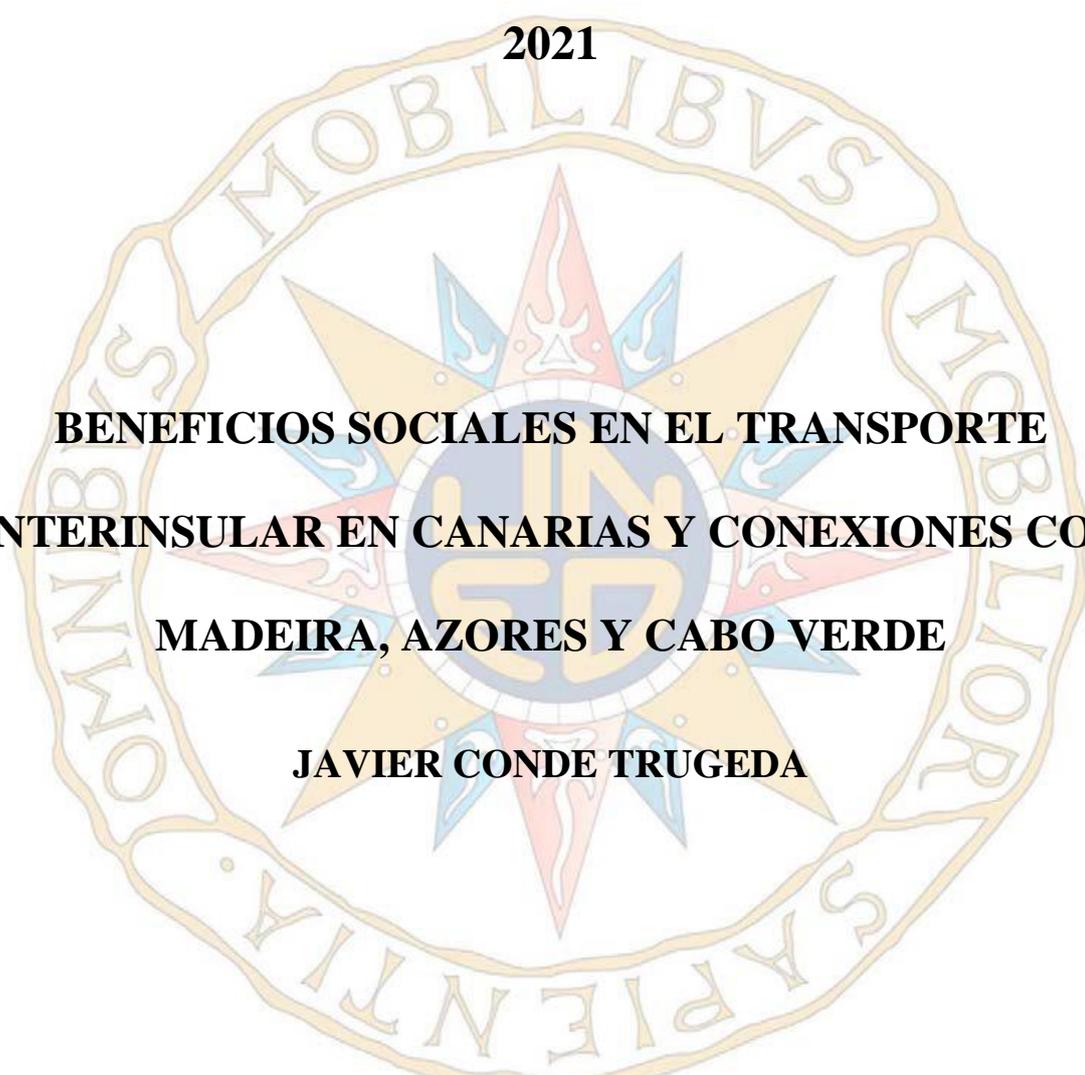


TESIS DOCTORAL

2021



**BENEFICIOS SOCIALES EN EL TRANSPORTE
INTERINSULAR EN CANARIAS Y CONEXIONES CON
MADEIRA, AZORES Y CABO VERDE**

JAVIER CONDE TRUGEDA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA Y EMPRESA

DIRECTOR: PROF. DR. FERNANDO BARREIRO PEREIRA

PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

Citar como: Conde, J. (2021): *Beneficios sociales en el transporte interinsular en Canarias, y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde*; UNED-Universidad Nacional de Educación a Distancia; España



Reconocimiento–No Comercial–Sin Obra Derivada (by-nc-nd):

No se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Análisis Económico

**Beneficios sociales en el transporte interinsular en
Canarias, y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde**

Autor:
Javier Conde Trugeda
Máster en Investigación en Economía
2016

Director:
Prof. Dr. Fernando Barreiro Pereira
Profesor Titular de Universidad

Agradecimientos

En primer lugar, deseo reconocer y agradecer al Dr. Fernando Barreiro, mi director de tesis, su papel en este trabajo. Lo conocí en 2015 en las asignaturas del máster de acceso al doctorado: *Macroeconomía y Microeconomía Espacial, transporte y evaluación de proyectos de inversión*. De la segunda surgió un pequeño trabajo que sería el germen de un Trabajo Fin de Máster y, más adelante, de la presente Tesis Doctoral. Desde entonces, y hasta ahora, Fernando me ha guiado y proporcionado un gran apoyo, destacando la publicación conjunta que constituye el armazón del núcleo de esta tesis. Su generosa dedicación, además de constituir un tiempo verdaderamente enriquecedor, ha sido indispensable para llevar a buen puerto esta tesis. Asimismo, quisiera agradecer al personal de la UNED por el apoyo que me han brindado en todo momento.

Por su ayuda en una etapa anterior, querría dar mi agradecimiento al Prof. Dr.-Ing. Volker Gollnick, director del *Institut für Lufttransportsysteme* (DLR / TUHH). En ese momento hice mi primer intento de cursar estudios de doctorado en los años 2013 y 2014 y él, además de ofrecerme un lugar para trabajar, sugirió que desarrollase su tesis¹ aplicándola a un marco español, algo se ha logrado finalmente. No querría abandonar esta universidad

¹ Gollnick (2008)

hanseática sin mencionar al Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz, que me admitió en el máster que dirigía pese a sus temores justificados y finalmente confirmados. Les expreso mis disculpas por haber abandonado un proyecto que tendría un coste personal muy elevado de haberlo proseguido con él.

En la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, deseo agradecer a Javier Mateo por haberme facilitado valiosa información estadística para empezar a trabajar en este proyecto, y a el entonces director, José Ángel Hernández, por haberme apoyado en aquel momento. De la misma manera debo hacerlo con la unidad de estadística de la Autoridad Portuaria de Las Palmas de Gran Canaria. Por último, quiero agradecer a Manuel Ortega, Director de Puertos Canarios, por sus aportaciones para orientar algunos aspectos de la Tesis Doctoral.

En lo que concierne a al transporte aéreo, quisiera expresar gratitud a mi empleador, Aena, por varios motivos. Primero, por la información facilitada desde la oficina EMMA para la caracterización del viajero interinsular; también a Mario Otero, director del Grupo Canarias, por su ayuda en la revisión de las inversiones aeroportuarias. Por último, no quisiera dejar de mencionar el apoyo económico que me ha proporcionado la organización a través de las ayudas sociales para estudios de doctorado.

Finalmente quisiera recordar a Noemí y a mis padres, Jesús y Margarita, así como otras personas cercanas. Durante estos años esta Tesis Doctoral he renunciado a compartir un tiempo con ellos para dedicarlo a este proyecto; además ellos me han brindado su ayuda cuando ha estado en sus manos.

Índice General

AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE GENERAL.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS Y SIGLAS UTILIZADAS	VIII
SÍMBOLOS LATINOS Y UNIDADES	VIII
SÍMBOLOS GRIEGOS	XII
SUBÍNDICES	XIII
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	XVI
LISTA DE TABLAS.....	XIX
LISTA DE FIGURAS.....	XXIII
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. MOTIVACIÓN	1
1.2. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS	5
1.3. METODOLOGÍA DE LAS CONTRASTACIONES EMPÍRICAS	10
1.4. PRINCIPALES RESULTADOS	12
1.5. PRINCIPALES APORTACIONES.....	16
1.6. ALGUNAS LIMITACIONES DEL PRESENTE TRABAJO.....	19
1.7. LÍNEAS DE DESARROLLO FUTURO	24
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LA OFERTA DE TRANSPORTE ACTUAL.....	29
2.1. INTRODUCCIÓN AL ARCHIPIÉLAGO CANARIO	30
2.2. CANARIAS EN EL MARCO DE LA REGIÓN DE MACARONESIA	37
2.3. ESTADO DEL ARTE EN EL TRANSPORTE INTERINSULAR CANARIO	43
2.4. ANTECEDENTES DEL MERCADO DE TRANSPORTE INTERINSULAR ACTUAL.....	46
2.5. EL TRANSPORTE INTERINSULAR EN EL PERIODO 2007-2018.....	54
2.6. TRÁFICO ENTRE LOS ARCHIPIÉLAGOS DE LA MACARONESIA.....	88
2.7. REFLEXIONES FINALES.....	92

CAPÍTULO 3	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL Y POTENCIAL	93
3.1.	DEMANDA DEL TRANSPORTE DE PASAJEROS	94
3.2.	DEMANDA DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS	98
3.3.	DEMANDA DEL TRANSPORTE DE VEHÍCULOS EN RÉGIMEN DE PASAJE	100
3.4.	RESULTADOS	100
3.5.	ESTIMACIÓN DE LAS DEMANDAS POTENCIALES.....	102
3.6.	PREDICCIONES A LARGO PLAZO	130
3.7.	REFLEXIONES FINALES.....	134
CAPÍTULO 4	EXTERNALIDADES EN EL TRANSPORTE INTERINSULAR.....	135
4.1.	CONSIDERACIONES PREVIAS	136
4.2.	ACCIDENTALIDAD.....	138
4.3.	EMISIONES ATMOSFÉRICAS, RUIDO Y COSTES AGUAS ARRIBA	148
4.4.	SUBVENCIONES	166
4.5.	BENEFICIOS DE LOS EXPLOTADORES DE LAS INFRAESTRUCTURAS	179
4.6.	VALOR DEL TIEMPO	185
4.7.	CONSIDERACIONES FINALES	200
CAPÍTULO 5	RENTABILIDAD SOCIAL Y FINANCIERA DEL TRANSPORTE.....	201
5.1.	CONSIDERACIONES PREVIAS	202
5.2.	ESTRUCTURA DEL MERCADO	203
5.3.	ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE OFERTA	211
5.4.	VARIACIÓN DEL BENEFICIO SOCIAL: VARIACIONES DEL BIENESTAR.....	216
5.5.	VARIACIÓN DE LOS EXCEDENTES DEL PRODUCTOR Y CONSUMIDOR.....	221
5.6.	CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD SOCIAL	223
5.7.	RESUMEN DE LOS ESCENARIOS CONSIDERADOS	225
5.8.	RESULTADOS EMPÍRICOS DE LAS VARIACIONES DE BIENESTAR	232
5.9.	ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES INICIALES NECESARIAS	246
5.10.	RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL	250
5.11.	BENEFICIO ECONÓMICO DE LOS PRODUCTORES.....	255

5.12.	DIRECTRICES DE ACTUACIÓN PARA ESCENARIO FUTURO	263
5.13.	CONSIDERACIONES FINALES	266
CAPÍTULO 6	CONCLUSIONES.....	267
BIBLIOGRAFÍA GENERAL		269
APÉNDICE 1	ESTIMACIÓN DEL COSTE GENERALIZADO	283
A1.1	RESULTADOS	286
APÉNDICE 2	CUANTIFICACIÓN DE INVERSIONES.....	295
A2.1	CUANTIFICACIÓN DE OBRAS DE AMPLIACIÓN EN AEROPUERTOS	295
A2.2	CUANTIFICACIÓN OBRAS DE ADECUACIÓN EN LOS PUERTOS	296
A2.3	AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE PLAYA BLANCA.....	300
A2.4	AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE ARGUINEGUÍN / EL PAJAR	300
A2.5	PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL PUERTO DE LOS CRISTIANOS	302
APÉNDICE 3	ESTUDIO DE POSIBLES NUEVAS RUTAS.....	306
A3.1	TENERIFE-GRAN CANARIA	306
A3.2	TENERIFE -LA PALMA.....	314
A3.3	TENERIFE-LA GOMERA.....	317
A3.4	GRAN CANARIA-LANZAROTE	317
A3.5	FUERTEVENTURA-LANZAROTE.....	320
A3.6	OTRAS OPCIONES PARA MEJORAR LA CONECTIVIDAD	321
A3.7	MEJORA DE LAS COMUNICACIONES CON OTROS CONTINENTES.....	323

Lista de símbolos, abreviaturas y siglas utilizadas

Símbolos latinos y unidades

a	precio de reserva en la función inversa de demanda, aceleración
A	cuantía básica en tasas portuarias
acel	aceleración
an	ancho
<i>AF</i>	área frontal
b	pendiente de la función inversa de demanda linealizada
B	cuantía básica en tasas portuarias
BC	bien compuesto de consumo
bon	bonificador
BS	beneficio social
c	costes, elemento de carga
C	costes, coeficiente en tasas portuarias
CA	coste de acceso
CB	cuantía básica
CF	costes fijos
CG	coste generalizado
cmg	costes marginales (por unidad transportada – kilómetro)
CMG	costes marginales (por unidad transportada)
CO ₂	dióxido de carbono
CO	monóxido de carbono
CR	coeficiente de resistencia

CS	costes sociales
cte	constante
cu	coste unitario
d	distancia
EC	excedente del consumidor
EP	excedente del productor
ES	excedente (incluyendo externalidades)
EUR	Euros
E(X)	efectos externos sobre el excedente social
FC	fondo de compensación portuario
FO	factor de ocupación
fw	peso del combustible consumido por pasajero (para un trayecto)
FW	peso del combustible consumido (para un trayecto)
g	ordenada en el origen en la función de costes marginales linealizada, gramo
gv	constante gravitacional
Gij	pseudoconstante gravitatoria (afinidad cultural / facilidad de comercio)
GT	arqueo bruto del buque (según el sistema recomendado por la OMI)
h	pendiente de la función de demanda linealizada
ha	hectárea-
HC	hidrocarburos no completamente quemados
i	tipo de interés nominal
I_0	Inversión inicial en un proyecto
IN	ingresos
l	litro
long	longitud

k	constante
kg	kilogramo
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
IMD	índice medio diario
k	constante (modelo de gravedad)
KAP	capacidad
μ	margen sobre coste marginal, coeficiente de mejora
μm	micra
m	masa, renta nominal disponible per cápita, metro
\dot{m}	gasto másico (consumo de combustible kg)
M	relativo a cuantía básica de tasas portuaria de mercancías
MEUR	millones de euros
min	minuto
N	cantidad
NO _x	óxidos de nitrógeno
NP	número de periodos
NV	número de víctimas
PB	<i>payback</i> o periodo retornos de la inversión
PIB	producto interior bruto
pkm	pasajero-kilómetro
PL	carga de pago
PM-X	material particulado (contaminación por partículas)
PO	población
prob	probabilidad

PT	población turística / volumen de turistas
q	cantidad
RES	relativo recepción de residuos (puertos)
R	cantidad de factor de producción
S	cuantía básica en tasas portuarias
SUP	superficie
SFC	consumo específico de combustible
SL	salario
SO ₂	dióxido de azufre
SV	subvención
t	tonelada, tiempo, subíndice para trayectos
T	tasas o tarifas públicas
TAE	tasa anual equivalente
tkm	tonelada kilómetro
U	utilidad
USD	dólares estadounidenses
V	Valor
\dot{V}	gasto volumétrico (consumo de combustible litros)
VD	periodo de cómputo vida activa
vm	valor monetario
w	coeficiente de ponderación/peso relativo
w _f	precio de factor de producción
x	peso relativo (cuando <i>w</i> está ya en uso), variable
y	renta real
Y	renta nominal

Símbolos griegos

α	exponente en modelo de gravedad
β	exponente de modelo de gravedad
γ	ángulo pendiente,
δ	densidad
Δ	incremento
ε	término de perturbación aleatoria en una regresión
η	rendimiento (mecánico, motor o propulsivo)
λ_i	parámetros de la función de demanda
ξ	producto de producto de σ (coef. de subvención) y μ (margen precio)
π	beneficio empresarial
ρ	tasa de retorno
ς	ordenada en el origen curva de costes marginales por unidad de distancia
ζ	índice de mejora de eficiencia en los motores de combustión
σ	coeficiente de subvención al pasajero
φ	índice de emisiones para vehículos terrestres
χ	pendiente curva costes marginales por unidad de distancia
ψ	valoración de la vida en el método de las primas salariales por riesgo
ω	ratio de vehículos por pasajero transportados en transporte marítimo

Subíndices

100%	correspondiente a la tarifa completa (frente a la subvencionada)
acceso	acceso (frente a trayecto principal)
aer	aerodinámica
ap	autoridad portuaria
apto	aeropuerto
AT7	ATR 72 (subíndice correspondiente al avión ATR 72)
ate	aterrizaje
aux	auxiliar
b	buque
can	canarias
<i>carga</i>	carga
cur	curva
dest	destino
e	empresa
eff	efectivo
el	eléctrico
eq	equilibrio
esp	relativo a España
est	estacionamiento
F	fuerza
fc	Fondo de Compensación Interportuario
fin	financiero
grav	gravitacional

i	subíndice genérico
ij	subíndice compuesto para expresar entre los lugares <i>i</i> y <i>j</i>
int	trayecto interurbano (autopista/autovía)
inter	interinsular
j	subíndice genérico
k	subíndice genérico, tipo de víctima
ker	keroseno
l	libre de carbono
m	muerte (probabilidad de morir en accidente)
macar	Macaronesia
mod	modo
na	Naviera Armas
nav	navegación
o	viajero en modo de ocio
ocup	ocupación del territorio
ori	origen
otros	otros
p	subíndice elemento de pasaje o de población, precio
pax	pasajeros
pc	per cápita
PCAN	Puertos Canarios
pcomb	producto de combustión
pl	factor de carga del pasaje sobre la carga de pago
pmr	personas con movilidad reducida
pot	potencial

pto	puerto
reg	regular
res	residuos
res	residente
rm1	trayecto rural montañoso
rm2	trayecto rural muy montañoso
rod	rodadura
rur	trayecto rural
s	social
sec	seguridad
seg	segmento
sem	semanal
sub	subvención
t	subíndice para periodo temporal
taxi	taxi
tmcd	transporte marítimo de corta distancia
trab	trabajo
tray	subíndice para trayectos
tot	total
tur	turismo, turístico, turista
urb	trayecto urbano
veh	Vehículo (en régimen de pasaje)

