopolio en el que las empresas comienzan seleccionando las respectivas tarifas de acuerdo con sus costes y suministran un producto hasta cierto punto homogéneo para cada tipo de transporte (viajes de pasajeros, o bien, de mercancías).

Desde este punto de vista consideraremos en esta investigación que la competencia en este mercado es imperfecta, tipo duopolio de (Bertrand, 1883: 499-508), donde ambas empresas se enfrentan a un sólo mercado, es decir, a la misma curva de demanda de mercado. El equilibrio del modelo de Bertrand para las dos empresas, 1 y 2, se obtiene cuando los precios que imponen ambas empresas interdependientes terminan igualándose simultáneamente a un mismo coste marginal²: $p_1 = p_2 = C'$. Por lo tanto, cuando el producto es homogéneo, la solución de Bertrand coincide con la de un mercado de competencia perfecta en el que sólo hay dos empresas.

84

En este sentido y aunque la competencia sea imperfecta, la función de oferta de cada empresa será la respectiva función de coste marginal en su rama creciente desde el mínimo de los costes variables medios, y la función de oferta de la industria será la suma horizontal (en cantidades) de las ofertas individuales. Por lo tanto, suponer un equilibrio tipo Bertrand tiene la ventaja de aproximarse al equilibrio de un mercado competitivo, en el que los precios reflejan el coste de oportunidad porque se hacen coincidir con los costes marginales.

En la estructura de mercado mencionada están definidas las curvas de oferta y demanda, y se puede aproximar el beneficio social o excedente social (BS_t) por la suma de los excedentes de los consumidores y de los productores: $BS_t = EC_t + EP_t$ en un mercado donde q es el número de viajes efectuados por los pasajeros y las toneladas de carga, siendo p el precio unitario o tarifa del transporte. Los precios, así como los costes de inversión y de mantenimiento se deben valorar al coste social de oportunidad, para lo cual se debieran calcular los precios sombra que reflejen el valor de los costes marginales. Con el objeto de simplificar el cálculo del excedente social, supondremos que la oferta y la demanda de mercado se pueden ajustar linealmente.

La determinación de la demanda potencial de viajes de pasajeros y de mercancías entre los archipiélagos considerados se lleva a cabo mediante el ajuste y calibración del modelo de gravedad mencionado, pero con respecto a la extracción de las funciones de demanda, suponemos que existen tres tipos de demandas relacionadas con el tráfico entre los archipiélagos: 1) la de los consumidores residentes; 2) la de los consumidores turistas, que posteriormente se agregará a la de los residentes y 3) la demanda de tráfico de



mercancías.

Función de demanda de transporte de pasajeros: No es trivial poder formalizar funciones de demanda que sean totalmente consistentes con la Teoría Microeconómica y que por tanto garanticen el cumplimiento de las propiedades que aseguren que la función de demanda proceda de una función de utilidad concreta, al tiempo que la función de demanda pueda ser fácilmente estimada a partir de datos. Algunos intentos se han llevado a cabo mediante la obtención de sistemas completos de demanda como en el modelo de Rotterdam (Theil, 1965: 67-87), el modelo Translog (Christensen et al, 1975: 367-383), o el modelo AIDS³ (Deaton & Muellbauer, 1980: 312-326), más algunos otros sistemas completos e incompletos de demanda. Dado que la idea subyacente en este artículo es la determinación de los excedentes del productor y consumidor resulta inconveniente en este trabajo el uso de estos modelos mencionados porque sus variables figuran en logaritmos y sus coeficientes a estimar no reflejan pendientes sino elasticidades.

En el presente trabajo supondremos por simplicidad funciones de demanda lineales derivadas de una función de utilidad con preferencias cuasi-lineales, lo que implica que el valor del excedente del consumidor coincida con el valor de la variación compensatoria y con el valor de la variación equivalente, significando esto que la variación del excedente del consumidor resulte ser una medida fiable de la variación del bienestar de los consumidores. Un trabajo pionero respecto a la obtención de funciones de demanda lineales fue llevado a cabo por (Stone, 1954: 511-527) en base a la utilización de funciones de utilidad tipo Stone-Geary en su modelo LES⁴.

85

La demanda de transporte de pasajeros es una demanda se deriva de la maximización de la utilidad de los consumidores cuando eligen entre tres bienes: ocio, trabajo y transporte, condicionado a dos tipos de restricciones: de tiempo y presupuestaria. El consumidor trabaja para conseguir bienes de consumo. Bajo el supuesto de que la cantidad de tiempo dedicado al ocio viene dada por estatutos laborales, podemos suponer que el consumidor termina eligiendo entre cantidades de un bien compuesto de consumo C y cantidades de transporte q según una función de utilidad que asumimos cuasi-lineal, del tipo:

$$U = C - \frac{b}{2} \left(\frac{a}{b} - q \right)^2 \quad (4)$$

Donde a y b son dos parámetros positivos. Suponiendo que el precio del bien compuesto de consumo C es unitario y que el precio por unidad de q es p , la maximización de la utilidad U condicionada a la restricción presupuestaria $m = C + pq$, donde m es la renta nominal del consumidor, implica que $U'_q / U'_C = p/1 = a - bq$, de donde $p = a - bq$ será la función inversa demanda-precio de los consumidores de viajes. El hecho de haber supuesto una función de utilidad cuasi-lineal tiene el efecto secundario de eliminar el efecto renta, con lo que en la función de demanda generalizada no va a aparecer la renta

monetaria disponible del consumidor (m). Sin embargo, m es una de las variables responsables de las traslaciones de la función inversa demanda-precio por no ser m constante en general, por lo que la función inversa de demanda generalizada de viajes de pasajeros que finalmente va a ser estimada tendrá la siguiente expresión general, en la que ε_t es una perturbación aleatoria y m la renta per cápita del país o región de procedencia de los pasajeros:

$$p_t = \lambda_0 - b \cdot q_t + \lambda_1 \cdot m_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

Función de demanda de transporte de mercancías: La función de demanda de transporte de mercancías es una demanda derivada de la maximización de los beneficios de los productores al considerar el transporte como un factor de producción. Supongamos que las empresas que producen el bien compuesto de consumo C están en competencia perfecta y que lo producen por medio de un factor de producción R de precio w por unidad y del transporte q de tarifa p , según una función de producción con isocuantas cuasi-lineales, del tipo:

$$C = R - \frac{b}{2} \left(\frac{a}{b} - q \right)^2 \quad (6)$$

86

Bajo los supuestos de que el precio del bien C sea unitario y que el mercado del factor R esté por simplicidad también en competencia perfecta, sabiendo que el precio p del transporte q viene dado, en este caso, por el coste marginal del modelo de Bertrand, los beneficios π del productor de C serán:

$$\pi = C(R, q) - wR - pq - c_f \quad (7)$$

Donde c_f son costes fijos y w el precio del factor R . Se supone que la empresa que produce el bien compuesto C maximiza el beneficio, por lo que $\pi'_q = 0 = C'_q - p$, donde por (6): $C'_q = a - bq$, de donde se deduce que: $p = a - bq$ resulta ser la función lineal inversa demanda-precio de transporte de mercancías. Al igual que en el caso anterior, la función inversa de demanda generalizada de mercancías que va a ser estimada puede contener variables explicativas relacionadas con los niveles de producción locales, provenientes del modelo de gravedad utilizado para la predicción de la demanda potencial, con lo que la función a estimar finalmente tendrá la siguiente expresión:

$$p_t = \mu_0 - b \cdot q_t + \mu_1 \cdot y_{it} + \mu_2 \cdot y_{jt} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Donde y_{it} e y_{jt} son los niveles respectivos de producción real (PIB real) en el período t en la isla i y en la isla j , entre las que se realiza el trayecto. La fundamentación económica para introducir esta variable como explicativa es que, si varía la producción real de las



islas origen y destino, variará en el mismo sentido el volumen de comercio exterior (exportaciones más importaciones), lo que a su vez causará variación en la demanda de viajes de mercancías, desplazando la función inversa de demanda.

Variación del beneficio social: aumentos y disminuciones del bienestar: Una vez estimadas las funciones inversas de oferta y demanda generalizadas para cada tramo y considerando niveles medios para m , y_{it} e y_{jt} , las funciones inversas demanda-precio y oferta-precio, que suponemos lineales, a partir de las cuales se extrae el excedente social, tendrán la siguiente expresión (Perea y Barreiro, 2015: 114-115):

$$\left. \begin{array}{l} \text{Oferta: } p = e + h \cdot q \\ \text{Demanda: } p = a - b \cdot q \end{array} \right\} \text{ de donde: } p = \frac{ah + be}{b + h}, \text{ y } q = \frac{a - e}{b + h}; \text{ El valor del excedente}$$

social total será:

$$ES = \frac{(a - e)^2}{2(b + h)} \quad (9)$$

donde a , b , e y h son los coeficientes a estimar que determinan las funciones lineales de oferta y demanda. El excedente social (ES) es la suma del excedente del consumidor (EC), más el excedente del productor (EP). Siguiendo a (Coto e Inglada, 2003), (De Rus et al., 2003), (EU, 2006: 96-98) y (De Rus, 2009: 187-210), hemos supuesto que: i) los precios p reflejan el coste de oportunidad, ya que coinciden con los costes marginales; ii) en principio no hemos considerado la existencia de impuestos ni subvenciones; iii) no hay mercados secundarios; iv) se asume que el valor de la tasa social de descuento es la calculada en (Florio y Maffi, 2008: 84-86) para la evaluación de proyectos en la Unión Europea durante el período comprendido entre 2008 y 2030, que es, para proyectos a realizar en España: $i = 0,06$; y para Portugal: $i = 0,05$; en el caso extracomunitario de Cabo Verde resulta: $i = 0,10$. v) Con el ánimo de simplificar el cálculo del excedente social y suponiendo la posibilidad de que en alguno de los tramos entre islas la estimación de la función inversa de oferta de mercado pueda arrojar una ordenada en el origen negativa, con la consiguiente complicación en el cálculo del excedente del productor, se ha decidido suponer que el coeficiente $e = 0$. Esto implica que en este trabajo el valor del excedente social total que suministra la ecuación (9) se expresará de ahora en adelante así:

$$ES = \frac{a^2}{2(b + h)} \quad (10)$$

Así mismo, la función inversa de oferta precio formulada en el desarrollo (9) quedará ahora como: $p = h \cdot q$. En estas condiciones, la cantidad q intercambiada en el mercado

se corresponde con $q = \frac{a}{b + h}$, y el precio de equilibrio será $p = \frac{ah}{b + h}$. El valor del

excedente del productor será $(1/2)pq$, es decir:

$$EP = \frac{a^2 h}{2(b+h)^2} \quad (11)$$

El excedente del consumidor se puede obtener restando del excedente social total el excedente del productor:

$$EC = \frac{a^2}{2(b+h)} \left(1 - \frac{h}{b+h} \right) \quad (12)$$

Las previsiones de demanda, calculadas mediante el modelo de gravedad anteriormente analizado, hace que aumenten o disminuyan los excedentes del escenario base, al modificarse la pendiente (b) de la función inversa de demanda precio. Según aumenten o disminuyan los consumidores de viajes en un trayecto concreto, siendo la demanda final la suma horizontal de las demandas individuales, que suponemos idénticas, sucederá que un aumento de los viajes causará una función inversa de demanda agregada más horizontal. Asumimos que la función inversa demanda-precio de mercado es la de los N_0 agentes del año base, es decir, $p = a - bq$. Si en el período t el número de agentes demandantes ha aumentado a N_t , siendo $N_t > N_0$, y suponemos que las demandas individuales son idénticas, entonces la función inversa de demanda habrá pasado a ser más horizontal y en el período t su expresión será: $p = a - b \left(\frac{N_0}{N_t} \right) q$. La variación que

habrá sufrido la pendiente b será $b \left(\frac{N_0}{N_t} \right) - b$, por lo que en este caso la variación sufrida por b , será: $\Delta b = \left(\frac{N_0}{N_t} - 1 \right) b$. Lo contrario sucederá si $N_t < N_0$. También, la demanda se

trasladará paralelamente a sí misma cuando se modifica el coeficiente (a) porque aumente o disminuya la renta nominal disponible de los potenciales pasajeros; o bien, en cuanto a los viajes de carga, según los flujos de las importaciones, que están en función del nivel de producción de los países y regiones. Por otro lado, las previsiones de costes influyen sobre la función de oferta del mercado haciendo también que aumenten o disminuyan los excedentes de consumidores y productores y, en nuestro modelo, haciendo variar la pendiente (h) de la función inversa de oferta-precio del escenario base según aumente o disminuya el precio de la energía, normalmente fósil, o el montante de pago a los factores de producción empleados, fundamentalmente el trabajo, o por posibles ahorros o desahorros en costes por cambios en el tamaño de flota.

También hay que añadir a los excedentes del escenario base la cuantificación monetaria, según su precio sombra, de la variación que sufren diversas externalidades, muchas de las cuales no tienen mercado, y que repercutirán en variaciones de los coeficientes de la



función inversa de demanda (a) o en el coeficiente de la función inversa de oferta (h). Afectan a la función de demanda la reducción o aumento en los tiempos de viaje para pasajeros y mercancías, o la reducción o aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero⁵, contaminación acústica y congestión, mientras repercuten en la función de oferta la reducción o aumento en los costes de posibles accidentes. Por lo tanto, la variación de estas externalidades, a las que llamaremos X , causará variación en los parámetros a , y h afectando por tanto al excedente total (ES). De la ecuación (10) podemos deducir que $a = \sqrt{2(b+h)ES}$ y $h = \frac{a^2}{2ES} - b$, por lo que, derivando parcialmente estas expresiones respecto a X mediante función de función, podemos conocer lo que varían los coeficientes a y h cuando varían las externalidades X , es decir:

$$\begin{aligned}\frac{\partial a}{\partial X} &= \frac{\partial a}{\partial ES} \cdot \frac{\partial ES}{\partial X} = \left(\frac{b+h}{a} \right) \cdot \frac{\partial ES}{\partial X} \\ \frac{\partial h}{\partial X} &= \frac{\partial h}{\partial ES} \cdot \frac{\partial ES}{\partial X} = -2 \left(\frac{b+h}{a} \right)^2 \cdot \frac{\partial ES}{\partial X}\end{aligned}\tag{13}$$

89

Considerando la variación de los excedentes, si las funciones de oferta y demanda son lineales, el valor actualizado neto social (VAN_s) suministrado por la ecuación (3) se puede expresar como:

$$VAN_s = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{\Delta(EC_t) + \Delta(EP_t)}{(1+i)^t}\tag{14}$$

Cuyo valor deberá ser positivo para poder afirmar que el proyecto pueda ser aceptado por ser socialmente rentable. Otro criterio adicional para verificar si aceptar o rechazar el proyecto es el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto. La TIR es la tasa de descuento i que resulta de igualar a cero las ecuaciones (3) o (14). Los criterios para aceptar un proyecto son 1) $VAN_s > 0$, junto con 2) $TIR > i$. Si hay contradicción entre los dos criterios prima el criterio $VAN_s > 0$.