Abreviaturas y Acrónimos

ACB	análisis coste-beneficio
ADIF	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
Aena	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AESA	Agencia Española de Seguridad Aérea
ANA	Aeroportos de Portugal (Portugal)
ANAC	Autoridade Nacional de Aviação Civil (Portugal)
APRAM	Autoridade Portuaria de la Região de Madeira
AP	Autoridad portuaria
Apto.	aeropuerto
ASA	Aeroportos e Segurança Aerea (Cabo Verde)
BAI	Beneficio antes de impuestos
B/C	ratio beneficio-coste
BOE	Boletín Oficial del Estado
BOC	Boletín Oficial de Canarias
BVWP	<i>Bundesverkehrswegeplan</i> (Plan federal alemán de infraestructuras)
Config.	configuración
DGT	Dirección General de Tráfico (España)
DLR	<i>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt</i> (Centro Aeroespacial Alemán)
DORA	Documento de Regulación Aeroportuaria (España)
EBITDA	<i>earnings before interests taxes depreciation and amortization</i>
EEE	Espacio Económico Europeo
EMMA	Encuesta de movilidad del modo aéreo
ENAPOR	Empresa Nacional de Administração dos Portos (Cabo Verde)

Enaire	Entidad Pública Empresarial Gestora de la Navegación Aérea en España
ETIT	Eje transinsular de transportes (de Canarias)
ext.	externalidades
IMF	Fondo Monetario Internacional
INE	Instituto Nacional de Estadística (España, Portugal o Cabo Verde)
ISTAC	Instituto Canario de Estadística
ITV	Inspección Técnica de Vehículos
IVTM	Impuesto de Vehículos de Tracción Mecánica
IATA	Asociación del Transporte Aéreo Internacional
ICAO	Organización de la Aviación Civil Internacional (acrónimo en inglés)
OACI	Organización de la Aviación Civil Internacional (acrónimo en español)
OMI	Organización Marítima Internacional (acrónimo en español)
OSP	Obligación de Servicio Público
PMR	Persona con movilidad reducida
P°	Puerto
Ro-Ro	buque <i>roll-on roll-off</i> (con rampa para acceso de vehículos de ruedas)
Ro-Pax	buque Ro-Ro mixto de pasajeros y carga rodada
TEN-T	<i>Transeuropean Network-Transport</i> (Red Transeuropea de Transportes)
TIR	tasa interna de retorno
TMCD	Transporte marítimo de corta distancia
TUHH	<i>Technische Universität Hamburg</i> (Universidad Técnica de Hamburgo)
UTA	Unidad de tráfico aéreo
UTM	Unidad de tráfico marítimo
VAN	valor actual neto
VST	Valor subjetivo del tiempo

WTO

World Tourism Organization (Organización Mundial del Turismo)

Lista de Tablas

Tabla 1 Caracterización de los archipiélagos de la Macaronesia con cifras de 2017	41
Tabla 2 Magnitudes del turismo y transporte aéreo de pasajeros (2017)	41
Tabla 3 Intensidad del transporte marítimo de pasajeros en los archipiélagos (2017)	43
Tabla 4 Cuotas de mercado Tenerife-Gran Canaria: jet-foil, avión y ferry	50
Tabla 5 Coeficientes de las funciones de demanda (Islas Canarias)	101
Tabla 6 Coeficientes de las funciones de demanda entre los cuatro archipiélagos.....	102
Tabla 7 Pseudoconstante gravitatoria <i>Gij</i> en el modelo de gravedad para pasajeros	104
Tabla 8 Pseudoconstante gravitatoria <i>Gij</i> en el modelo para mercancías	110
Tabla 9 Estimación de cruceristas entre los archipiélagos en el año 2017	123
Tabla 10 Evolución de magnitudes relevantes con el año 2018 como base 100.	130
Tabla 11 Demandas actuales y potenciales para los pasajeros residentes y turistas.....	132
Tabla 12 Demandas anuales actuales y potenciales de mercancías y vehículos.....	133
Tabla 13 Parámetros para el cálculo de los efectos de la accidentalidad en Canarias.....	143
Tabla 14 Valor monetario del coste de la accidentalidad	145
Tabla 15 Coste monetario de la accidentalidad por buque de la Naviera Armas.	146
Tabla 16 Coste monetario de la accidentalidad por buque de Fred. Olsen Express.	147
Tabla 17 Emisiones y valor monetario de la contaminación por kg de queroseno.....	150
Tabla 18 Consumos de combustible por pasajero para el modo marítimo.	152
Tabla 19 Valor monetario de las emisiones de gases para combustible marítimo	153
Tabla 20 Consumo de vehículos por tipo de carretera.....	156
Tabla 21 Valores monetarios de las emisiones por vehículo y su carga de pago	157
Tabla 22 Valores monetarios medios por el impacto del ruido (EUR 2018).....	160
Tabla 23 Valores monetarios medios por el impacto del ruido (EUR 2018).....	160

Tabla 24 Desglose de los costes de ocupación del territorio cuocup (EUR 2018).....	161
Tabla 25 Costes de ocupación del territorio para los aeropuertos	162
Tabla 26 Costes de ocupación del territorio para los puertos	163
Tabla 27 Valores para estimar los costes de ocupación de territorio (acceso terrestre) ..	165
Tabla 28 Rebaja de tasas aeroportuarias por pasajero en los vuelos interinsulares.....	173
Tabla 29 Valor del tiempo por fase del viaje en avión en EE. UU.....	192
Tabla 30 Tiempo de acceso en minutos para puertos y aeropuertos.....	194
Tabla 31 Valor del tiempo según la distancia del viaje en EUR	196
Tabla 32 VST para pasajero residente canario según la distancia y motivo.....	197
Tabla 33 Valor del tiempo: avión en función de la fase del viaje y tipo de viajero.....	198
Tabla 34 Valor del tiempo: fast-ferry en función de la fase del viaje y tipo de viajero. .	198
Tabla 35 Valor del tiempo: avión en función de la fase del viaje y tipo de viajero.....	199
Tabla 36 Operadores por ruta e Índice de Lerner <i>IL</i> (Canarias, año 2018)	204
Tabla 37 Operadores por ruta e Índice de Lerner <i>IL</i> (Macaronesia, año 2018).....	208
Tabla 38 Pendientes χ de la curva de costes marginales.....	215
Tabla 39 Ordenada en origen g en la curva de costes marginales	215
Tabla 40 Variación del excedente del productor ante cambios en a , b , g y h	222
Tabla 41 Variación del excedente del consumidor ante cambios en a , b , g y h	222
Tabla 42 Tasa social de descuento para proyectos de infraestructuras de transporte	225
Tabla 43 Escenarios base y futuro (Canarias: modo aéreo).....	228
Tabla 44 Escenarios modo marítimo: Canarias: pasajeros y vehículos (pasaje)	229
Tabla 45 Escenarios base y futuro modo marítimo (Canarias: mercancías).....	229
Tabla 46 Escenarios base y futuro (Macaronesia: mercancías, modo marítimo)	230
Tabla 47 Escenarios base y futuro (Macaronesia: pasajeros, modo marítimo)	230
Tabla 48 Escenarios base y futuro (Macaronesia: pasajeros, modo aéreo)	231

Tabla 49 Excedentes sociales escenario base y variaciones (Canarias: pasajeros avión)	242
Tabla 50 Excedentes escenario base y variaciones (Canarias: pasajeros barco)	243
Tabla 51 Excedentes escenario base y variaciones (Canarias: mercancías barco)	243
Tabla 52 Excedentes escenario base y variaciones (Canarias: total modo marítimo)	244
Tabla 53 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: pasajeros avión).....	244
Tabla 54 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: pasajeros barco).....	245
Tabla 55 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: mercancías barco)....	245
Tabla 56 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: total barco).....	245
Tabla 57 Resultados del análisis de rentabilidad social (Canarias: modo aéreo)	253
Tabla 58 Resultados del análisis de rentabilidad social (Canarias: modo marítimo)	254
Tabla 59 Análisis de rentabilidad social (Macaronesia: pasajeros, modo aéreo)	254
Tabla 60 Análisis de rentabilidad social (Macaronesia: modo marítimo)	254
Tabla 61 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Canarias, modo aéreo)	257
Tabla 62 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Canarias, modo marítimo)	258
Tabla 63 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Macaronesia, modo aéreo)	259
Tabla 64 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Macaronesia, modo marítimo)	259
Tabla 65 Rentabilidad financiera del transportista (Canarias, modo aéreo).....	261
Tabla 66 Rentabilidad financiera del transportista (Canarias, modo marítimo).....	262
Tabla 67 Rentabilidad financiera del transportista (Macaronesia, modo aéreo)	262
Tabla 68 Rentabilidad financiera del transportista (Macaronesia, modo marítimo)	262
Tabla 69 Acciones recomendadas para el escenario futuro (Canarias modo aéreo).....	264
Tabla 70 Acciones recomendadas en el escenario futuro (Canarias modo marítimo).....	264
Tabla 71 Acciones recomendadas en el escenario futuro (Macaronesia modo aéreo)	265
Tabla 72 Acciones recomendadas en el escenario futuro (Macaronesia marítimo)	265
Tabla 73 Tiempos [min] por segmento y trayecto (pasajero residente profesional).....	291

Tabla 74 Valor monetarizado del tiempo [EUR] por fase del viaje y tipo de viajero	292
Tabla 75 Coste pecuniario de los viajes por tipo de pasajero [EUR]	293
Tabla 76 Coste generalizado por tipo de pasajero [EUR].....	294
Tabla 77 Niveles de utilización de los aeropuertos	295
Tabla 78 Análisis cualitativo de capacidad de los puertos	297
Tabla 79 Estimación de inversiones necesarias por aeropuerto.....	298
Tabla 80 Estimación de inversiones necesarias por puerto	299
Tabla 81 Carga de pago según configuración y escenario (Tenerife-Gran Canaria).....	311
Tabla 82 Comparativa resultados de explotación Tenerife-Gran Canaria.....	312
Tabla 83 Comparación de excedentes y variaciones (Tenerife-Gran Canaria)	313
Tabla 84 Comparación de excedentes y variaciones (Tenerife-La Palma).....	313
Tabla 85 Comparación de excedentes y variaciones (Gran Canaria-Lanzarote).....	313
Tabla 86 Carga de pago según configuración y escenario (Tenerife-La Palma).....	316
Tabla 87 Comparativa resultados de explotación Tenerife-La Palma	316
Tabla 88 Carga de pago según configuración y escenario (Gran Canaria-Lanzarote)	319
Tabla 89 Comparativa resultados de explotación Gran Canaria-Lanzarote	320

Lista de Figuras

Figura 1 Localización de la población, plazas turísticas y actividad industrial-logística ..	35
Figura 2 Mapas detallados de las islas Canarias	36
Figura 3 Localización de los archipiélagos y transporte de pasajeros	37
Figura 4 Mapa del archipiélago de Madeira y detalle de la isla de Madeira	38
Figura 5 Mapa del archipiélago de Azores y detalle de la isla de São Miguel	39
Figura 6 Mapa del archipiélago de Cabo Verde y detalle de Isla de Sal y Santiago	40
Figura 7 Tráfico aéreo interinsular en el periodo 1960-2007 (pasajeros).....	47
Figura 8 Partición modal entre Tenerife y Gran Canaria de 1994 a 2004	51
Figura 9 Cuota de Islas Airways sobre la oferta de plazas por ruta (2004-2012).....	53
Figura 10 Evolución del precio medio de los pasajes aéreos interinsulares (1993-2012) .	54
Figura 11 Pasajeros directos transportados entre pares de islas (avión y barco).....	59
Figura 12 Puertos de Canarias según tipología funcional y de titularidad o gestión.	60
Figura 13 Puertos de Canarias y conexiones marítimas del año 2018.....	61
Figura 14 Volumen de pasajeros por aeropuerto, y en rutas aéreas interinsulares (2017)	62
Figura 15 Evolución demográfica del sur de Tenerife y el resto de la isla (2000-2018)...	64
Figura 16 Evolución demográfica en Gran Canaria: sur y resto de la isla (2000-2018) ...	64
Figura 17 Evolución demográfica en Fuerteventura y Lanzarote (2000-2018).....	65
Figura 18 Cuota modal del avión para transporte de pasajeros entre islas	67
Figura 19 Cuota modal del barco y duración de viaje en barco (año 2018)	69
Figura 20 Turismos y motos transportados por mar entre pares de islas	70
Figura 21 Vehículos por pasajero transportado en modo marítimo.....	72

Figura 22 Distribución de tipos de pasajero por trayecto en modos aéreo y marítimo	75
Figura 23 Estimación del flujo de excursionistas para el año 2014.....	77
Figura 24 Carga rodada transportada entre los puertos canarios (2018)	81
Figura 25 Carga rodada transportada por mar entre islas entre pares de islas	82
Figura 26 Carga aérea entre los aeropuertos canarios en 2018.....	85
Figura 27 Carga aérea transportadas en Tenerife (2007-2019)	86
Figura 28 Carga aérea transportadas en Gran Canaria (2007-2019).....	86
Figura 29 Carga aérea transportadas en Lanzarote (2007-2019).....	87
Figura 30 Carga aérea transportadas en Fuerteventura (2007-2019).....	87
Figura 31 Pasajeros transportados entre los archipiélagos (2007-2018)	88
Figura 32 Carga marítima transportada entre los archipiélagos de la Macaronesia	90
Figura 33 Evolución de los parámetros $\ln(k)$, α , β a lo largo del tiempo (turistas).....	106
Figura 34 Evolución temporal de los parámetros α y β	108
Figura 35 Evolución temporal del pseudoconstante gravitacional G_{ij}	109
Figura 36 Pasajeros residentes: volumen 2018 vs. potencial a largo plazo	111
Figura 37 Pasajeros no residentes: volumen 2018 vs. potencial a largo plazo	115
Figura 38 Total pasajeros entre las Islas Canarias: vol. 2018 vs. potencial.....	118
Figura 39 Tráfico entre archipiélagos para el periodo 2007-2018.....	120
Figura 40 Pasajeros Macaronesia: volumen en 2018 vs. potencial	121
Figura 41 Vehículos (pasaje): comparación volumen 2018 vs. potencial	124
Figura 42 Carga rodada (barco): comparativa 2018 vs. potencial largo plazo	126
Figura 43 Volúmenes potenciales y reales para el tráfico aéreo de mercancías	129
Figura 44 Evolución de la probabilidad de accidente mortal en un viaje (base 2018)	147
Figura 45 Evolución de emisiones por unidad transportada (base 2018)	158
Figura 46 Evolución histórica esperada del beneficio por pasajero (Aena y ANA).....	182

Figura 47 Evolución del beneficio por pasajero (AP de Tenerife y Las Palmas).....	184
Figura 48 Índice de Lerner IL en función del precio relativo al coste marginal.....	203
Figura 49 Índice de Lerner (modo aéreo)	205
Figura 50 Índice de Lerner (modo marítimo pasajeros)	206
Figura 51 Índice de Lerner (marítimo mercancías)	207
Figura 52 Rutas marítimas existentes y nueva ruta entre el sur de ambas islas.....	308
Figura 53 Rutas existentes y propuestas entre Tenerife y La Palma	315
Figura 54 Línea marítima existente y propuesta entre Gran Canaria y Lanzarote	318

Capítulo 1

Introducción

El trabajo de investigación que presento en forma de Tesis Doctoral contiene un análisis de la factibilidad económica y viabilidad social del desarrollo hacia su potencial de largo plazo para las redes de transporte interinsular en el archipiélago canario y de este con los otros archipiélagos que, junto con Canarias, conforman la región de la Macaronesia: Madeira, Azores y Cabo Verde².

1.1. Motivación

En esta Tesis Doctoral se pretende aportar respuestas a una serie de cuestiones sobre el transporte interinsular en el marco geográfico mencionado.

En primer lugar, cabe preguntarse si las conexiones existentes en la actualidad son rentables desde un punto de vista social, es decir, si la suma de los beneficios sociales es mayor que la suma de los costes sociales. Ello conduce a un siguiente nivel, y plantear cuál de entre

² Existe un quinto grupo de islas, llamadas Islas Salvajes, con carácter desértico, pertenecientes a Madeira. Se ubican a unos 280 km al sureste de Madeira y 160 km al norte de Canarias.

las alternativas existentes es la que genera más bienestar para la sociedad, por un lado, y para los usuarios del transporte, por otro. De la misma manera, hemos de plantear cuán rentable es para las empresas operadoras la explotación de las diferentes líneas y, además, analizar el grado de competencia que existe en estos mercados.

También resulta interesante determinar qué posibilidades existen para ampliar el número y el volumen de conexiones en un futuro a largo plazo³ teniendo en cuenta los anteriores cálculos de beneficios y su proyección en un escenario futuro.

La decisión de focalizar la investigación en las Islas Canarias se debe en primer lugar a la gran trascendencia de la movilidad interinsular de pasajeros y mercancías para esta región aislada del resto del Estado e interiormente fragmentada⁴.

³ La idea original de esta Tesis Doctoral parte de un análisis de los costes del transporte entre las Islas Canarias, estableciendo comparativas entre las diferentes alternativas existentes. El punto de partida es la Tesis Doctoral de Gollnick (2004), focalizada esta en comparar el consumo de energía primaria de diferentes medios de transporte dentro de la República Federal Alemana.

La primera modificación del presente trabajo es que sitúa el marco geográfico sobre las Islas Canarias y los otros archipiélagos de su entorno. La segunda es una extensión significativa del ámbito de análisis más allá del consumo de energía, paradigma de la sostenibilidad del transporte, para considerar sus efectos sobre el bienestar desde un punto de vista más general.