Variación de los excedentes del productor y consumidor: A partir de las ecuaciones (11) y (12) se pueden calcular las variaciones de los excedentes del productor y consumidor conforme varían los parámetros a , b y h , debido a la presencia de externalidades, así como a la variación en la demanda de viajes, sin más que derivar parcialmente los excedentes del consumidor y del productor respecto a estos parámetros. Los resultados se recogen en la Tabla 3.

La pendiente h de la función de oferta se obtiene linealizando la suma horizontal de las curvas de costes marginales de las empresas SOUSA & ARMAS, BINTER, SATA y BOLUDA según compitan en cada tramo, ya que se ha supuesto que funcionan en régimen de duopolio de Bertrand en cada trayecto. Estas curvas de costes marginales se

obtienen a partir las curvas de los costes variables de cada empresa para todas las rutas donde opere la empresa.

Tabla 3. Variación de los excedentes ante cambios en los coeficientes a , b y h

Variación en	$\Delta(\text{Excedente del Productor})$	$\Delta(\text{Excedente del Consumidor})$
h	$\Delta EP = \frac{a^2(b-h)}{2(b+h)^3} \Delta h$	$\Delta EC = \left(\frac{a}{b+h}\right)^2 \left(\frac{h}{b+h} - 1\right) \Delta h$
a	$\Delta EP = \frac{ah}{(b+h)^2} \Delta a$	$\Delta EC = \left(\frac{a}{b+h}\right) \left(1 - \frac{h}{b+h}\right) \Delta a$
b	$\Delta EP = -\frac{a^2 h}{(b+h)^3} \Delta b$	$\Delta EC = \left(\frac{a}{b+h}\right)^2 \left(\frac{h}{b+h} - 0,5\right) \Delta b$

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de costes variables se obtienen de las empresas correspondientes a partir del gasto en combustible, masa salarial y tasas en función de la carga, durante el período 2007-2017. Las tarifas (p) y demás datos oficiales provienen de las bases de datos de (AENA, 2018: 1-2), (ANA, 2018: 6-13), (APRAM, 2018: 1-2), (ANAC, 2017: 77-94), (Portos dos Açores, 2018: 87-96), (ENAPOR, 2017: 60-69) y (Puertos del Estado, 2007-2017). Las estimaciones de las funciones inversas de demanda-precio (5) y (8) se han efectuado para cada tramo con datos anuales del período 2007-2017 mediante OLSQ-AR1⁶, lo que permite obtener directamente la pendiente b de la función inversa de demanda para cada trayecto.

La ordenada en el origen, a , correspondiente a la función inversa de demanda inicial de viajes de pasajeros se obtiene a partir de la estimación de la ecuación (5): $a = \hat{\lambda}_0 + \hat{\lambda}_1 \cdot \bar{m}$, donde $\hat{\lambda}_0$ y $\hat{\lambda}_1$ son los estimadores de λ_0 y λ_1 respectivamente, siendo $\bar{m}$ la renta per cápita media de los pasajeros de los países o islas de residencia que cubren ese trayecto en 2017 (año inicial del proyecto). En el caso de la ordenada en el origen, a , correspondiente a la función inversa de demanda inicial, de viajes de mercancías, se obtiene a partir de la estimación de la ecuación (8): $a = \hat{\mu}_0 + \hat{\mu}_1 \cdot y_i + \hat{\mu}_2 \cdot y_j$, donde $\hat{\mu}_0$, $\hat{\mu}_1$ y $\hat{\mu}_2$ son los estimadores de μ_0 , μ_1 y μ_2 respectivamente, siendo y_i y y_j las rentas reales (PIB real) de la isla de origen y de la isla de destino, en 2017 como año inicial.

4. BENEFICIOS SOCIALES EN EL TRANSPORTE INTERINSULAR

Los resultados del análisis anterior se muestran a continuación. La Tabla 4 contiene los coeficientes ya estimados h , a y b de las funciones inversas de oferta y demanda de viajes de pasajeros y mercancías para cada trayecto, coeficientes necesarios para el cálculo de los excedentes de consumidores y empresas de transporte.



Tabla 4. Coeficientes estimados de las funciones de oferta y demanda de viajes

Trayectos	Pasajeros			Mercancías		
	Demanda		Oferta	Demanda		Oferta
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>
Canarias - Madeira	538	0,00041	1,085	418	527	10,852
Canarias - Azores	31	0,00039	0,394	85	501	3,939
Canarias - Cabo Verde	87	0,00040	0,390	516	4666	3,905
Madeira - Azores	95	0,00097	0,582	436	546	5,815
Madeira - Cabo Verde	21	0,00041	0,307	24	28	3,069
Azores - Cabo Verde	312	0,00072	0,225	30	31	2,252

Fuente: Elaboración Propia

Observando en la Tabla 4 la pendiente *b* de la función inversa de demanda para cada itinerario, se puede inferir que la función es mucho más elástica para el transporte de pasajeros que para el de carga. En ello probablemente influya el hecho de que las mercancías entre islas se transportan casi exclusivamente en barco⁷, mientras que el transporte de pasajeros tiene más sustitutivos: barco, avión y cruceros. Hay que hacer notar que entre las islas normalmente la carga apenas se transporta en avión, pero si en barcos que suelen ser mixtos de carga y pasajeros, sistema denominado Ro-Pax.