⁴ Entre los motivos que dan apoyo a esta elección destacan los siguientes:

En primer lugar, cabe destacar su contribución a la cohesión del archipiélago como unidad cultural y económica, en la que la facilidad de movimiento resulta fundamental para afrontar retos como la bicapitalidad, o la superación de la doble insularidad. Así, contar con una buena conectividad interinsular facilitará los flujos de mercancías, de turistas y de ciudadanos entre todas las islas del archipiélago, contribuyendo a reducir distancias y facilitando a la población a tener mejores oportunidades laborales y de ocio.

En segundo lugar, siendo el turismo el principal sector de la economía canaria, es imprescindible contar con un buen sistema de transportes que, no solo facilite el acceso del turismo receptor, sino que además permita que este realice con simplicidad viajes internos entre islas. Se lograrían así aumentos de un gasto turístico que, además, revertirían sobre Canarias en mucha mayor medida que otras partidas del negocio actual, donde buena parte del valor añadido se genera por empresas situadas en los destinos emisores. Las islas menores occidentales disfrutaban de un nivel de explotación turística significativamente menor, que ha derivado en un languidecimiento demográfico y económico, frente a la pujanza de Fuerteventura y Lanzarote; aunque también haya que considerar que ha preservado mejor su entorno natural.

Por último, se impone su función como dinamizador del sector empresarial. Se destacan dos fenómenos que han ayudado a generar decenas de miles de empleos directos a través del fortalecimiento del sector: primero, gracias a la liberalización en el transporte de los primeros 90, y luego, a través del régimen de subvenciones

En segundo lugar, se ha de destacar el elevado contraste que existe entre la intensidad de la movilidad dentro de los archipiélagos, de estos con la parte continental de los estados a los que pertenecen, o sus mercados turísticos emisores, frente a la relativa escasez de conexiones que hay entre los archipiélagos y los territorios adyacentes. La pertenencia de las Islas Canarias, Madeira y Azores a la Unión Europea conlleva la sujeción a las directrices políticas establecidas por Comisión Europea (2011), que orientan a las administraciones a crear un espacio único europeo de transporte, fomentar la competencia y la multimodalidad en el transporte, especialmente el marítimo para nuestro ámbito geográfico.

a los billetes de pasajeros y mercancías. Estos hechos han propiciado la consolidación de las entidades privadas de transporte en Canarias, y su expansión más allá del archipiélago. La atrevida adquisición de Trasmediterránea por parte de la naviera Armas en 2017, así como su salto al estrecho de Gibraltar o la *joint venture* de Fred. Olsen y Baleària para gestionar la nueva conexión con Huelva son muestras de este salto cualitativo que han emprendido las navieras canarias.

En el modo aéreo destaca el ejemplo de Binter Canarias, que se está convirtiendo en una de las principales aerolíneas de África Occidental. Una vez copado el mercado interinsular, la empresa ha ido abriendo nuevas rutas: en un primer vector dirigido hacia la Península Ibérica; con este mercado el incremento de la subvención a los pasajeros residentes de territorios periféricos hasta el 75% del billete ha empujado a la aerolínea a multiplicar su actividad con el resto del Estado, ensayando nuevas rutas hacia destinos escasamente servidos hasta ahora por las aerolíneas que operaban desde los aeropuertos canarios.

La otra aerolínea canaria, Canaryfly, una vez ha consolidado su posición en el archipiélago se ha centrado en diversificar su actividad volando sus aviones para otras compañías en el resto del país.

Regresando a Binter, cabe destacar su actividad internacional principalmente dirigida hacia a la costa occidental africana, desde Marruecos hasta Gambia, y exportando su modelo de transporte aéreo interinsular en los archipiélagos vecinos de Madeira y Cabo Verde, lo que introduce el segundo nivel geográfico del análisis efectuado en esta Tesis Doctoral.

La metodología empleada para efectuar el análisis sobre el transporte interinsular se aplica de manera similar para las conexiones entre archipiélagos de la región de Macaronesia, en la que Canarias debería asumir el papel principal, por su centralidad geográfica, su masa poblacional y su dinamismo turístico. Los esfuerzos de esta Tesis Doctoral van destinados a establecer las posibilidades y viabilidad social del negocio que ya existe en el ámbito del transporte, entre los archipiélagos mencionados.

Precisamente esta actividad ha reportado consecuencias positivas para el Aeropuerto de Gran Canaria, que se está consolidando como hub regional y principal aeropuerto del oeste de África, con efectos sobre la actividad industrial. Allí cuenta con un centro de mantenimiento del avión turbohélice ATR 72, del cual Binter es uno de los mayores operadores mundiales, y cuyo mercado se extiende hacia los continentes africano y suramericano.

A gran parte de los hechos anteriormente mencionado ha contribuido significativamente la generosa política de subvenciones e incentivos al transporte aplicado por los gobiernos centrales, autonómicos e insulares, así como por parte de las empresas Puertos del Estado o Aena, con carácter público y semipúblico respectivamente.

En tercer lugar, existen importantes volúmenes de fondos públicos destinados al fomento de la movilidad de personas y mercancías. Ello justifica que se investigue cuál es la mejor alternativa para destinar esos fondos desde un punto de vista del conjunto de la sociedad, pero también de manera específica para los diferentes tipos de usuarios y los productores. Además, la progresiva toma de conciencia acerca de los efectos nocivos del transporte sobre el medio natural y salud humana también refuerza la necesidad de cuantificar estos impactos.

Por último, se pretende remediar la ausencia de fuentes bibliográficas en la que se aporte una visión de futuro para estos sectores en Canarias y su entorno. Creo necesario analizar la evolución reciente del mercado de transporte interinsular en los últimos años, tanto de pasajeros, vehículos y mercancías. Resulta imperativo evaluar el potencial de crecimiento de este sector y examinar la rentabilidad social de su despliegue en las próximas décadas, destacando que la mayor ausencia de bibliografía se da en los ámbitos del transporte de mercancías y vehículos en régimen de pasaje.

Para dar fundamento a lo anterior, esta Tesis Doctoral se orienta a desarrollar una metodología de análisis coste-beneficio, aplicada al transporte de mercancías y pasajeros. Esta técnica es una herramienta fundamental a la hora de evaluar proyectos de inversiones. Relaciona el conjunto de beneficios sociales y económicos derivados de acometer un proyecto concreto con sus costes y sus alternativas, aplicando unos criterios de decisión racionales, obteniéndose así una idea de su viabilidad.

Desde su desarrollo formal, una amplia discusión no ha parado de refinar y adaptar los modelos a cada circunstancia, con amplio uso a nivel estatal y buenos ejemplos en Francia, con Damart y Roy (2009); en Reino Unido con Vickermann (2000), o en Alemania, donde el ministerio de transportes publica documentos de planificación que incorporan esta

herramienta, BNVP (2016), la cual llega a tener carácter normativo. Destacan también las aportaciones efectuadas a escala comunitaria en Comisión Europea (2003). En España, pese a contar con producción de estudios teóricos sobre viabilidad social de infraestructuras, donde cabe mencionar a Coto e Inglada (2003) o De Rus y Nombela (2007), el pasado es testigo de no pocos proyectos de gran envergadura que han sido decididos sin el apoyo de un análisis coste-beneficio riguroso, tal y como se menciona en los trabajos de De Rus y Nombela (2007), De Rus (2015) o Betancor y Llobet (2015)⁵.

Esta Tesis Doctoral pretende ampliar la información existente sobre la materia, con la aplicación de una modalidad del análisis coste-beneficio alternativa a las fuentes mencionadas, centrándolo en el archipiélago canario y la región atlántica donde este se halla enclavado, la Macaronesia. De los resultados logrados se pueden extraer conclusiones que, en análisis ulteriores, podrían justificar el establecimiento de nuevas rutas o la construcción de infraestructuras de transportes, todo ello sujeto a una evaluación de costes y beneficios con pretensiones holísticas.

1.2. Consideraciones metodológicas

En los siguientes párrafos se explicará, siguiendo la estructura de las Tesis Doctoral, el origen de los datos y los métodos aplicados.

El trabajo se cimenta en primer lugar sobre una introducción geográfica a los territorios analizados, efectuada en el Capítulo 2. Contiene, además, un análisis descriptivo de los

⁵ Pese a contar con un equipo con autores relevantes como Ginés de Rus u Ofelia Betancor, desde la Facultad de Economía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se han centrado los análisis en otros ámbitos geográficos.

mercados de transporte en los dos marcos geográficos considerados en esta Tesis Doctoral. En este capítulo se realiza un somero repaso histórico del desarrollo del transporte interinsular en Canarias con información obtenida fundamentalmente de autores locales como Hernández Luis, J.A. (2010) y Ramos Pérez, D. (2001), entre otros. Esto viene seguido de un análisis cualitativo y cuantitativo del sector en las épocas actuales, concretamente para el periodo 2007-2018.

Además de los respectivos institutos estadísticos nacionales de España, Portugal y Cabo Verde, y el regional de Canarias, la información se obtiene de las estadísticas de tráfico que publican los operadores de infraestructuras AENA, Puertos del Estado y Puertos Canarios por la parte española, o ENAPOR y ASA por la parte caboverdiana. En el caso portugués, además del operador aeroportuario ANA y las autoridades portuarias APRAM y Portos dos Açores, ha sido necesario acudir a los informes de la Dirección de Aviación Civil portuguesa. Adicionalmente, se han consultado la bibliografía científica y divulgativa especializada en el archipiélago canario e informes de organismos públicos dedicados a los estudios turísticos en el archipiélago.

Para completar la caracterización del mercado, el Capítulo 3 incluye la estimación de las funciones de demanda para cada par de islas o entre los archipiélagos de la Macaronesia. Se efectúa la modelización de la demanda actual y futura con técnicas econométricas. Para la primera se trabaja estimando los parámetros mediante el método de máxima verosimilitud. Además de las fuentes de información mencionadas en el párrafo anterior, las series de datos se han completado con observaciones directas de precios a lo largo del periodo 2015-2018.

La definición de la demanda en un escenario a largo plazo se ha realizado en dos pasos. En primer lugar, con estimación de los volúmenes potenciales de pasajeros y carga

transportados utilizando datos actuales, aplicando un modelo de panel de efectos fijos, donde los parámetros han sido estimados también mediante el método máxima verosimilitud.

Los datos se han obtenido de las siguientes fuentes: INE (España), INE (Portugal), INE (Cabo Verde), Banco Mundial (2007-2018), Memorias anuales de Puertos del Estado (2007-2018), Estadísticas de tráfico de AENA (2004-2019), de ASA (2015-2018), Puertos Canarios (2012-2019), Granado Paz (2015), Anuarios de ANAC (2007-2015), Estadísticas de APRAM (2016-2019), Promotour (2011-2019). La información de precios se obtenido a través de observación directa en las páginas web de las empresas transportistas para el periodo 2015-2019, se han tomado índices sectoriales del INE (España) calibrados para el transporte aéreo con Ramos Pérez (2015) y Delgado-Aguiar, G. y Hernández-Luis J.A. (2019).

En segundo lugar, La proyección de la demanda en el escenario futuro se efectúa en base a las predicciones publicadas por instituciones y empresas de prestigio en los respectivos sectores.

En este punto conviene resaltar que en esta Tesis Doctoral no se pretende elaborar un modelo concreto de movilidad, ni de planificación del transporte, ni de modelizar el tráfico entre las islas de estos archipiélagos. El objetivo no es estimar las cantidades concretas demandadas y ofrecidas de viajes actuales y potenciales de pasajeros, vehículos o mercancías entre las islas o archipiélagos, sino estimar las funciones actuales de demanda-precio y oferta-precio de viajes, así como su crecimiento hasta un nivel potencial, para así calcular la fluctuación de los excedentes netos, tanto de los consumidores como empresas, como variación de su bienestar, que es el objetivo de esta investigación junto con la obtención de externalidades o la viabilidad financiera de los productores. Ello aparta de

este trabajo 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 lleva a cabo mediante los modelos mencionados en los párrafos anteriores.

La cuantificación de los efectos externos se encuentra en el Capítulo 4, separada del resto del modelo por su extensión. En este apartado se han establecido pautas para su monetización a partir de la bibliografía existente: publicaciones científicas e informes de organismos oficiales, además de algunos desarrollos propios. Los datos para su aplicación se han obtenido de organismos públicos de diversos niveles, como la DGT, la OACI; artículos científicos o informes de los operadores de infraestructuras, además de tomar datos directamente de mapas y herramientas informáticas, algunas de ellas desarrolladas *ad hoc*.

En el Capítulo 5 se procede a estimar la función de oferta de los mercados. Para ello, se ha desarrollado un modelo de simulación de costes de las empresas de transportes posibilitando deducir las curvas de costes marginales para cada operador. Para determinar los costes de las empresas se han empleado, entre otros a Pindado Carrión (2006) y Doganis (2004), además de los datos tomados de los operadores de infraestructuras anteriormente mencionados. Los índices de Lerner se han obtenido a partir de estas curvas y de los precios observados para medir el poder de mercado de las empresas de transporte implicadas.

Con todo ello, se completan los datos de entrada para el modelo teórico de estimación del beneficio social y análisis coste-beneficio, que se exponen a partir del apartado 5.4. Este se deriva de un modelo microeconómico en equilibrio de Bertrand con algunas modificaciones: al precio de equilibrio se le han añadido unos márgenes sobre el coste marginal y se consideran subvenciones directas al pasaje. Además, el transporte de vehículos en barco se trata como un complemento que adquieren algunos consumidores.

Desde las funciones de utilidad, el modelo permite deducir hasta el excedente social, añadiendo los efectos externos obtenidos en el Capítulo 4 como un sumando más.

Las variaciones de bienestar se obtienen a través de la suma de derivadas parciales de los excedentes del productor y del consumidor con respecto a los coeficientes de las funciones de oferta y demanda, multiplicadas por las variaciones de estos coeficientes al pasar del escenario inicial al escenario de largo plazo.

Los siguientes apartados del Capítulo 5 contienen tanto la descripción de los dos escenarios considerados, como la comparación de las estimaciones de excedentes sociales correspondientes a cada ruta, aplicando las fórmulas deducidas en el capítulo anterior. Con esta información, se procede a analizar en la rentabilidad social de la transición desde el escenario actual al potencial de demanda de transporte de pasajeros y mercancías para el largo plazo, considerando las inversiones para adecuar la capacidad actual a la demanda futura. La determinación de la inversión inicial necesaria para adecuar la capacidad de las infraestructuras se ha efectuado en el Apéndice 2. En el caso de los aeropuertos, la principal fuente de datos para estimar dichas necesidades y el coste de las actuaciones necesarias proviene de la documentación de planificación que publica el Ministerio de Fomento español. Para las demás infraestructuras, la información se obtiene de consultar las publicaciones en prensa, respaldadas en la medida de lo posible por presupuestos publicados en los boletines oficiales.

La estimación de costes unitarios de construcción de infraestructuras se ha efectuado acudiendo, por una parte, a bibliografía técnica existente, como Sancho (2013). Por otra, se ha tomado información de proyectos ejecutados para los que se conocen los importes de licitación. También se han empleado como referencia documentos regulatorios como el

DORA 2017-2021 o aquellos Planes Directores de los Aeropuertos de AENA que incluyen estudios de costes para las actuaciones previstas.

En la siguiente fase del estudio, se efectúa un análisis financiero de las operaciones de las empresas transportistas, que se ha llevado a cabo con los modelos de costes y precios observados, utilizados en los capítulos anteriores.

Finalmente, en el Capítulo 6 se exponen las principales conclusiones de esta Tesis Doctoral.

En la última parte del documento se incluye una serie de anexos con información complementaria. En el Apéndice 1 se efectúa una estimación del coste generalizado para cada una de las conexiones analizadas, en las condiciones del escenario base. Esta tarea consiste en aplicar a cada uno de los trayectos y fases del viaje la metodología de estimación del valor subjetivo del tiempo, desarrollada en el apartado 4.6 .

En el Apéndice 2 se estimará el coste de las ampliaciones de puertos y aeropuertos que sería necesario efectuar para lograr transportar las cantidades potenciales.

El Apéndice 3 explora la posibilidad de abrir nuevas rutas con las que se pueda satisfacer la demanda potencial de transporte de pasajeros y mercancías, partiendo de la estimación de dichos potenciales de demanda obtenidos en el Capítulo 3 y del análisis de la situación actual efectuada en el Capítulo 2, y nutriéndose de los datos allí recopilados, además de otros publicados por organismos oficiales y diversos medios de comunicación.

1.3. Metodología de las contrastaciones empíricas

Los modelos microeconómicos para estimar las funciones de demanda en el escenario actual se han verificado econométricamente con una muestra de todas las conexiones existentes en las Islas Canarias y los otros archipiélagos, con series temporales para cada

uno de los pares de orígenes o destinos. Cada población cuenta con una muestra de 12 observaciones que se corresponden con cada año del periodo 2007-2018. Los tres parámetros de cada función se han estimado por el método de máxima verosimilitud, en el empeño de lograr estimadores insesgados y eficientes en la medida de lo posible.

Para la obtención de los coeficientes del modelo de gravedad, las muestras de las conexiones varían en función del modelo: 112 conexiones a nivel mundial para el modelo de mercancías, 80 conexiones a nivel mundial para el modelo de pasajero residentes, 17 conexiones en el ámbito de la región de Macaronesia para los pasajeros no residentes y 21 conexiones para el transporte de vehículos en régimen de pasaje.

En todos estos modelos, con dos o tres variables explicativas, se ha empleado el método de máxima verosimilitud. Si bien cada individuo de la muestra se corresponde con un año concreto, se ha comprobado la evolución temporal de los parámetros estimados, repitiendo las estimaciones para los años del periodo 2007-2018.

Las funciones lineales de costes marginales, necesarias para estimar la función de oferta, requieren ajustar una recta a la curva de costes marginales para cada empresa transportista. Para ello, se estima primero la función de costes mediante un modelo analítico, tomando datos empíricos de las fuentes citadas y calibrado con los resultados económicos publicados por las empresas. Sobre estas funciones de costes se calcula una derivada discreta respecto de las unidades transportadas. Finalmente, se lleva a cabo el ajuste a una recta mediante el método de máxima verosimilitud.