91

En base a los coeficientes estimados de la Tabla 4 y considerando las ecuaciones (11), (12), así como la Tabla 3, podemos calcular los excedentes actualizados de consumidores y productores en el transporte interinsular de pasajeros y mercancías, así como sus variaciones. Los resultados están contenidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Suma actualizada de los excedentes EC y EP y su variación ΔEC y ΔEP

2017-42 Datos en € 2017	Pasajeros				Mercancías			
	Escenario base		Escenario potencial		Escenario base		Escenario potencial	
	EC	EP	ΔEC	ΔEP	EC	EP	ΔEC	ΔEP
Canarias Madeira	720	1.885.887	-40.858	-35.169.609	2.253	46	118.488.070	-38.418.293
Canarias Azores	16	16.786	17.832	6.128.954	101	1	64.170.451	-21.097.320
Canarias Cabo Verde	114	112.022	29.107	9.528.023	328	1	-24.729.993	8.230.831
Madeira Azores	191	114.207	45.441	9.085.968	2.520	27	20.559.803	-6.757.288
Madeira Cabo Verde	11	7.789	2.465	619.972	100	11	66.566	-18.846
Azores Cabo Verde	8.213	2.572.917	0	0	151	11	62.766	-18.890

Fuente: Elaboración Propia. EC = Excedente del consumidor; EP = Excedente del productor.

La Tabla 5 muestra que tanto en el transporte de pasajeros como en el de mercancías, en el escenario actual o base, todos los excedentes de consumidores y productores resultan ser positivos en todos los itinerarios entre los archipiélagos. En la adecuación de la oferta a la demanda potencial mejora en todos los itinerarios el excedente del consumidor en cuanto al transporte de mercancías, excepto en el caso Canarias-Cabo Verde, que es el único tramo que tiene un escenario potencial con variación negativa en el excedente social, aunque positiva en el excedente del productor. En el resto de los casos empeora algo el excedente del productor en el escenario potencial, incluyendo el tramo Madeira-Azores⁸.

En cuanto al transporte de pasajeros hay un aumento del excedente social en todos los trayectos considerados, excepto en el itinerario Canarias-Madeira, que muestra variaciones negativas en los excedentes del productor y consumidor⁹. El trayecto Azores-Cabo Verde¹⁰ muestra las mismas características en el escenario potencial que en el inicial y por tanto no debería sufrir modificaciones en cuanto al transporte de pasajeros. Para establecer si las posibles actuaciones sobre los itinerarios que muestran variaciones positivas en sus excedentes pudieran resultar ser socialmente rentables, se aplican las ecuaciones (3) o (14), cuyos resultados se concretan en la Tabla 6.

92

Tabla 6. Rentabilidad social considerando o no la inversión inicial (I_0)

2017-2042 Datos en € 2017	$I_0 = 0 \text{ €}$	$I_0 > 0 \text{ €}$			
	VAN	I_0	VAN	TIR	Tasa social de Dto.
Canarias - Madeira	44.859.311	-40.000.000	4.859.311	6,1%	> 5,5%
Canarias - Azores	49.219.917	-39.000.000	10.219.917	7,4%	> 5,5%
Canarias - Cabo Verde	9.557.130	-7.000.000	3.557.130	5,9%	< 8,0%
Madeira - Azores	22.933.923	-18.000.000	4.933.923	7,0%	> 5,0%
Madeira - Cabo Verde	670.157	-536.000	134.157	9,3%	> 7,5%
Azores - Cabo Verde	43.875	-35.000	8.875	9,3%	> 7,5%

Fuente: Elaboración propia. Dto: Descuento.

En la segunda y terceras columnas de la Tabla 6 se incluye el VAN con inversión inicial (I_0) nula, lo que da una idea del tope máximo de la inversión inicial que se puede permitir realizar. Se muestran los valores propuestos para I_0 , cuantificados en un 80% del VAN sin I_0 . Esta cantidad sería de unos 40 millones de euros para el caso del itinerario Canarias-Madeira, lo que permitiría efectuar una pequeña ampliación del dique del puerto de Funchal y añadir una explanada en ese puerto. De los resultados mostrados en la Tabla 5 se puede deducir que en todos los trayectos el excedente social aumentaría significativamente en caso de explotarse las líneas con la oferta necesaria para llegar a abastecer la demanda potencial, excepto para el tramo Canarias-Madeira en lo referente al transporte de pasajeros y Canarias-Cabo Verde en mercancías. De la Tabla 6 se



desprende que para todos los itinerarios se obtiene un VAN social positivo y una tasa interna de retorno (TIR) superior a la tasa social de descuento, excepto para el tramo Canarias–Cabo Verde¹¹, donde aún con VAN positivo, la TIR resulta inferior a la tasa social de descuento y aunque en el caso del transporte de mercancías aumenta el excedente del productor, disminuye drásticamente el excedente del consumidor.

5. CONCLUSIONES

En esta investigación se ha estimado la demanda potencial de viajes de pasajeros y mercancías mediante transporte marítimo y aéreo entre los cuatro archipiélagos atlánticos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde y se ha analizado si puede resultar socialmente rentable o no ajustar a lo largo de los próximos 25 años la oferta actual a la demanda potencial estimada, que se supone estable.

La demanda potencial se ha estimado mediante modelos de gravedad y el estudio de la rentabilidad social del ajuste entre la oferta actual y la demanda potencial se ha llevado a cabo mediante un análisis coste beneficio a partir del que se ha evaluado la variación del excedente del consumidor y del productor para cada trayecto. La evaluación de la rentabilidad social del proyecto se ha llevado a cabo mediante el cálculo del valor actualizado neto (VAN) de la acumulación de los beneficios sociales a obtener durante ese tiempo, para cada trayecto, así como también se ha efectuado el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) para cada itinerario.

Los resultados obtenidos para el VAN y la TIR indican que la ampliación de la oferta de transporte puede resultar socialmente rentable en todos los casos puesto que para todos el VAN social es positivo, siendo también la TIR superior a la tasa social de descuento, excepto en el tramo Canarias–Cabo Verde. Más precisamente y considerando que el transporte de mercancías es fundamentalmente marítimo, sólo en la medida que se pueda subvencionar a las correspondientes navieras la ampliación de la oferta de transporte por mar sería socialmente rentable en todos los casos, excepto el tramo Canarias–Cabo Verde donde aun siendo positivo el excedente del productor y no necesitando por tanto subvención la empresa naviera, el del consumidor resulta ser fuertemente negativo probablemente debido a la existencia de externalidades medioambientales por contaminación. Una vez eliminadas estas externalidades negativas, el transporte marítimo de carga en este trayecto resultaría también socialmente rentable.

En cuanto al transporte aéreo, que básicamente es de pasajeros, debería aumentarse la oferta en todos los itinerarios, excepto en los tramos Canarias–Madeira y Azores–Cabo Verde. El itinerario aéreo Azores–Cabo Verde debe permanecer como está en la actualidad porque los excedentes no varían y en cuanto al tramo Canarias–Madeira, el aumento del servicio aéreo empeoraría los beneficios de la empresa de transporte y

también el bienestar de los consumidores, por lo que también debería permanecer como está en la actualidad. Por último, añadir que, vista la variación de los excedentes, el aumento del servicio aéreo en el tramo Canarias–Cabo Verde beneficiaría al consumidor sin que aumente el excedente de la empresa por lo que quizás este aumento del servicio, si tuviere lugar, debería prestarse por una compañía subvencionada.

La consideración y análisis de estos resultados podría ser de utilidad en la toma de decisiones sobre transporte interinsular entre estos archipiélagos atlánticos.

BIBLIOGRAFÍA

AENA (2004-2018): *Estadísticas de Tráfico*, ENAIRE, Ministerio de Fomento de España, Madrid.

AENA (2018): *Guía de Tarifas 2018 Servicios aeroportuarios básicos*, ENAIRE, Ministerio de Fomento de España, Madrid.

94

ALBERT, C. Y MALO, M.A. (1995): “Diferencias salariales y valoración de la vida humana en España”, *Moneda y Crédito*, Vol. 201, pg. 87-125.

ANA (2018): *Guia de Taxas Rede ANA*, Aeroportos de Portugal, Lisboa.

ANAC (2017): *Anuário da Aviação Civil 2007-2016*, Agência Nacional de Aviação Civil, Lisboa.

APRAM (2018): *Estatísticas de Tráfego*, Portos Da Madeira, Funchal.

AEROPORTOS E SEGURANÇA AÉREA (2017): *Boletim de Trafego Ano 2017*, ASA, Praia, Cabo Verde.

BATRA, A. (2004): “India’s global trade potential: The gravity model approach”, *Indian Council for Research on International Economic Relations* Working paper No. 151, New Delhi

BERTRAND, J. (1883): “Book review of theorie mathematique de la richesse sociale and of recherches sur les principes mathematiques de la theorie des richesses”, *Journal des Savants*, Vol. 67, pg. 499-508.

CHRISTENSEN, L.R., JORGENSEN, D.W. Y LAWRENCE, J.L. (1975): “Transcendental logarithmic utility functions”, *The American Economic Review*, Vol 65-3, pg. 367-383.

COMISIÓN EUROPEA (2011): *Libro Blanco: Hoja de Ruta hacia un Espacio Único de Transporte: por una Política de Transportes Competitiva*. European Commission, Brussels.