La proyección futura de los beneficios de los operadores de infraestructuras se efectúa haciendo un ajustando, para cada operador, una recta a la serie histórica mediante máxima verosimilitud. Su extrapolación al escenario futuro se ha efectuado mediante la proyección

de dicha recta hasta el escenario de largo plazo, con un periodo de transición 2020-2025 conocido ya el fuerte impacto del COVID-19 en estas variables para el año 2020, considerando que se consideraría que no afecta al largo plazo.

1.4. Principales resultados

Los resultados obtenidos indican que, a largo plazo, la ampliación de la oferta de transporte puede resultar socialmente rentable en casi todas las opciones estudiadas para el archipiélago canario⁶. En ellas, el VAN social estimado es positivo, la TIR es superior a la tasa de retorno exigida y la ratio B/C es superior a la unidad.

Además del excedente del productor, contamos con el resultado del análisis financiero desde el punto de vista de la empresa transportista, que aporta mayor precisión al análisis de viabilidad por la parte de la oferta.

Se ha observado que en algunas rutas socialmente viables, la rentabilidad financiera de los operadores es insuficiente. En estos casos cabría la introducción de algún tipo de subvención, más allá de las existentes, y que contribuyese a reducir la tarifa que soportan todos los pasajeros o paliar las pérdidas operativas de los transportistas.

Analizando la oferta actual de transporte aéreo, que básicamente es de pasajeros, se observa que todos los servicios, salvo La Palma–El Hierro, que actualmente se presta con trasbordo

⁶ Para hacer posible el transporte de las cantidades que se estiman para un futuro, será necesario acometer una serie de obras de ampliación y adaptación de los puertos y aeropuertos de los diferentes archipiélagos. Los resultados del análisis de rentabilidad social indican cuáles de estos proyectos son convenientes atendiendo a criterios de rentabilidad social y, por tanto, deben acometerse.

intermedio, tienen excedentes sociales descontadas las externalidades ($EC+EP$)⁷ positivos. Si contabilizamos las externalidades, todos estos servicios que requieren trasbordo en una isla mayor, tendrían excedentes negativos, además del Tenerife-La Gomera, que sería directo.

En un escenario futuro que incorpore las mejoras tecnológicas que reducirán los efectos externos negativos, debería aumentarse los volúmenes transportados en la mayoría de los itinerarios, con excepción de la conexión desde La Palma con la isla de El Hierro. Este itinerario debe permanecer como está en la actualidad, con rutas indirectas y escala en otra isla, porque los excedentes no aumentan.

Por otra parte, la mayoría de las rutas muestra actualmente una rentabilidad para el operador claramente positiva, aunque para dos de las más importantes sería negativa. En el escenario futuro solo La Palma-El Hierro y La Gomera-El Hierro podrían necesitar subvenciones adicionales a las existentes hoy en día.

El modo marítimo cuenta en la actualidad, para cada conexión analizada, con excedentes sociales descontadas externalidades ($EC+EP$) positivos, aunque con excedentes sociales totales (ES) negativos para las rutas Tenerife-Gran Canaria, Gran Canaria-Lanzarote, Gran Canaria-Fuerteventura y La Palma-La Gomera. Si solamente se contabilizasen los resultados parciales para el transporte marítimo de pasajeros, todos los excedentes sociales serían negativos salvo en las dos conexiones de menor distancia: Fuerteventura-Lanzarote

⁷ Definimos excedente social descontando externalidades ($EC+EP$) como la suma del excedente del productor (EP) y del consumidor (EC) sin haber contabilizado los efectos externos, $E(X)$. En caso de contabilizarlo, entonces denominaremos a esta magnitud excedente social (ES). Resumiendo: $ES = EP + EC + E(X)$, donde ES suele ser más exigente que $EC+EP$, al ser la suma de externalidades generalmente negativa.

Beneficios sociales en el transporte interinsular en Canarias y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde y Tenerife-La Gomera. En el caso del Tenerife-Gran Canaria, los excedentes negativos en pasaje se ven compensados por los mayores excedentes positivos del transporte de mercancías. Para las demás rutas los excedentes sociales combinados son negativos.

De cara al futuro, el menor impacto ambiental del transporte marítimo lograría que el excedente social fuese positivo, aconsejando el incremento de oferta para satisfacer la demanda potencial. Solo en algunos casos, la expansión tendría una rentabilidad financiera insuficiente: para Tenerife-Gran Canaria, Gran Canaria-Lanzarote y La Palma-La Gomera.

En paralelo a este análisis se ha efectuado otro de competencia. Los precios medios estimados son claramente superiores a los deducidos para un caso de competencia perfecta e incluso en ocasiones mayores que en un caso de competencia en cantidades, o de Cournot, en el que hubiese tantos operadores como la suma de navieras y aerolíneas que operan entre dos islas.

Para las rutas aéreas entre los archipiélagos de la región de Macaronesia, se observa que todas las conexiones aéreas existentes en el escenario inicial tienen excedente social positivo. En el futuro estos resultados mejorarían, aunque para el caso Canarias-Azores posiblemente los beneficios sociales no sean suficientes como para justificar inversiones públicas. En el caso de Canarias-Cabo Verde sería incluso recomendable apoyar a fondo perdido el crecimiento de la conexión desde el sector público.

La evolución de los excedentes en el futuro desaconseja el establecimiento de rutas marítimas directas cargueras Canarias-Azores y Madeira-Cabo Verde. Solo las conexiones existentes Canarias-Cabo Verde y Madeira-Azores son socialmente rentables, conviniendo proporcionar apoyo público para a su desarrollo futuro.

Para el transporte de pasajeros en modo marítimo, para los seis casos analizados sería deseable el establecimiento de conexiones entre los archipiélagos. Sin embargo, la escasa magnitud de los beneficios sociales y económicos desaconsejan el establecimiento de rutas mixtas pasaje-carga salvo en Canarias-Cabo Verde y Madeira-Azores. El tráfico de cruceros podría cubrir este tipo de demanda para el tráfico de pasajeros, como parece estar haciendo en la actualidad.

Para finalizar cabe realizar las siguientes consideraciones:

- Los valores que se han obtenido dependen fuertemente de las externalidades calculadas; en muchos casos, una variación de estas puede cambiar el signo de la variación de excedentes haciendo inviable un proyecto que podría serlo y viceversa.
- De ello se extrae la necesidad de acelerar la reducción de externalidades negativas que se espera vaya teniendo lugar en las próximas décadas. Una temprana aplicación del progreso tecnológico y la adopción de regulaciones favorables a este podrían mejorar el excedente social de cada una de las rutas consideradas. Si bien el ejercicio realizado en esta Tesis Doctoral ya contempla una evolución ambiciosa, esta podría superarse.
- En la misma línea, sería recomendable actuar para incrementar las externalidades positivas. Esto se traduce directamente en continuar con los esfuerzos para aumentar la rentabilidad económica de las infraestructuras y que ello no se logre a costa de aumentar las tasas patrimoniales por su uso, que finalmente recaen en los consumidores. Se debe optimizar su estructura de gastos y potenciar los ingresos derivados de los servicios comerciales, que a su vez generarían excedentes adicionales para los consumidores y productores aumentando aún más, por tanto, el bienestar social.

El análisis del coste generalizado realizado en el Apéndice 1, está planteado como ramificación del hilo principal de la Tesis Doctoral. Esta magnitud es la suma del coste pecuniario del viaje más el valor del tiempo empleado en el trayecto por parte del viajero. Para cada conexión en el archipiélago canario, los resultados muestran un sesgo que hace al avión más costoso en términos generalizados, en comparación con el barco, de cómo es percibido por los pasajeros. No obstante, se respeta la ordinalidad entre la cuota de mercado de ambos modos y su coste generalizado relativo.

Conviene resaltar que el coste pecuniario del trayecto principal supone solo cerca de un 20% del coste total del coste generalizado para los pasajeros residentes y entre un 35% y un 50% para los no residentes.

La consideración y análisis de estos resultados podría ser de utilidad en la toma de decisiones en múltiples ámbitos de la política de transportes entre las islas del archipiélago canario y de este con los demás archipiélagos atlánticos considerados en esta Tesis Doctoral.

1.5. Principales aportaciones

Este trabajo realiza las siguientes aportaciones al ámbito de estudio:

1. Análisis descriptivo de la evolución histórica del transporte de pasajeros interinsular en Canarias en modo aéreo en el periodo 1960-2018, diferenciando en la parte final del periodo, por lugar de residencia del pasaje.
2. Se añade, para el periodo 2008-2018 un análisis descriptivo del transporte de pasajeros en modo aéreo entre los archipiélagos de la región de Macaronesia.
3. Análisis descriptivo de la evolución histórica del transporte en modo marítimo de pasajeros, vehículos en régimen de pasaje y mercancías entre las Islas Canarias, y

entre estas y los demás archipiélagos de la región de Macaronesia, diferenciando por residencia del pasaje. Se abarca el periodo 2008-2018; incluyendo indicadores de cuota modal y su relación con la duración de los viajes.

4. Estimación de tráfico de excursionistas entre las Islas Canarias diferenciando entre los dos sentidos posibles del flujo de excursionistas entre cada par de islas adyacentes.
5. Estimación, para los ámbitos geográficos contemplados, de la demanda potencial de transporte de pasajeros, mercancías y vehículos en régimen de pasaje, mediante varios modelos de gravedad para estos mercados.
6. Estimación de las funciones de demanda por pares de islas/archipiélagos, diferenciando entre pasajeros aéreos, pasajeros marítimos y mercancías.
7. Desarrollo y aplicación de una metodología para estimación de los costes de acceso en el transporte interinsular canario, tanto pecuniarios como en tiempo monetarizado y costes externos.
8. Adaptación a Canarias, e integración de una metodología para estimar las externalidades al transporte interinsular canario, considerando: accidentalidad, emisiones de gases nocivos, contaminación acústica, paisajística y otros procesos; subvenciones públicas y cruzadas, beneficios para operadores de las infraestructuras, tasas públicas por uso de las infraestructuras.
9. Desarrollo y aplicación de un modelo para estimar los costes sociales de la accidentalidad aplicado al ámbito geográfico de estudio considerando los modos aéreo, marítimo y terrestre (carretera).
10. Adaptación y aplicación de un modelo para estimar los costes sociales de la contaminación paisajística y de ocupación del territorio a los tres modos de transporte y ámbito geográfico considerados.

11. Predicción de los beneficios por unidad transportada para aeropuertos de AENA, ANA y las Autoridades Portuarias de Tenerife y de Las Palmas de Gran Canaria
12. Adaptación y aplicación de una metodología para estimar el valor subjetivo del tiempo en las diferentes fases de un viaje, y para tres perfiles de pasajero, al ámbito geográfico considerado.
13. Estimación de las curvas de costes marginales para las empresas transportistas y para cada modo de transporte, a partir de las funciones de costes de estas, y deducción de las funciones de oferta a partir de los costes marginales.
14. Comparación del precio del transporte de pasajeros y mercancías con los modelos teóricos de competencia perfecta y competencia de Cournot a través del índice de Lerner.
15. Estimación de los excedentes sociales para las anteriores conexiones en los escenarios actual y potencial a largo plazo.
16. Deducción de una metodología para analizar la variación del excedente social a partir de las funciones de oferta, demanda y externalidades, incluyendo pasajeros y vehículos en régimen de pasaje, en un régimen de competencia imperfecta, con subvenciones a una parte de los consumidores.
17. Análisis de rentabilidad social de los proyectos de ampliación de las infraestructuras de transporte en Canarias, Madeira, Azores y Cabo Verde para alcanzar los volúmenes transportados en un escenario potencial a largo plazo.
18. Análisis de la rentabilidad financiera de las conexiones entre Islas Canarias, y entre los archipiélagos desde una óptica de las empresas transportistas, diferenciado, por modo y conexión, tomando el beneficio operativo como parámetro indicativo.

19. Relación entre la demanda potencial de transporte de pasajeros y mercancías en Canarias y las posibilidades para establecer nuevas rutas dentro del archipiélago y con los archipiélagos vecinos.
20. Estimación del coste generalizado considerando que este se compone del coste pecuniario de las diferentes fases del viaje, acceso, egreso y trayecto principal; y del valor subjetivo del tiempo destinado a estas, para el ámbito geográfico considerado.

1.6. Algunas limitaciones del presente trabajo

Cabe mencionar un conjunto de limitaciones que presenta este trabajo, cuya superación se intentará en el futuro. En algunas ocasiones, la dificultad para obtener algunos datos empíricos ha limitado realizar análisis más completos; en otros, ha habido que imponer simplificaciones para reducir la complejidad de las cuestiones a abordar o, simplemente limitar la cantidad de ellas. Para completar las series de precios de transporte, en muchos casos se ha recurrido a índices sectoriales más generales o extrapolaciones.

Se ha obviado en el estudio descriptivo de las conexiones marítimas, aquellas las escalas o trasbordos en Tenerife y Gran Canaria. Las irregularidades detectadas en las series de datos dificultan el trabajo con estas y hacen sospechar de su falta de consistencia temporal.

También en el ámbito canario, se han obviado las comunicaciones entre Lanzarote y la Isla de la Graciosa⁸, separadas por un brazo de mar de aproximadamente un kilómetro de ancho, y contando la segunda con una población regular inferior a los 1.000 habitantes.

El transporte marítimo de vehículos en régimen de pasaje se trata de manera suficientemente profunda a nivel descriptivo. Pese a ello, la estimación de funciones de demanda se realiza con importantes simplificaciones y su integración en el análisis coste beneficio se acaba asimilando a un complemento para el pasajero. Además, el coste de un vehículo como unidad transportada se asimila a un pasajero o una tonelada de carga de pago marítima, otra simplificación importante que permite homogenizar cantidades por el lado de la oferta.

Algunos modelos de gravedad empleados para estimar las demandas potenciales a largo plazo, para los mercados estudiados, han sido objeto de desarrollo más exhaustivo que otros. Por una parte, para el transporte de mercancías y pasajeros se aportan los modelos más completos, que añaden conexiones de los territorios estudiados con el resto del mundo⁹. Por otra, en el modelo de transporte de vehículos en régimen de pasaje, las series de datos se limitan al archipiélago canario.

⁸ En el momento de comenzar este trabajo, La Graciosa tenía consideración de islote y aún sigue siendo administrativamente dependiente del municipio lanzaroteño de Teguise, de cuya costa solo se separa en un kilómetro. Pese a ello cabe destacar que el volumen transportado en los últimos años ha superado los 300.000 pasajeros anuales.

⁹ Si bien es una mejora respecto al anterior, el margen de refinamiento es posible; se podrían completar, por ejemplo, comparando con marcos geográficos similares como Baleares, Grecia, Córcega, Cerdeña y Sicilia, las Islas Británicas, conexiones a través del Mar Báltico o el de la Península Ibérica con Canarias, Baleares y el norte de África.

Las funciones de demanda para el transporte interinsular canario diferencian por modo de transporte; sin embargo, para los desplazamientos entre archipiélagos se considera una función común para ambos modos. La mayor disponibilidad de información para Canarias en comparación con el resto de los archipiélagos facilita estimar una función de demanda para cada modo, además de que las series de datos son notablemente más largas.

Las funciones de demanda, y también las de oferta, se modelizan como funciones lineales. Gracias a ello, sin perder rigor, se simplifica notablemente su tratamiento analítico. Asimismo, se considera que las funciones de demanda se desplazan paralelamente y cambian su pendiente en función de las características de la demanda. Sin embargo, ante cambios en las externalidades, se impone que las funciones de oferta y demanda solo se desplazarán paralelamente, sin variar su pendiente, y así facilitar los cálculos.

Otra asunción es la invariabilidad de las políticas de precios a largo plazo, aspecto que queda en parte cubierto, habiendo trabajado con la renta real. Asimismo, las estructuras de costes de las empresas transportistas se han asumido constantes, cuando es previsible que haya cambios. Al no conocerse con certeza la dirección de los cambios en un futuro a largo plazo, se ha optado por conservar las estructuras actuales.

En lo referente a la modelización de subvenciones al pasaje y mercancías, la complejidad normativa dificulta en algunos casos el cálculo de subvenciones al transporte, habiéndose efectuado varias simplificaciones en el momento de cuantificarlas. Esto es cierto especialmente entre los archipiélagos de Azores y Madeira; también para el transporte de

mercancías en Canarias. De nuevo, se asume una política de subvenciones continuista en el tiempo¹⁰, aunque se propondrán algunos cambios a raíz de los resultados obtenidos.

En lo concerniente a las externalidades cuantificadas, se ha obviado el coste de la congestión al ser esta pequeña en el caso de los puertos y aeropuertos considerados. No obstante, existe un caso que ha venido cobrando relevancia en los últimos años. Se trata de las principales carreteras de Gran Canaria y Tenerife. Su inclusión en la modelización requeriría hacer estudios de tráfico en carretera que van bastante más allá de los objetivos de este análisis.

A diferencia de otros trabajos citados, en esta Tesis Doctoral no se trabaja con preferencias declaradas. No se ha efectuado ninguna encuesta y el acceso a aquellas elaboradas por terceros ha sido escaso en comparación a la cantidad de datos manipulados.

El análisis coste-beneficio efectuado intenta abarcar algunos beneficios del transporte sobre el territorio como es la explotación de las infraestructuras. Otros, como parte de los excedentes sociales de actividades indirectamente relacionadas con el transporte, no están incluidos en el modelo: por ejemplo, los servicios comerciales en el aeropuerto, el transporte en el acceso a los intercambiadores de pasajeros o, en una derivada de orden superior, los excedentes de las actividades económicas inducidas por la nueva demanda.

La técnica empleada es muy sensible a los valores de los parámetros de las funciones de oferta y demanda, determinados en las condiciones mencionadas más arriba. Pequeñas

¹⁰ Aunque la experiencia demuestra que estas se han ido aumentando gradualmente en las últimas décadas creemos estar ya muy cerca del mayor grado de subvenciones posibles.

desviaciones en las estimaciones causarán grandes cambios en las variaciones de los excedentes; ello implica que los resultados han de ser tomados con cautela a nivel cuantitativo.