- COTO P. E INGLADA, V. (2003): "Social benefits of investment projects: The case for high-speed rail" en P. Coto (ed.), *Essays on Microeconomics and Industrial Organization*, Chapter 22, Springer-Verlag-Heidelberg. Germany.
- DEATON, A. Y MUELLBAUER, J. (1980): "An almost ideal demand system", *The American Economic Review*, Vol. 70-3, pg. 312-326.
- DE RUS, G., CAMPOS, J. Y NOMBELA, G. (2003): *Economía del Transporte*, Antoni Bosch, Barcelona.
- DE RUS, G. (2009): "La medición de la rentabilidad social de las infraestructuras de transporte", *Investigaciones Regionales*, nº14, pg.187-210.
- ENAPOR (2017): *Relatório & Contas*, Portos de Cabo Verde, Mindelo.
- EU (2006): *Orientación sobre la Metodología para Realizar Análisis Costes-Beneficios*, WP4, Directorate General Regional Policy, European Commission, Brussels.
- EYRING, V., ISAKSEN, I., BERNTSEN, T., COLLINS, W., CORBETT, J., ENDRESEN, O., GRAINGER, R., MOLDANOVA, J., SCHLAGER, H. Y STEVENSON, D. (2010): "Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping", *Atmospheric Environment*, Vol.44, pg. 4735–4771
- FLORIO, M. Y MAFFI, S. (2008): *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*. Evaluation Unit, Directorate General Regional Policy, European Commission, Brussels.
- GARCÍA-ÁLVAREZ, A. (2016): *La demanda en el transporte de viajeros. Generación, evolución y reparto modal*. Fundación de los ferrocarriles españoles, Madrid.
- GARÍN-MUÑOZ, T. (2006): "Inbound international tourism to Canary Islands: a dynamic panel data model", *Tourism Management*, Vol.27-2, pg. 281–291.
- GOLLNICK V. (2004): *Untersuchung zur Bewertung der transporteffizienz verschiedener Verkehrsmittel*, Doktorarbeit TU München.
- GROSCHKE, T., ROTHLAUF, F. Y HEINZL, A. (2007): "Gravity models for airline passenger volume estimation", *Journal of Air Transport Management*, Vol.13, pg. 175–183.
- GUNDELFINGER-CASAR, J. Y COTO-MILLÁN, P. (2018): "Measuring the main determinants of tourism flows to the Canary Islands from mainland Spain", *Journal of Air Transport Management* Vol.70, pg. 83–90
- GWILLIAM K. (1997): *The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects-Lessons from Recent Research*, World Bank, Washington, D.C.

- HERNÁNDEZ LUIS, J.A. (2002): “Temporal accessibility in archipelagos: inter-island shipping in the Canary Islands” *Journal of Transport Geography*, Vol. 10, pg. 231–239.
- HERNÁNDEZ LUIS, J.A. (2006): *El transporte aéreo en el contexto socioeconómico de Canarias*, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Biblioteca Universitaria de Canarias, Memoria Digital de Canarias, pg. 339-366.
- HERNÁNDEZ LUIS, J.A. (2018): “Diagnóstico del eje transinsular de transportes en el contexto de la integración territorial de Canarias” *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Vol.77, pg.549–580.
- ICAO (2016): *Carbon Emissions Calculator Methodology*, Version 9, United Nations, New York
- LEE, D., PITARI, G., GREWE, W., GIERENS, K., PENNER, J., PETZOLD, K., PRATHER, M. SCHUMANN, U., BAIS, A., BERNTSEN, T., IACHETTI, D., LIM, L. Y SAUSEN, R. (2010): “Transport impacts on atmosphere and climate: Aviation”, *Atmospheric Environment*, Vol.44, pg.4678–4734
- 96 LÓPEZ-GUZMÁN, T., ALECTOR, M., ORGAZ-AGÜERA, F. Y MARMOLEJO, J. (2015): “El turismo en Cabo Verde: Perfil y valoración del viajero”, *Estudios y Perspectivas del Turismo*, vol.24-3, Buenos Aires.
- MILLER, T. (2000): “Variations between countries in values of statistical life”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 34-2 pg. 169-188.
- ORTÚZAR, J.D. Y WILLUMSEN, L. (2008): *Modelos de Transporte*, PubliCan, Universidad de Cantabria, Santander.
- PEREA SARDÓN, F.J. Y BARREIRO PEREIRA, F. (2015): “Las previsiones de demanda y costes en los proyectos de infraestructuras de transporte en España y otros países de la Unión Europea”, *Revista Universitaria Europea*, Vol. 25, pg. 101-128.
- PORTOS DOS AÇORES (2018): *Relatório de Contas 2017*, Portos dos Açores, Ponta Delgada, Açores.
- PUERTOS DEL ESTADO (2007-2017): *Memorias Anuales*, Ministerio de Fomento de España, Madrid.
- RAMOS PÉREZ, D. (2001): *Transporte Aéreo, territorio e insularidad en Canarias*, Tauro Producciones, Madrid.
- REYNOLDS-FEIGHAN, A. (2016): “The impact of the great recession on Irish air travel: An intermodal accessibility analysis”, *Journal of Air Transport Management*, Vol. 51, pg. 1-18.