En el apartado del análisis de rentabilidad, la estimación de las inversiones iniciales necesarias se efectúa con modelos sencillos que suponen una primera aproximación, probablemente suficiente para un dimensionado básico.

Ya fuera del cauce principal de la Tesis Doctoral, conviene realizar dos comentarios sobre la estimación del coste generalizado. En primer lugar, hay algunas discrepancias entre el estudio del coste generalizado y las preferencias de los consumidores. En segundo lugar, el coste generalizado se analiza tomando el tipo de viajero como variable, mientras que se ha considerado constante el origen y destino del viajero dentro de cada isla, habiéndose efectuado previamente un promedio del origen entre las regiones consideradas. Esta decisión se motiva con la voluntad de limitar la cantidad de datos manipulados y, sobre todo, expuestos.

Por último, no se desea olvidar que la elaboración de esta Tesis Doctoral ha tenido lugar antes de la pandemia COVID-19. Los análisis descriptivos y estimaciones a largo plazo no contemplan los efectos de este fenómeno, que aún en el momento de depositar el trabajo tienen un grado de incertidumbre importante. El escenario base tiene lugar en el año 2018. Por ello, se trabaja como si sus efectos no afectaran a un futuro lejano. No obstante, cabe mencionar que la magnitud de la crisis y su efecto catalizador sobre cambios tecnológicos y hábitos de consumo podrían llegar a tener efectos a largo plazo. Por ejemplo, la pandemia parece haber influido en el ritmo de adopción de tecnologías reductoras de emisiones de CO₂ y en las pautas de desplazamiento.

1.7. Líneas de desarrollo futuro

En esta Tesis Doctoral se ha dado respuesta a las cuestiones principales planteadas. Para lograrlo ha sido necesario recopilar información sobre una serie de cuestiones relacionadas, con las que se ha intentado proporcionar una amplia panorámica sobre la situación actual del transporte interinsular en Canarias¹¹ y de esta región con los archipiélagos vecinos.

Muchos de estos temas circundantes constituyen campos de interés que justificarían trabajos monográficos, alguno de los cuales tengo intención de abordar en el futuro. Se trata de las líneas de investigación que expongo a continuación.

Un primer elemento sería realizar un análisis descriptivo centrado en las conexiones indirectas entre islas, tanto para el modo marítimo como para el modo aéreo. Delgado-Aguiar, G. y Hernández-Luis J.A. (2019) realizan aportaciones sobre el transporte de mercancías en modo marítimo en el marco del eje transinsular. En este caso me gustaría focalizarlo en el transporte de pasajeros incidiendo en las escalas y trasbordos efectuados

¹¹ En este momento quisiera hacer una analogía con una edificación. El planteamiento central de esta tesis podría considerarse como la nave principal de la construcción, mientras que aquellas otras cuestiones preparatorias o circundantes podrían equipararse a elementos de menor importancia visual como la cimentación de la nave principal, y otros como elementos laterales adosados a la nave principal pudiendo tener un mayor o menor grado de integración con el cuerpo principal. En el anterior apartado, limitaciones, se habrían enumerado y comentado aquellos elementos que permiten reducir el coste de la estructura para poder abordarla con el presupuesto disponible o por falta de los materiales adecuados. Sin embargo, la pericia del maestro de obras logra que la estructura pueda levantarse segura.

En este momento llegamos al punto donde planteo una ampliación de edificio, que, en vista de las cuestiones mencionadas en los próximos párrafos, podrían consistir en mejorar las construcciones anejas para darles una altura similar a la nave principal, tanto en su cimentación como en los elementos de la superestructura.

y cómo optimizar tiempos del transporte entre islas; para ello sería de ayuda emplear los conceptos coste generalizado¹² y excedente social.

Un ámbito adicional donde aplicar también el coste generalizado y los excedentes sociales, es la movilidad en el acceso y el egreso de los puertos y aeropuertos, y como pueden aquellos afectar a la elección del trayecto principal. Existen múltiples alternativas como puede ser llevar en el barco el vehículo propio en régimen de pasaje o dejarlo estacionado en el intercambiador de transporte correspondiente, sea puerto o aeropuerto. También se cuentan entre las posibilidades el uso del taxi, el transporte público colectivo, o el vehículo de alquiler, entre otras, o también las nuevas modalidades de pago por uso que están proliferando gracias a las tecnologías de internet y comunicaciones.

Otra línea de investigación sería el mercado de transporte de pasajeros en régimen de crucero en el Atlántico Medio Occidental; se aborda aquí un primer análisis del movimiento de cruceristas entre los archipiélagos y sería de interés investigar más allá de este punto; por ejemplo, analizando la sustituibilidad o complementariedad respecto al transporte regular de pasajeros por mar y aire entre islas, pero fundamentalmente entre archipiélagos.

En esta Tesis Doctoral se ha trabajado ampliamente con las subvenciones al transporte en estos mercados, tema afectado por un debate que forma parte de la actualidad política y

¹² El análisis del coste generalizado por trayecto es susceptible de un desarrollo inmediato: este consistiría en diferenciar el origen y destino de cada pasajero a nivel municipal con lo que se obtendría una información valiosa a la hora de determinar mercados potenciales para cada alternativa del modo de transporte. Además, un estudio de estas características se podría complementar con las matrices origen-destino para el tránsito actual.

académica¹³. Profundizar en la determinación de una subvención óptima que maximice el excedente social, aprovechando los desarrollos aquí realizados sería una aportación valiosa en la temática¹⁴. Los resultados de un estudio de esta naturaleza podrían condicionar el importe de las subvenciones a otros parámetros de las rutas de tal manera que se aumente la eficiencia y beneficios sociales del conjunto del sistema, sin olvidar criterios de equidad territorial y otras variables socioeconómicas.

Otro aspecto que cabe desarrollar es la estimación del bienestar generado por aquellas actividades indirectas relacionadas con el transporte de pasajeros y mercancías. Esta posibilidad tiene una extensión variable: se puede comenzar por los beneficios sociales de aquellas actividades más próximas a las infraestructuras de transporte como pueden ser las explotaciones comerciales en las terminales de pasajeros, las agencias consignatarias, de aduanas o los mercados de acceso/egreso de pasajeros y mercancías. Al analizar estos mercados habría de ponerse especial atención para no caer en la doble contabilización de beneficios.

Finalmente se plantea una traslación del marco geográfico del estudio, como pueden ser en primer lugar, las conexiones interinsulares baleares. Un segundo ámbito podría comprender las conexiones de la Península Ibérica con Canarias, Baleares y las ciudades de Ceuta, Melilla o el norte de Marruecos. La tercera posibilidad, sin abandonar los archipiélagos

¹³ Destacar las recientes aportaciones el informe CNMC (2020) o la efectuada por los profesores X. Fageda, J.L. Jiménez y J. Valido en “[Algunos apuntes acerca de la eficiencia de las ayudas públicas al transporte de viajeros en avión](#)”.

¹⁴ En el curso de la elaboración de esta tesis se ha procedido a optimizar el excedente social tomando el porcentaje del billete que está subvencionado por la administración pública. Con el modelo empleado hemos hallado singularidades que requieren un análisis más detenido.

estudiados, englobaría un análisis conjunto de las conexiones entre Canarias, Madeira y el sur de la Península Ibérica, concretamente con los puertos de Portimão, Huelva y Cádiz, dando así una perspectiva comunitaria a unos mercados que actualmente se abordan desde una óptica estrictamente estatal. Por último, podrían considerarse las conexiones del archipiélago canario con los continentes africano y americano incluyendo también la influencia de los otros tres archipiélagos considerados en estos mercados.

Algunos de estas líneas son fácilmente abordables tras la finalización de esta Tesis Doctoral. Otras, sin embargo, requieren plantear los nuevos problemas y sus soluciones con precaución, además de requerir gran cantidad de nuevos datos.

Capítulo 2

Análisis de la oferta de transporte actual

Este capítulo situará al lector en el contexto del transporte del archipiélago canario y la región de Macaronesia, comenzando por una contextualización histórica. A continuación, se efectúa una somera descripción a nivel geográfico, económico y político, con intención de marcar los principales nodos de actividad turística y logística, para relacionarlos con los principales indicadores de estas actividades en el marco de los cuatro archipiélagos.

Más adelante se efectúa una revisión bibliográfica sobre el transporte en las Islas Canarias, con el fin de dar paso a un análisis de este sector. Primeramente, se expone la situación a lo largo del siglo XX. Luego, componiendo el núcleo del capítulo, se efectúa una descripción del periodo más reciente (2007-2018) que abarca el transporte de pasajeros, vehículos en régimen de pasaje y mercancías en los modo aéreo y marítimo.

Una de las características de este trabajo es que irá alternando el foco entre el contexto exclusivamente canario con otro que incluya las relaciones de Canarias con los otros tres archipiélagos atlánticos considerados.

La información mostrada en las próximas páginas conforma el sustrato sobre el que se incorporarán los bloques expuestos en los siguientes capítulos de la Tesis Doctoral.

2.1. Introducción al archipiélago canario

Las Islas Canarias son un archipiélago español situado en el Océano Atlántico a 100 km al oeste de la costa de Marruecos, una distancia muy inferior a la que lo separa de la España peninsular, unos 1.200 km. Por este motivo, Canarias es considerada una de las regiones ultraperiféricas de la Unión Europea.

El archipiélago consta de ocho islas¹⁵ que se espacian a lo largo de más de 400 km de este a oeste, una distancia similar al radio de la Península Ibérica, de asimilarse esta una circunferencia. Con una superficie de más de 7.000 km² y 2,2 millones de habitantes, son el principal archipiélago del Atlántico medio por población y magnitud del PIB.

Las islas estuvieron habitadas por comunidades aborígenes y prácticamente aisladas del resto del mundo hasta la época de la conquista castellana, efectuada a lo largo del siglo XV. A partir de ese momento comienza la apertura comercial del archipiélago hacia el mundo. Su papel como centro logístico se hizo patente durante las primeras expediciones castellanas a América. Los barcos que cruzaban el Océano Atlántico a vela bajaban hasta el archipiélago y continuaban hacia el nuevo continente impulsados por los vientos alisios. El contrapunto lo conformaban las Islas Azores, que quedaban en el camino de regreso de América. Esta buena posición, hizo de Canarias un lugar codiciado por otras potencias europeas, que perpetraron varios intentos de conquista a lo largo de la Edad Moderna.

¹⁵ En el Estatuto de Autonomía de Canarias de 2019, el antiguo islote de La Graciosa ha pasado a ser considerado como la octava isla, aunque administrativamente sigue siendo parte del municipio lanzaroteño de Teguise.

La economía canaria tuvo, desde sus comienzos, un fuerte grado de internacionalización, caracterizada por la exportación de productos naturales hacia el continente europeo como el vino, al igual que Madeira, o la barrilla¹⁶, y la importación, principalmente, de manufacturas. Este sistema se sustentaba en un régimen fiscal que favorecía el comercio con el resto del mundo, según Macías Hernández (2010).

El siglo XIX trajo consigo un cambio tecnológico en la navegación: los nuevos vapores a carbón, que aún necesitaban de un puerto para repostar combustible. La excelente ubicación de los puertos canarios como escalas carboneras, impulsó la actividad portuaria y comercial en el archipiélago. El favorable régimen fiscal, perdido con la crisis del Antiguo Régimen, fue recuperado con la Ley de Puertos Francos de 1852, y con ello se dinamizó la agroexportación hacia Europa, fundamentalmente el Reino Unido.

El cambio de siglo supuso el desarrollo del turismo y supuso una época de gran dinamismo comercial para las islas. Sin embargo, comenzaron a aparecer amenazas para la economía isleña: las dos guerras mundiales, el proteccionismo económico y la autarquía española de la década de 1940 frustraron la vocación internacional del comercio insular.

Poco a poco, la introducción de los motores diésel en la navegación redujo la significación de Canarias como punto de avituallamiento ya que esta tecnología aumentaba la autonomía y velocidad de los barcos considerablemente. Sin embargo, el progreso técnico también trajo consigo el motor a reacción, que daría pie al turismo de masas a partir de la década de 1960. El auge de esta actividad no solo hizo que pasara a ser el sector más importante de la

¹⁶ Planta rastrea de la que se extraía la sosa para producción de jabón. Canarias fue un importante productor en el siglo XVIII.

economía canaria, llegando a representar un tercio de su PIB, sino que proporcionó al archipiélago un nuevo impulso demográfico a la vez que perdían relevancia el sector agroexportador y la industria. La entrada de España en la Comunidad Económica Europea en 1986 obliga a las islas a elegir entre quedar dentro o fuera de la Unión, dilema que se decide en favor de la integración. Este hecho favorecerá la intensificación de lazos comerciales con la España peninsular en detrimento del comercio internacional.

En este punto se requiere ampliar la imagen y hacer una diferenciación entre islas, tal y como muestra la Figura 1. En tiempos en que la actividad agraria tenía un importante determinante demográfico, las islas mayores Tenerife y Gran Canaria, además de La Palma, se habían consolidado como las más importantes del archipiélago con gran diferencia sobre las demás. A un lado quedaban las islas occidentales, que contaban con recursos hídricos y una climatología que permitía el desarrollo de la agricultura, aunque en menor medida para El Hierro. Al otro, Fuerteventura y Lanzarote, las islas más orientales, mucho más áridas, tenían un potencial demográfico limitado.

Sin embargo, la llegada del turismo, que se desarrolló en primer lugar en Tenerife y Gran Canaria, ha llevado más recientemente a Fuerteventura y Lanzarote a importantes crecimientos gracias a su clima seco y la calidad de sus playas y paisajes, fundamentalmente. Por el contrario, las islas occidentales, cuyas costas son más abruptas, han caído en el estancamiento demográfico, habiéndose desarrollado recientemente un modesto sector turístico.

Pese al auge del turismo en Fuerteventura y Lanzarote, se observa en la Figura 1 que el archipiélago posee aún una estructura bicefálica entorno a Tenerife y Gran Canaria, donde se concentran la actividad administrativa, industrial, así como la mayoría de los servicios

más especializados como pueden ser los grandes hospitales y principales centros educativos.

Administrativamente, el archipiélago consta de varios niveles: el conjunto del archipiélago conforma la Comunidad Autónoma de Canarias, que, de acuerdo con el ordenamiento español, se divide en dos provincias, Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria, reflejo de la mencionada naturaleza bicefálica del archipiélago, donde las ciudades homónimas ostentan el título de cocapitales autonómicas. Las islas donde se encuentran, Tenerife y Gran Canaria, albergan cerca del 82% de la población, con un peso relativo similar entre ambas. Ello ha dado lugar a una terminología de islas mayores e islas menores, sufriendo las segundas la denominada doble insularidad.

El siguiente nivel administrativo está compuesto por las islas, que cuentan con una institución de gobierno específica: los cabildos insulares, los cuales ejercen varias competencias por delegación de la Comunidad Autónoma. Cada isla se divide a su vez en municipios tal y como dispone la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.

De esta breve exposición trasciende que el transporte siempre ha desempeñado un importante rol en el conjunto de archipiélago, en un primer lugar como puertos de escala para el transporte marítimo, y en el siglo XX como importantes receptores de turismo. Todo ello ha propiciado que se cuente en la actualidad con una buena infraestructura portuaria y aeroportuaria. Además, la doble insularidad y la bicapitalidad han favorecido el desarrollo de una vigorosa red interinsular de transportes marítimos y aéreos, que conforman el objeto de estudio de esta Tesis Doctoral.

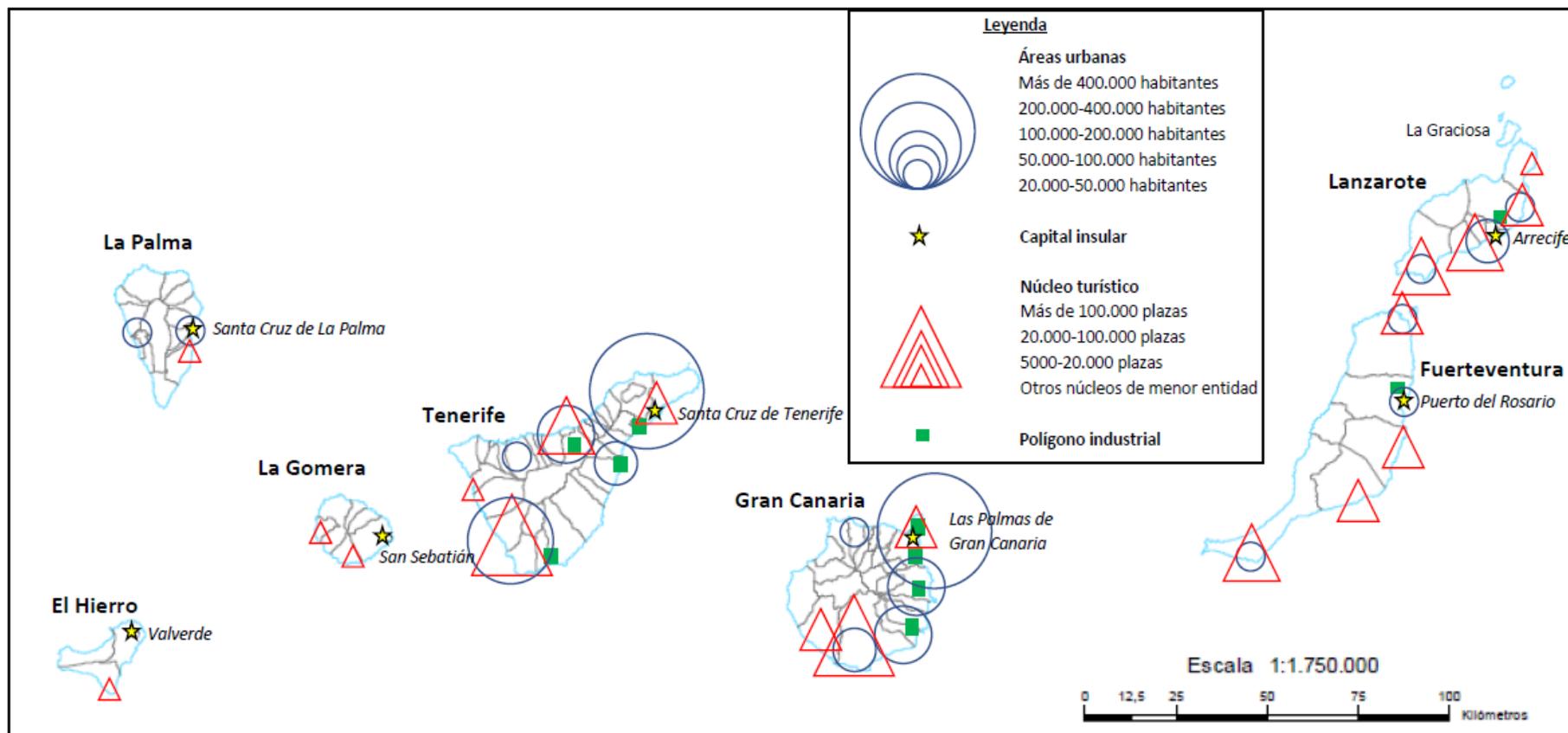
Canarias en la actualidad

A través de la Figura 1 se observa que las islas más occidentales carecen de actividad turística relevante, espacialmente a nivel de alojamiento. Sólo cuentan con dos discretos núcleos de población en la isla de La Palma. Por el contrario, las islas orientales, poseen una distribución de su infraestructura turística bastante uniforme a lo largo de su costa de sotavento, con las excepciones de los núcleos capitalinos.

Gran Canaria concentra más del 90% de su actividad turística en el sur de la isla, mientras que la población reside fundamentalmente en el área metropolitana de Las Palmas y sus ramificaciones hacia el sur, donde se ubican la mayoría de los polígonos industriales y zonas logísticas, y en menor medida hacia el noroeste, donde hay un mayor predominio del sector primario. Cabe destacar el Puerto de Las Palmas, el de mayor entidad de Canarias y uno de los más importantes de España en términos de carga general y abastecimiento de buques, destacando además en tráfico de pasajeros, según Puertos del Estado (2018). Tenerife cuenta con tres aglomeraciones urbanas importantes: en primer lugar, destaca el área metropolitana de Santa Cruz-La Laguna, como núcleo administrativo e industrial. En segundo lugar, cabe mencionar el sur de la isla, como principal zona turística, además de contar con un importante nodo logístico en el puerto de Los Cristianos y los polígonos existentes junto la autopista TF-1 en sentido Santa Cruz. Por último, destaca el Valle de La Orotava con una especialización en el turismo y sector primario. Además de lo anterior, existen dos zonas urbanas de menor magnitud entorno a Icod de Los Vinos, con orientación agraria, y en el Valle de Güímar-Candelaria. Esta última combina un carácter de ciudad dormitorio de Santa Cruz y zona industrial.

En la Figura 1 observan los focos generadores de demanda de transporte: núcleos urbanos, turísticos y los polos logístico-industriales.

Figura 1 Localización de la población, plazas turísticas y actividad industrial-logística



Fuente: elaboración propia

Figura 2 Mapas detallados de las islas Canarias

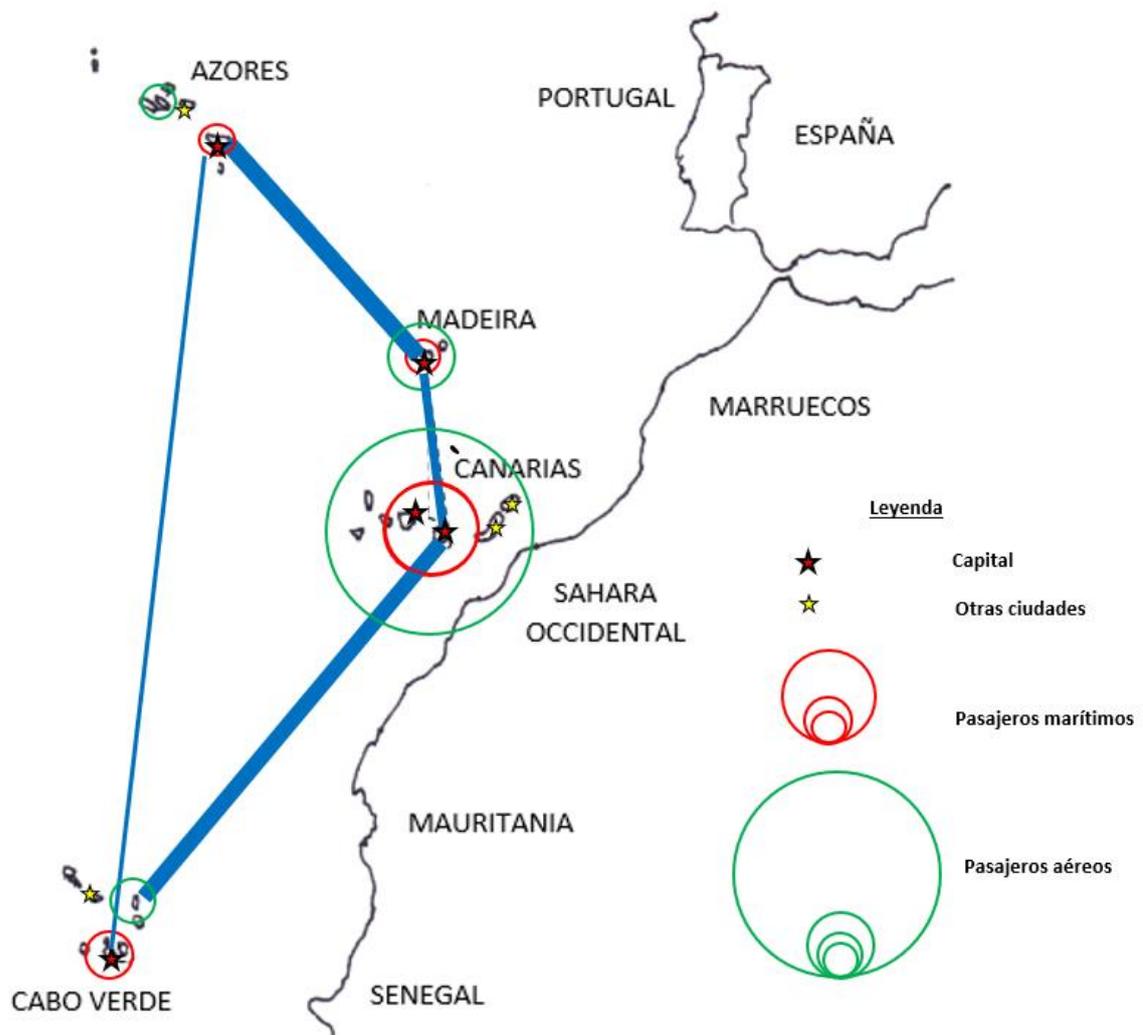


Fuente: elaboración propia a partir TomTom N.V. (2006-2020)

2.2. Canarias en el marco de la región de Macaronesia

Canarias conforma junto con los archipiélagos de Azores, Madeira y Cabo Verde una región denominada Macaronesia. Comparten la ubicación en el Atlántico Medio, el origen volcánico, la dependencia del turismo y sus vínculos políticos con Portugal o España.

Figura 3 Localización de los archipiélagos y transporte de pasajeros

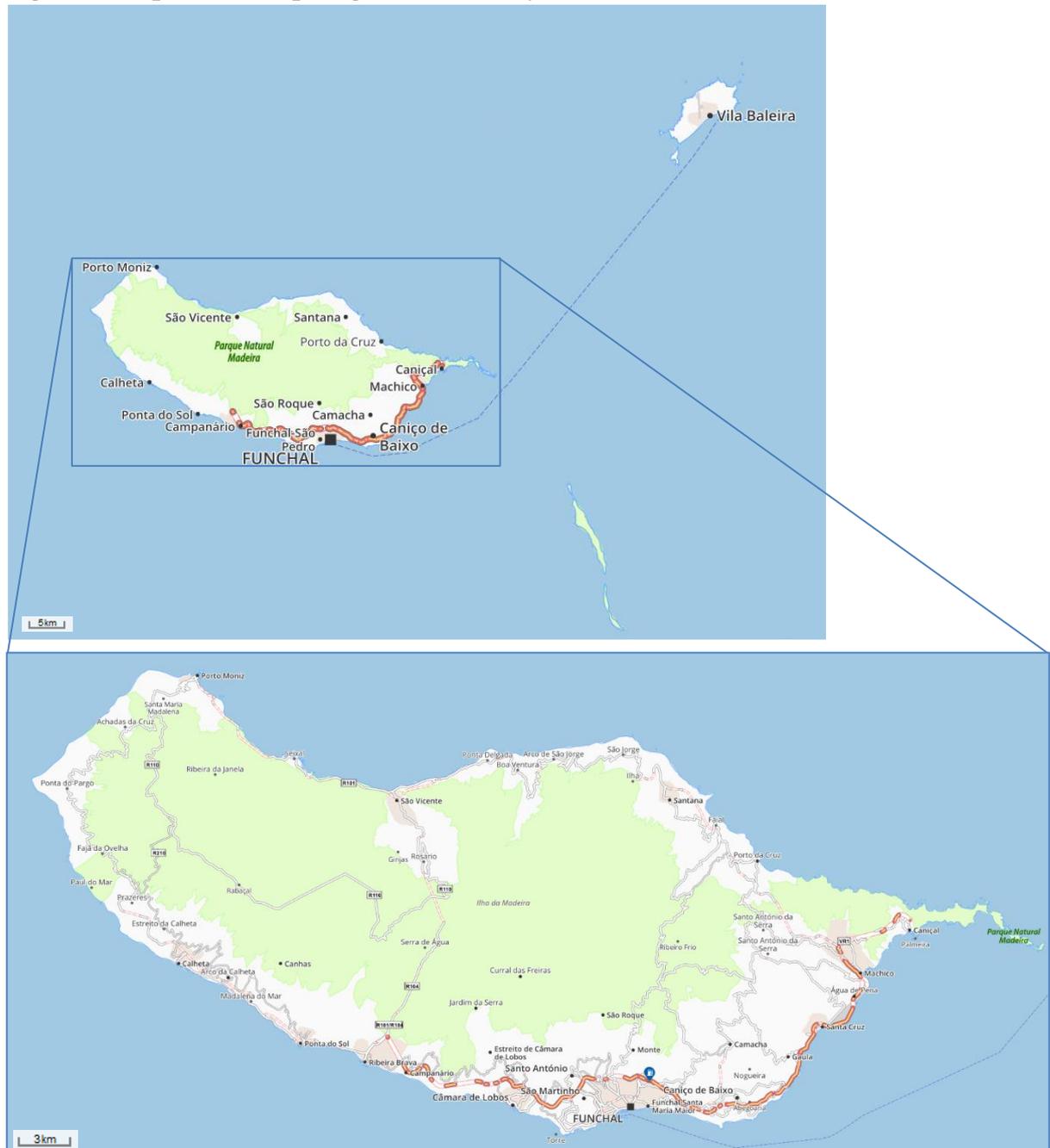


Fuente: elaboración propia. Las líneas rectas representan el flujo de pasajeros entre archipiélagos, y su grosor indica el volumen de estos. Ver mapas más detallados de cada archipiélagos en las próximas páginas.

Mientras Azores, Canarias y Madeira forman parte de estados miembros de la Unión Europea y detentan la condición de región ultraperiférica, Cabo Verde es, tras su

independencia de Portugal en 1965, un estado que cuenta con varios acuerdos con la Unión Europea, los cuales reflejan sus estrechos vínculos con Portugal y las relaciones comerciales con Canarias. No se puede olvidar la dependencia del turismo europeo como pilar fundamental de su actividad económica, López Guzmán et al. (2015).

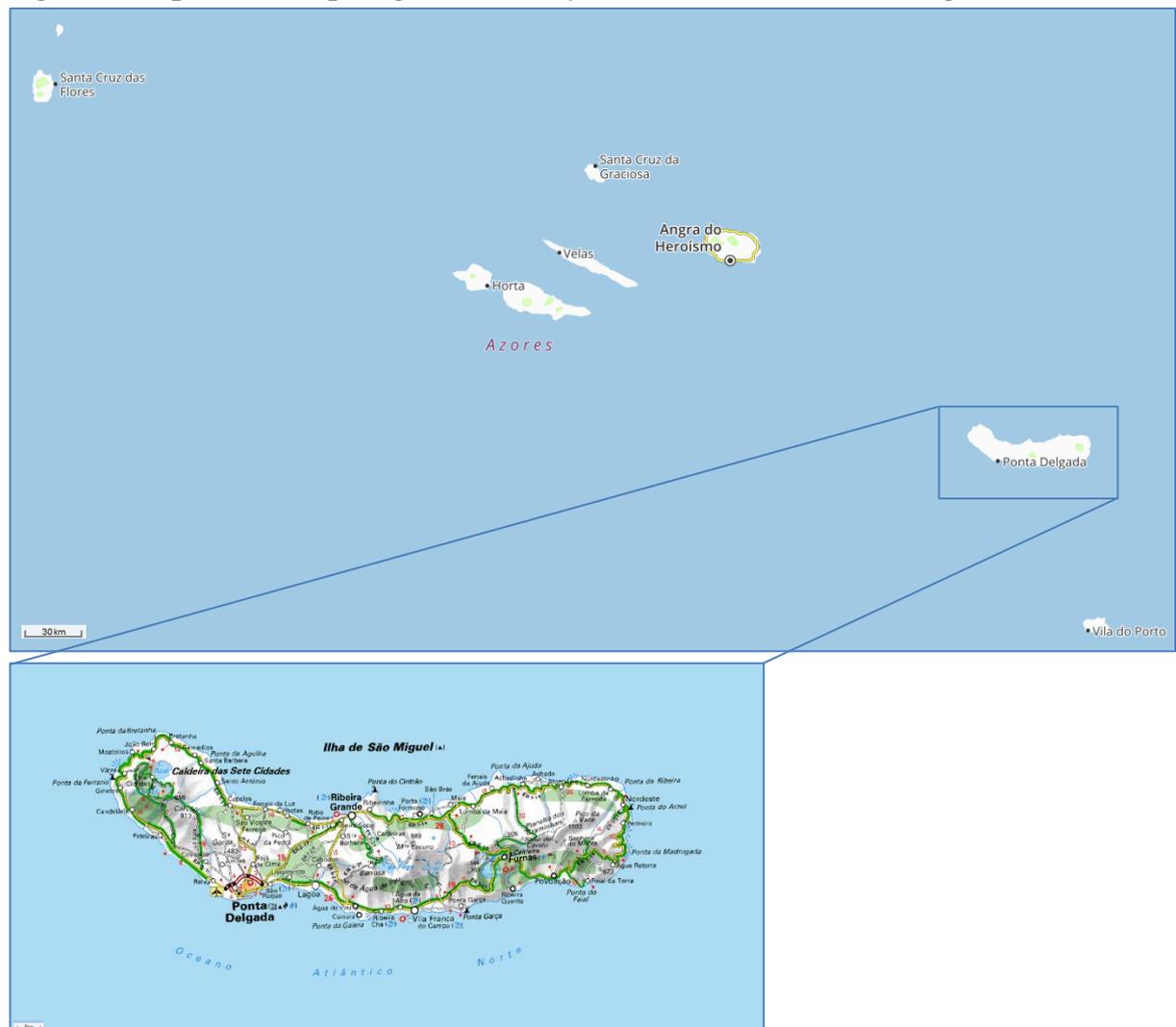
Figura 4 Mapa del archipiélago de Madeira y detalle de la isla de Madeira



Fuente: elaboración propia a partir de TomTom N.V. (2006-2020) La figura muestra las dos islas del archipiélago de Madeira: la isla homónima y Porto Santo al noreste, así como las deshabitadas Islas Desiertas situadas al sureste. De la isla principal, Madeira se extrae un mapa de detalle.

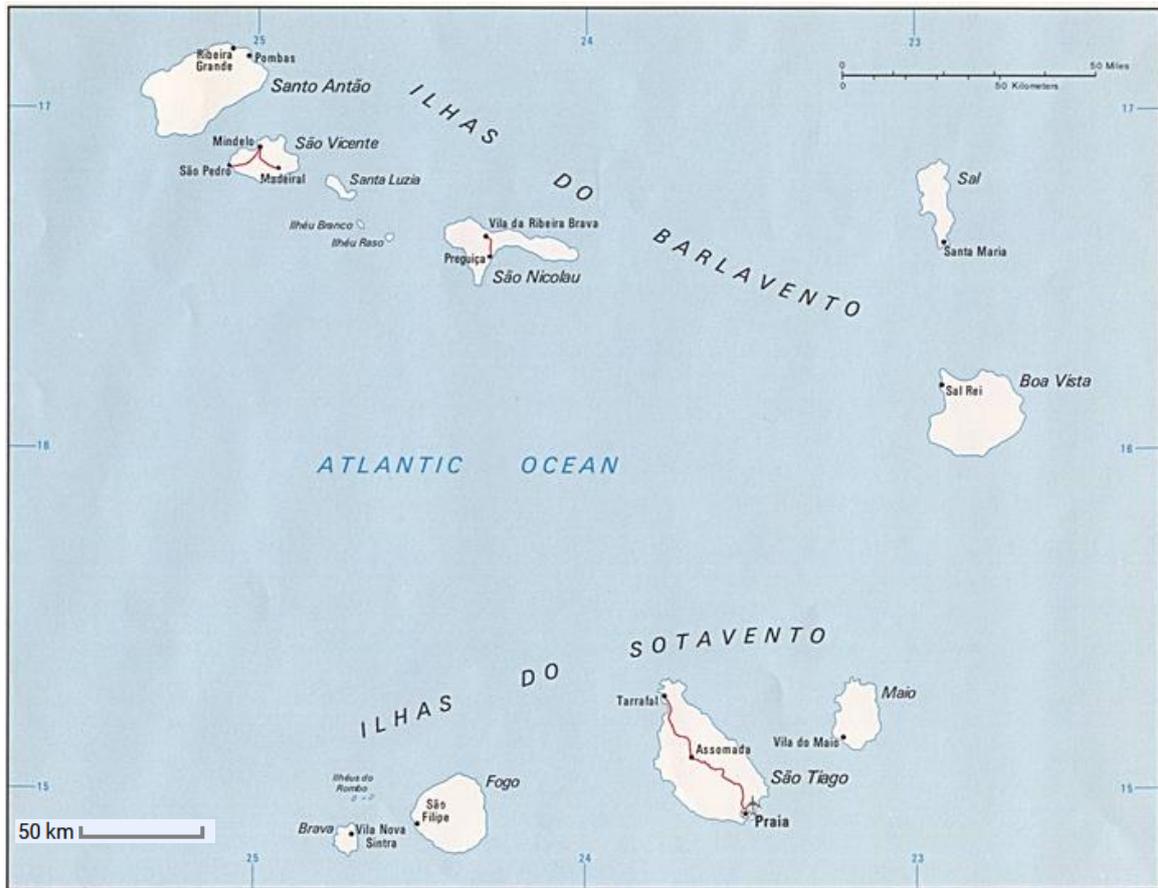
Los cuatro archipiélagos se hallan más cerca, al menos de uno de ellos, que del continente europeo, tal y como se aprecia en la Figura 3. Sin embargo, los vínculos de toda índole son mucho más intensos con su parte continental de España, en el caso de Canarias, y Portugal para el resto, que con los archipiélagos 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. Entre estas se cuentan la separación arancelaria, legislativa y cultural, sin olvidar la existencia de fuertes subvenciones al transporte con el continente europeo, que suben su coste relativo.