- RUTZ, W. Y COULL, J. (1996): "Inter-island passenger shipping in Indonesia: development of the system: present characteristics and future requirements", *Journal of Transport Geography*, Vol. 4-4, pg. 275-286.
- SEN, A. Y SMITH, T.E. (1995): *Gravity Models of Spatial Interaction Behavior*, Springer, Heidelberg.
- STEER DAVIES GLEAVE (2006): *Air and Rail Competition and Complementarity*, European Commission, London.
- STONE, R. (1954): "Linear expenditure systems and demand analysis: an application to the pattern of British demand". *The Economic Journal*. Vol. 64, pp. 511-527.
- THEIL, H. (1965): "The information approach to demand analysis", *Econometrica*, Vol. 33, pp. 67-87.
- TSEKERIS, T. (2009): "Dynamic analysis of air travel demand in competitive island markets", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 15-6, pg. 267-273.
- TZANNATOS, E. S. (2005): "Technical reliability of the Greek coastal passenger fleet" *Marine Policy*, Vol. 29-1, pg. 85-92. 97
- UHEREK, E., HALENKA, T., BORKEN, J., BALKANSKI, Y., BERNTSEN, T., BORREGO, C., GAUSS, M., HOOR, P., JUDA, K., LELIEVELD, J., MELAS, D., RYPDAL, K. Y SCHMID, S. (2010): "Transport impacts on atmosphere and climate: Land and transport", *Atmospheric Environment*, Vol. 44 pg. 4792-4816.
- UMWELTBUNDESAMT (2014): *Environmental Costs in the Energy and Transport Sectors, Background 2013*, Recommendations by the Federal Environment Agency, Berlin.

REFERENCIAS

- ¹ A pesar de haber solicitado sin éxito adhesión a la Unión Europea, Cabo Verde ha logrado alcanzar una serie de acuerdos con la unión. En 2007 se estableció un partenariado especial. Además, en 2008 se aprobó un acuerdo de movilidad especial. En consecuencia, Cabo Verde se ha podido beneficiar de los fondos de desarrollo FEDER-MAC, que son un acrónimo de Fondo Europeo de Desarrollo para Madeira, Azores y Canarias, despertando entre las empresas canarias un notable interés por el vecino meridional.
- ² Aunque los viajes marítimos y aéreos puedan ser cualitativamente diferentes, estamos suponiendo por simplicidad que la competencia es del tipo duopolio de Bertrand con producto homogéneo: viajes. De hecho, cuando la tarificación del transporte es óptima, el precio generalizado debe igualar al coste marginal social y, en ausencia de congestión, el precio debe igualar al coste marginal del vehículo y de la infraestructura.
- ³ Almost Ideal Demand System (Sistema de Demanda Casi Ideal).
- ⁴ Linear Expenditure System (Sistema Lineal de Gasto)

- ⁵ Según ICAO (2016), en el trayecto Gran Canaria–Madeira el avión emite 22,8 kg de CO₂ por pasajero mientras que el barco emite 52 kg de CO₂ por pasajero. Se emite 3,157 kg de CO₂ por kg de fuel/queroseno quemado.
- ⁶ Ordinary Least Squares with corrected autocorrelation through a first-order autoregressive process in residuals (Mínimos cuadrados ordinarios con corrección de la auto-correlación mediante un proceso auto-regresivo de primer orden en los residuos).
- ⁷ En cuanto al reparto modal, las mercancías deberían viajar en barco en la práctica totalidad por su menor coste/kg. La inmensa mayoría del pasaje viaja en avión, salvo en Canarias–Madeira.
- ⁸ En el caso de Madeira-Azores, ya existe una buena conexión aérea, con subvenciones a los residentes de los archipiélagos y sujeta al régimen de Obligación de Servicio Público con varios vuelos semanales, mientras que existe una línea de buques portacontenedores que realizan recorridos triangulares entra los puertos de Lisboa y Leixões (Oporto), Ponta Delgada y Canizal en Madeira.
- ⁹ Probablemente debido al incremento del coste social causado por las nuevas emisiones que se generarían ante el aumento del volumen de nuevos pasajeros a transportar.
- ¹⁰ La ruta de Cabo Verde a Ponta Delgada (Azores) se halla explotada durante todo el año con una conexión aérea semanal, la cual parece de momento suficiente. Además, parte del pasaje que utiliza esta conexión es con destinos norteamericanos, utilizando el aeropuerto portugués para cambiar de avión.
- ¹¹ En el trayecto Canarias-Cabo Verde, el tráfico de pasajeros actual se realiza prácticamente sólo por vía aérea, el cual se puede dividir en dos mercados. De un lado está el tráfico origen– destino, explotado originalmente por la aerolínea pública TACV, cuyo testigo ha sido tomado desde 2011 por Binter Canarias. Por otra parte, en Gran Canaria y Tenerife existe un importante tráfico de conexión hacia Cabo Verde desde el mercado emisor europeo. Parte de ese tráfico se ha perdido desde 2016.