Figura 5 Mapa del archipiélago de Azores y detalle de la isla de São Miguel



Fuente: TomTom N.V. (2006-2020). De los tres grupos de islas que conforman las Azores, Occidental, Central y Oriental, representados en la siguiente figura, se muestra el detalle de la isla principal, São Miguel, que posee más del 50% de la población del archipiélago y ostenta la capitalidad de la región autónoma.

Figura 6 Mapa del archipiélago de Cabo Verde y detalle de Isla de Sal y Santiago



Fuente: Universidad de Texas Austin (2021). El archipiélago de Cabo Verde se divide en dos grupos de islas, sotavento y barlovento, representados ambos en la esta figura. Destacan dos islas correspondientes a dos islas del grupo de sotavento: Santiago, o São Tiago, por ser la isla capitalina y más poblada, e Isla de Sal, por ser la más relevante a nivel turístico.

Dentro de los archipiélagos existen notables diferencias geográficas tal y como se observa en la Tabla 1. Las Canarias, con una superficie que duplica al siguiente archipiélago, cuentan también con niveles absolutos muy superiores de población y actividad turística, lo cual se traduce en un mayor PIB; un orden de magnitud superior a los otros tres archipiélagos.

Si se toman magnitudes relativas, el análisis también revela que las Canarias se hallan sometidas a la mayor intensidad de explotación turística, lo cual se traduce en una mayor renta per cápita a falta de sectores primarios o industriales pujantes. En este caso, Madeira se halla en niveles de intensidad turística solo algo inferiores a la Canarias. Los tres

archipiélagos europeos tienen niveles de renta cercanos a la media de los Estados a los que pertenecen, mientras que Cabo Verde, parte de niveles muy inferiores, más cerca de los estados del África Subsahariana.

Tabla 1 Caracterización de los archipiélagos de la Macaronesia con cifras de 2017

Magnitud	Madeira	Cabo Verde	Azores	Canarias
Población [-]	245.283	538.567	254.876	2.154.978
Superficie [km]	795	4.033	2.333	7.447
PIB [MEUR]	4.361	1.636	3.965	44.206
PIB per cápita [EUR]	16.773	1.551	15.557	20.064
Turistas [-]	1.400.000	716.775	400.000	16.000.000
Islas [-]	2	9	9	7
Turistas /km ²	1.761	178	171	2.149
Turistas /habitante	5,7	1,3	1,6	7,4

Fuente: elaboración propia a partir de ISTAC, INE (España), INE (Portugal), INE (Cabo Verde). Se asume que en 2017 Canarias estaba formada por siete islas, en vez de la 8 actuales.

En lo que concierne al transporte de pasajeros, el análisis comparativo entre ambos archipiélagos muestra diferencias igualmente notables. La Tabla 2 relaciona el tráfico aéreo de pasajeros con el turismo, la población y la producción.

Tabla 2 Magnitudes del turismo y transporte aéreo de pasajeros (2017)

Archipiélago	Pasajeros aéreos totales	Turistas*	Turistas / habitante	Pasajeros / habitante	Pasajeros/ turista
Azores	2.245.555	400.000	1,6	8,8	5,6
Canarias	44.035.311	16.000.000	7,4	20,4	2,8
Madeira	3.377.843	1.400.000	5,7	13,8	2,4
Cabo Verde	2.649.231	700.000	1,3	4,9	3,7

Fuente: elaboración propia a partir de INE (España), INE (Portugal), INE (Cabo Verde), AENA, ASA y ANAC. Las dos primeras columnas contienen las magnitudes extensivas pasajeros aéreos totales y turistas, que llegan en su práctica totalidad por vía aérea. Las tres columnas de la derecha son ratios, resultantes de relacionar pasajeros y turistas con la población, y entre sí. *Cifras redondeadas.

En ella se observa que, de nuevo, Canarias, posee con sus ocho aeropuertos un volumen de pasajeros similar al de un aeropuerto en el *top-10* de la Unión Europea de la época, un orden de magnitud superior respecto a los otros archipiélagos. Este hecho, de nuevo se puede explicar por el mayor volumen del sector turístico.

Si se observa más allá del turismo, el cociente pasajero aéreo-turista resulta revelador del peso de este sector en la actividad aérea. Asumiendo que la práctica totalidad de los turistas llegan por vía aérea, se puede afirmar que un turista cuenta como dos pasajeros. De ahí se deduce que Azores cuenta con más pasajeros no-turistas que turistas, y que en Cabo Verde prácticamente serían iguales ambas magnitudes. Además del tráfico emisor, esta diferencia se puede explicar bien con el transporte aéreo interinsular, o bien con tránsito de conexión, donde los pasajeros que hacen autoconexión se contabilizan por partida doble. Otro factor son los vuelos interinsulares que efectúan los turistas durante una visita, donde para Canarias este hecho sería poco relevante.

En el caso del mercado canario, los pasajeros que utilizan el archipiélago como escala para volar a otro destino son muy pocos. Ese resto de los pasajeros lo conforman tráfico emisor canario, o bien de vuelos interinsulares, lo cual sirve para introducir la información mostrada en la Tabla 3. En ella se muestran la cantidad de pasajeros marítimos y de cruceristas. El número de pasajeros regulares resulta de restar los cruceristas al número total de pasajeros.

De nuevo, Canarias muestra cifras un orden de magnitud superiores al resto de archipiélagos. Mientras que para Madeira la actividad crucerística aporta cerca del 80% del volumen de pasajeros, en el resto de los archipiélagos es inferior al 20%, siendo así el transporte marítimo un medio dedicado sobre todo a conectar las islas entre los archipiélagos¹⁷.

¹⁷ En la Tabla 1 se observa que Madeira con una isla mayor y una menor requiere de pocas conexiones marítimas, frente a los otros archipiélagos, que cuentan con un número de islas muy superior.

Se observa que el PIB y el número de islas son los dos factores determinantes para explicar el número de pasajeros marítimos. La información presentada hasta este punto muestra que, por volumen de pasajeros, el mercado de transporte en Canarias es el más importante de estos cuatro archipiélagos. En las próximas páginas se profundizará en diferentes aspectos del transporte interinsular en Canarias.

Tabla 3 Intensidad del transporte marítimo de pasajeros en los archipiélagos (2017)

Archipiélago	Pasajeros marítimos regulares	Crucelistas	Pasajeros marítimos regulares/habitante	Crucelistas/habitante	Pasajeros marítimos / PIB [1/MEUR]
Azores	1.172.220	135.783	4,6	0,5	296
Canarias	11.127.577	2.205.700	5,2	1	252
Madeira	676.000	539.192	2,8	2,2	155
Cabo Verde	459.500	37.000	0,9	0	281

Fuente: elaboración propia a partir de Puertos del Estado, APRAM, Portos dos Açores, ENAPOR, INE (España), INE (Portugal), INE (Cabo Verde). Las dos columnas de la izquierda muestran las cantidades de los dos tipos de pasajeros que transitan por los puertos, mientras que las tres columnas derechas contienen indicadores de la intensidad al dividir los pasajeros marítimos entre la población, el número de crucelistas entre la población y los pasajeros marítimos entre el PIB regional.

2.3. Estado del arte en el transporte interinsular canario

En este momento, resulta pertinente mencionar aquellos trabajos centrados en el análisis de las diferentes vertientes del transporte en las Islas Canarias. La intención es mostrar el estado del arte y en qué facetas se han focalizado los principales investigadores en la materia.

El análisis del transporte interinsular canario en su conjunto cuenta con dos figuras académicas de referencia: Hernández Luis y Ramos Pérez, cuyos análisis se llevan a cabo dentro de la disciplina geográfica fundamentalmente.

El primero cuenta con una serie de publicaciones dedicadas en gran medida al transporte interinsular centrado en el análisis de magnitudes geográficas incluyendo una perspectiva

histórica. Sus publicaciones evolucionan hacia el estudio de la integración de la oferta a la demanda especialmente a través de los horarios y el concepto de la disponibilidad horaria, efectuando Hernández Luis (2002) propuestas para mejorar la accesibilidad desde un punto de vista horario. En Gobierno de Canarias abanderara en Gobierno de Canarias (2005) el eje transinsular de transportes¹⁸ (ETIT) como programa central de la política regional de infraestructuras, inspirado en las redes transeuropeas de transporte (TEN-T).

Recientemente, Hernández Luis (2018) o Delgado-Aguilar (2019) han incluido el transporte multimodal en sus trabajos, al considerar la idea de un eje transinsular que trasciende el análisis entre pares de islas, concepto que ya se menciona en Hernández Luis (2004);

Ramos Pérez (2001) se centra en el transporte aéreo entre las Islas Canarias y presenta un completo trabajo que abarca un estudio histórico del transporte interinsular hasta umbral del siglo XXI a través de un prisma geográfico, considerando aspectos de accesibilidad, conectividad, pasando por conceptos más generales del transporte aéreo aplicables al entorno insular y la infraestructura portuaria y aeroportuaria. Más recientemente, Ramos (2015) analiza el efecto de la competencia sobre los precios y otros aspectos del transporte aéreo interinsular.

Existe otra aproximación al estudio del transporte interinsular en Canarias desde una perspectiva de carácter microeconómico, centrada en la modelización de la demanda. Aquí resultan fundamentales los trabajos de González (1995), González y Ortúzar (2002) y más adelante Grisolía (2006) y Grisolía y Ortúzar (2010) Todos ellos analizan la demanda en el

¹⁸ Su finalidad es conectar todas las islas a través de un eje para facilitar el acceso de todo el territorio a las mejores conexiones con el continente y mejorar la circulación interna de pasajeros y mercancías.

corredor Tenerife-Gran Canaria mediante modelos de elección discreta, teniendo en consideración también el acceso como parte del trayecto. En sus trabajos se aporta información recopilada a base de encuestas *ad hoc* o aprovechando las encargadas por las administraciones públicas. Sus resultados serán de utilidad para contrastar las hipótesis que aquí se realizan, especialmente respecto al valor subjetivo del tiempo.

Hernández Luis (2006), Ramos Pérez (2001) y, de manera más fragmentada, Díaz Lorenzo (1989)¹⁹ aportan en su conjunto una visión bastante completa de la historia del transporte de pasajeros entre las Islas Canarias a lo largo del siglo XX. Por este motivo, no procede extenderse en lo sucedido durante las últimas décadas de la pasada centuria. En los siguientes párrafos se extraen unas ideas generales de las obras citadas, con intención de poner en antecedentes al lector.

Por otra parte, cabe destacar los trabajos de Garín-Muñoz (2006) donde caracteriza la demanda de transporte aéreo hacia el archipiélago canario por parte del turismo exterior, y de Gundelfinger-Casar y Coto-Millán (2018) que analizan la evolución del mercado de pasajeros aéreos desde la España continental a las islas, en el periodo más reciente. El trabajo de Garín-Muñoz se enmarca en una serie de estudios similares para diversos mercados del turismo receptor español.

Otra línea de investigación es el análisis de los efectos de las políticas públicas en el transporte donde Abreu et al (2018) analizan las obligaciones de servicio público (*OSP*) en

¹⁹ Este autor, además de la obra mencionada, tiene página web donde viene analizando la actualidad del transporte interinsular canario.

el entorno de Canarias; Fageda et al (2017) lo hacen a nivel europeo y generalizando para todas las políticas públicas.

En lo que afecta a otras regiones insulares, exclusivamente en el marco del transporte marítimo, cabe destacar los trabajos de Tzannatos (2005) para Grecia, que analiza el transporte marítimo en este país, para luego identificar patrones de fiabilidad de la flota. Lekakou y Vitsounis (2011) analizan los efectos de la concentración empresarial en este mismo mercado. Por otra parte, Sanguin (2007) analiza el fenómeno de la ultraperiferia en la Unión Europea, caso que atañe a todos los archipiélagos cuyas relaciones se tratan en este trabajo, y Martinetti (2012) que lo hace para el transporte de Córcega con Cerdeña y el continente. Rutz y Coull (1996) estudian el desarrollo del sistema de transporte marítimo en Indonesia.

2.4. Antecedentes del mercado de transporte interinsular actual

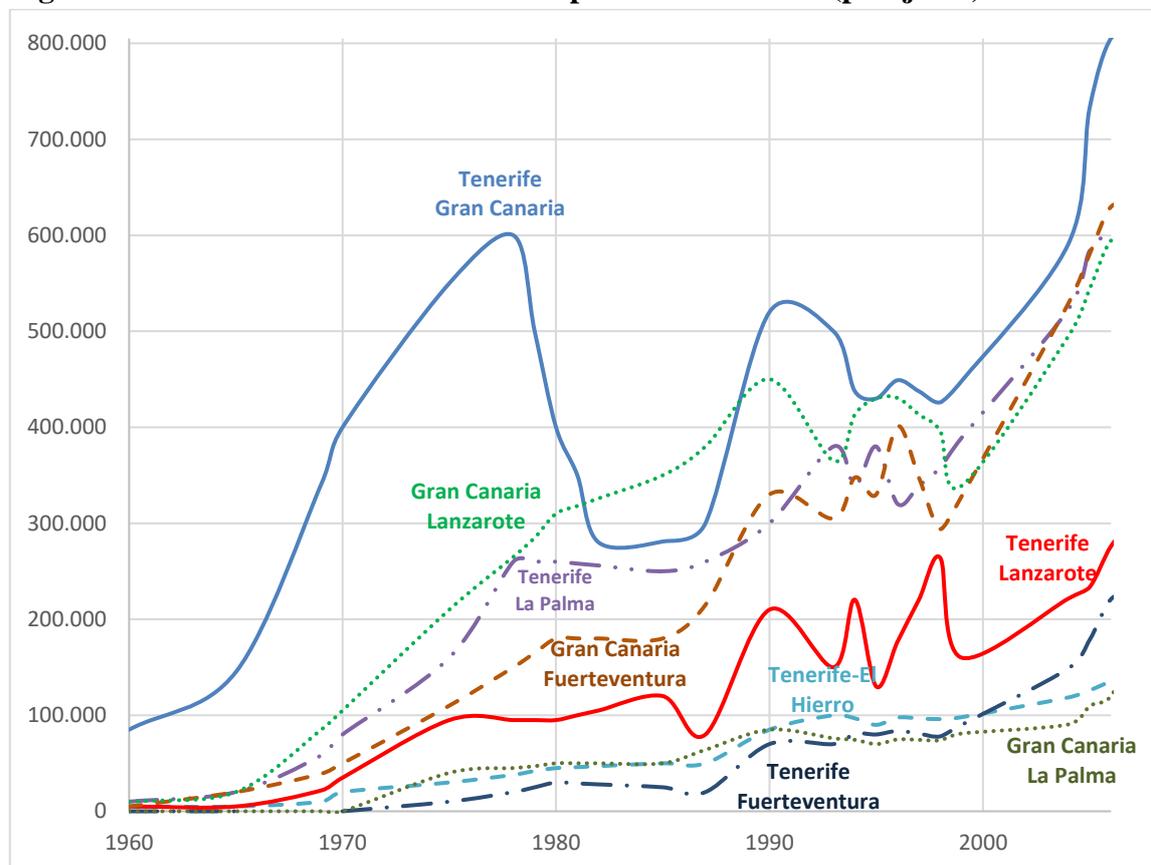
La historia del transporte regular en Canarias comienza en las primeras décadas del siglo XX, siendo en ese momento las frecuencias de conexión reducidas y con barcos que recorren las islas en circuitos semanales o quincenales, según Ramos Pérez (2001).

Después de la Guerra Civil Española (1936-1939) se vuelve a estructurar un sistema cada vez más capaz, introduciéndose paulatinamente el transporte aéreo de la mano de las compañías Iberia y Aviaco. Este modo suponía una gran ventaja frente al barco, ya que permitía efectuar los trayectos en una hora escasa frente a los largos e incómodos viajes en modo marítimo.

En ese sentido, cabe indicar que, pese a los elevados precios que había para la época, el transporte aéreo fue enormemente popular, si se tiene en cuenta que las cifras de transporte marítimo eran mucho menores que ahora, tal y como se muestra la Figura 7. Es decir, en el

split modal, el avión resultaba claramente dominante un modo aéreo que vive una edad dorada en Canarias durante los años 70.

Figura 7 Tráfico aéreo interinsular en el periodo 1960-2007 (pasajeros)



Fuente: elaboración propia a partir de Hernández Luis (2002), Ramos Pérez (2001) y AENA. Este gráfico muestra cómo ha ido evolucionando el número de pasajero por ruta en este periodo. El texto de este apartado explica las vicisitudes más relevantes.

Sin embargo, es en esta misma década cuando comienza la modernización de la flota de la naviera Trasmediterránea, a través de la introducción de los dos buques de la clase Delfín. Estos dos barcos de tipología Ro-Pax²⁰, supusieron una transformación del transporte

²⁰ Un buque Ro-Pax es aquel que permite la carga y descarga de mercancía rodada por sus propios medios, conocidos como Ro-Ro, que además cuenta con instalaciones para el transporte de pasajeros en salones y, en muchas ocasiones, camarotes.

marítimo en Canarias permitiendo el transporte de pasajeros, vehículos y carga rodada a velocidades cercanas a los veinte nudos, según Díaz Lorenzo (1989).

Este hecho supuso una mejora significativa de las comunicaciones marítimas en términos de rapidez y confort; por primera vez el barco era una alternativa creíble frente al avión, a unos precios notablemente más bajos.

Adicionalmente, otros dos factores propiciaron dicho trasvase entre modos. En primer lugar, hubo una restructuración de flota efectuada por Iberia, sustituyendo los aviones turbohélice por otros reactores de mayor tamaño, lo que redujo enormemente las frecuencias²¹.

En segundo lugar, cabe destacar las dos crisis del petróleo y sus repercusiones en España en términos de inflación y aumento del desempleo. Más adelante, en los años 80, la naviera pública introdujo barcos tipo *hidroala* o *jet-foil*, rápidos y cómodos, que revolucionaron las conexiones entre las dos capitales canarias, y más tarde, uniendo las islas principales con Fuerteventura y La Gomera, los cuales estuvieron en servicio hasta entrada la década de los 2000. Estos barcos, especialmente entre Santa Cruz y Las Palmas, lograron una posición de dominio del mercado.

²¹ Los turbohélices Fokker-27 de 50 plazas, además de modernos, resultaban aeronaves muy adecuadas para el transporte entre islas. Los aviones que vinieron a sustituirlos, el Douglas DC-9 (105 plazas) y el Boeing 727-200 (160 plazas) estaban diseñados para operar rutas de entre 1.000 y 2.000 km, por lo que en Canarias estaban completamente fuera de su punto de diseño. El mayor número de plazas implicaba reducir las frecuencias de entre un 50% o un 70%, restando así atractivo al modo aéreo. A su favor se puede argumentar con el mayor confort para el pasajero en términos de silencio y estabilidad en vuelo.

Subvenciones a los pasajes

En los años 80 se comenzará a subvencionar el precio de los billetes al pasajero²², lo que ha supuesto que medios relativamente caros como el jet-foil y el avión fuesen cada vez más atractivos para segmentos más amplios de la población, quedando el ferry convencional restringido para aquellos pasajeros más sensibles al precio o aquellos que desearan llevar su vehículo consigo. En este punto conviene mencionar el trabajo de González (1995), que efectúa una caracterización de la demanda del trayecto Tenerife- Gran Canaria mediante el método de las preferencias declaradas²³.

El trabajo de González (1995) recomienda en sus conclusiones la introducción de ferries más rápidos, un hecho que estaba teniendo lugar en aquel momento gracias a la liberalización impuesta desde instancias comunitarias. Hasta ese momento, la compañía pública Trasmediterránea dominaba las conexiones con pocas excepciones, tal y como se observa en la Tabla 4.

La naviera Fred. Olsen, que hasta entonces restringía sus operaciones regulares al trayecto Los Cristianos (Tenerife)–San Sebastián de la Gomera, comenzó a operar una nueva ruta entre Agaete, un puerto secundario en el oeste de Gran Canaria, y Santa Cruz de Tenerife.

²² Ramos (2001)

²³ Le seguirán los trabajos de actualización González y Ortúzar (2002), y más adelante Grisolia (2006) y Grisolia y Ortúzar (2010) Todos ellos analizan la demanda en el corredor Tenerife-Gran Canaria mediante modelos de elección discreta, teniendo en consideración también el acceso como parte del trayecto. Aportan información recopilada a base de encuestas ad hoc o aprovechando las encargadas por organismos público. Sus resultados serán de utilidad para contrastar las hipótesis que aquí se realizan, especialmente respecto al valor subjetivo del tiempo.

Así, se lograba reducir el trayecto, gracias a una menor distancia entre puertos y unos buques con una velocidad de crucero superior a los ferries de Trasmediterránea²⁴.

Tabla 4 Cuotas de mercado Tenerife-Gran Canaria: jet-foil, avión y ferry

AÑOS	PASAJEROS TRANSPORTADOS			AVIÓN (%)	JET FOIL (%)	FERRY (%)
	AVIÓN	JET FOIL	FERRY			
1987	139.450	201.426	64.405	34,41	49,70	15,89
1988	153.666	202.992	71.625	35,88	47,40	16,72
1989	219.510	150.055	58.339	51,30	35,07	13,63
1990	253.120	153.415	53.355	55,04	33,36	11,60
1991	267.414	152.330	46.867	57,31	32,65	10,04
1992	268.710	149.889	40.371	58,55	32,66	8,80
1993	244.338	173.776	36.374	53,76	38,24	8,00
1994	248.742 ¹	167.607	33.710	55,26	37,24	7,49

¹ Datos en una sola dirección.

Fuente: González (1995). Se define cuota de mercado como porcentaje del total de pasajeros transportados entre Tenerife y Gran Canaria. El ferry, en este estudio, es el de Trasmediterránea que unía Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria en 4 horas.

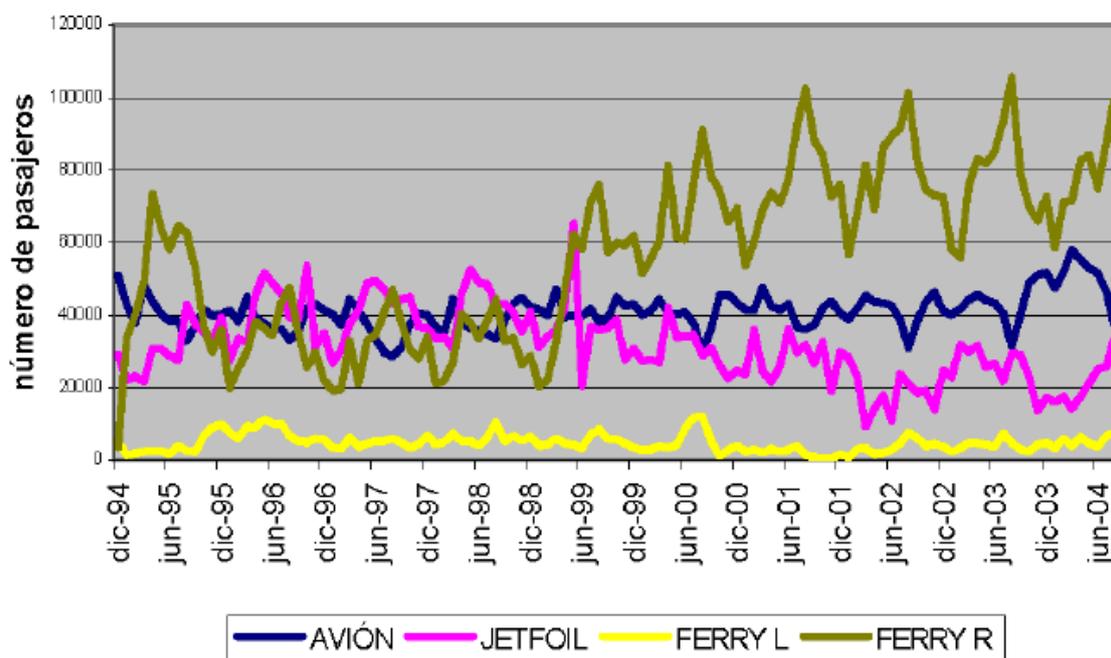
Poco después, en 1995, la Naviera Armas, que hasta la fecha trabajaba solo el transporte de mercancías pasó a operar también con dos nuevos buques Ro-Pax, en competencia directa con Trasmediterránea. Desde entonces Fred. Olsen fue poniendo en servicio barcos cada vez más veloces, en tanto que la respuesta de Trasmediterránea no fue capaz de defender su cuota de mercado. Más recientemente, la Naviera Armas ha venido optado por

²⁴ Este nuevo servicio coincidió con la introducción de los buques serie Tritón por parte de Trasmediterránea, los cuales no podían alcanzar con velocidades superiores a los 15 nudos.

ofrecer un servicio más económico y con mayor focalización en la carga, aunque utilizando buques con velocidad de crucero que superan ligeramente los 20 nudos.

Esta proliferación de competidores, así como los problemas técnicos y de seguridad que sufrían los *jet-foil* fueron llevando a la naviera pública a ir cerrando rutas paulatinamente para finalmente abandonar el transporte interinsular canario y centrarse en el Mediterráneo; ver Figura 8.

Figura 8 Partición modal entre Tenerife y Gran Canaria de 1994 a 2004



Fuente: Grisolí (2006). Este distingue dos tipos de ferry: Mientras que FERRY L (lento) representa al buque de Trasmediterránea que hacía el trayecto entre Las Palmas y Santa Cruz en 4 horas, el FERRY R (rápido) realizaba el trayecto entre Sant Cruz y Agaete pasando de las 2 horas hasta 1999 y en 80 minutos después, debido a la incorporación de nuevos buques aún más veloces.

Esta decisión ha venido dictada también por la venta del operador público a Acciona y Grupo Matutes en 2002 y la necesidad de reducir las pérdidas de la compañía.

Desde entonces, hasta 2017, fecha en que fue adquirida por Naviera Armas, la antigua empresa pública solo operaba en relación con Canarias la conexión con la Cádiz, que efectuaba una escala semanal en varios puertos, y con ello un impacto anecdótico en el transporte interinsular.

El transporte aéreo muestra una evolución diferente puesto que contó una respuesta más adecuada por parte de la empresa pública. La creación de Binter a finales de los años 80 responde a la necesidad el Grupo Iberia de contar con una marca especializada en un mercado tan específico como el interinsular canario, donde las operaciones del grupo público eran muy deficitarias. Tal y como se observa en la Tabla 4, la nueva compañía logró no solo aumentar sustancialmente la cuota de mercado del avión, sino que redujo las pérdidas operativas de manera sustancial, según González (1995)

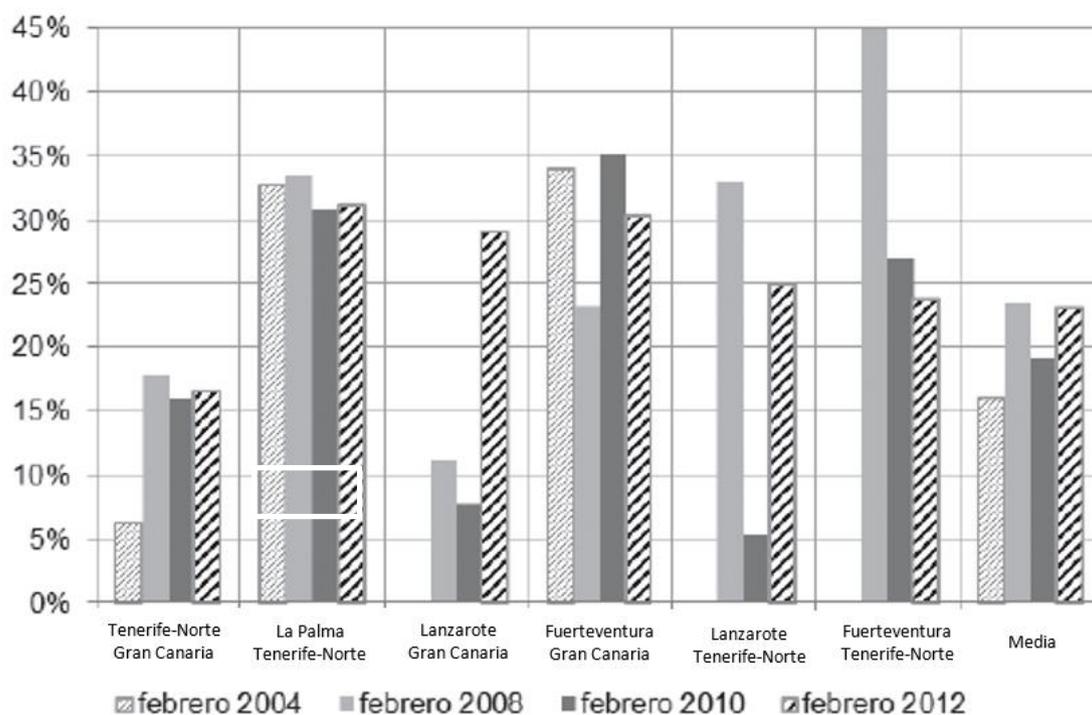
Una década más adelante, a comienzos de los años 2000, el Grupo Iberia, ya privatizado, procedió a la venta de la aerolínea regional a un accionariado local. Bajo la nueva dirección, se ha dado paso a la expansión internacional del grupo, así como a una recuperación de las cifras de pasajeros de los primeros años 70, todo ello en concurrencia con un transporte marítimo cada vez más veloz y cómodo para el pasajero. Desde la liberalización del mercado en 1993, la compañía canaria se ha visto acompañada por varios competidores como Islas Airways (2004-2012), Canaryfly (desde 2012) o de Air Europa (1997-1998 y 2017-2019). Estos agentes no han llegado en ningún momento a suponer una verdadera amenaza para el predominio de Binter, concluyendo la historia de estos aspirantes, antes o después, en abandonos y desapariciones²⁵, salvo en el caso de Canaryfly.

Según Ramos Pérez (2015) la existencia de competidores ha sido beneficiosa para el consumidor porque se ha traducido en más frecuencias y menores precios que en una

²⁵ Islas Airways opera de 2001 a 2012. Naysa fue finalmente adquirida e integrada en el grupo Binter. Air Europa ha operado en Canarias en dos ocasiones 1996-1997 y 2017-2019. En la última ocasión cede sus rutas a CanayFly, aerolínea que toma el testigo de Islas Airways en 2012 y parece que va consolidado su actividad como subcontrata de Air Europa y Air Nostrum en rutas de baja densidad peninsulares y baleares.

situación de monopolio. La Figura 9 muestra una evolución de la cuota de mercado de Islas Airways, la cual alcanza cotas de entre el 20 y el 25% en el periodo de mayor actividad. Si se observa la evolución de precios en la Figura 10, se puede destacar que la desaparición de Islas Airways en 2012 conllevó un incremento de precios para 2013 de más del 10%, coincidiendo con un descenso del precio del petróleo.

Figura 9 Cuota de Islas Airways sobre la oferta de plazas por ruta (2004-2012)



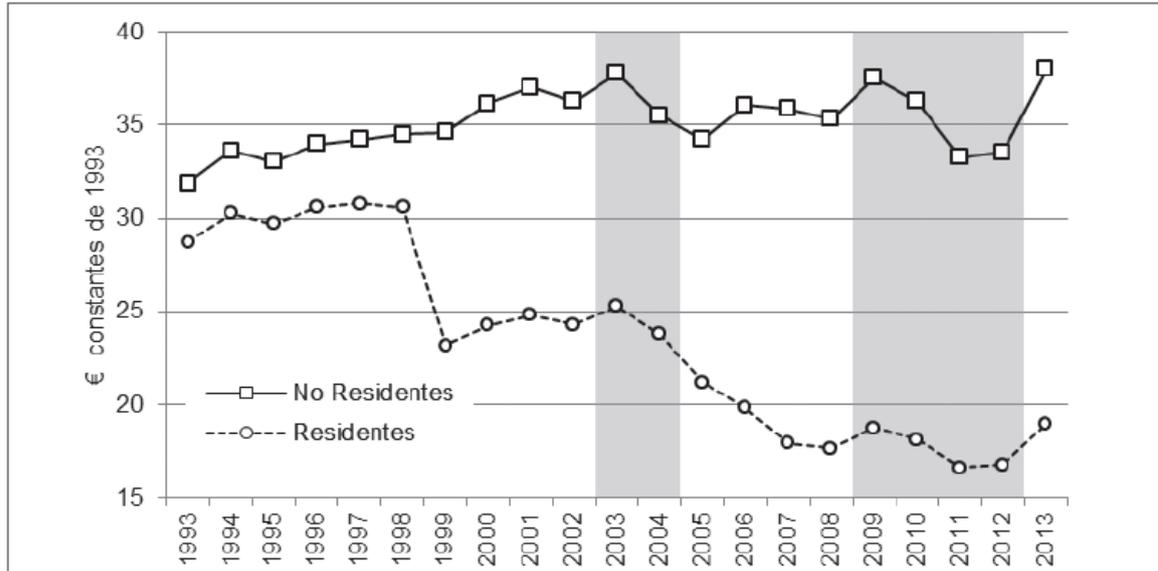
Fuente: Ramos Pérez (2015) Este gráfico muestra la cuota de mercado de Islas Airways en las rutas en las que esta aerolínea compitió frente a Binter Canarias durante el periodo señalado.

Si bien el mercado interinsular canario viene gozando de subvenciones públicas crecientes²⁶, la historia reciente muestra que solo un operador ha podido sostener las operaciones de manera continuada. Es posible que, gracias a aumentar del 50% al 75% el

²⁶ Ver apartado 4.4 para más detalle sobre el régimen de subvenciones al transporte en Canarias.

peso de la subvención desde 2017, dicho mercado pueda soportar una segunda aerolínea en mejores condiciones, tal y como muestra la experiencia de Canaryfly.

Figura 10 Evolución del precio medio de los pasajes aéreos interinsulares (1993-2012)



Fuente: Ramos Pérez (2015). En este gráfico, su autor muestra la evolución temporal de las tarifas para ambos tipos de pasajero: residente y no residente. Las bandas grises verticales en la mitad derecha del gráfico señalan los periodos en los que Binter Canarias ha contado con un competidor relevante en el mercado.

2.5. El transporte interinsular en el periodo 2007-2018

En este apartado se procederá a analizar el periodo 2007-2018, que engloba todo el ciclo económico actual. Comienza con en el fin de la fase alcista del ciclo anterior, engloba los años de recesiones, con una caída, que afectó en mayor medida al turismo inicialmente, y cuya recuperación comienza bastante antes que el tráfico interinsular y peninsular. Este

hecho se debe a que, al igual que al conjunto de la economía española, la canaria tardó más en recuperarse que la de los principales mercados emisores de turistas²⁷.

En primer lugar, se analizará el tráfico de pasajeros y vehículos en régimen de pasaje, para continuar con el mercado de carga.

Tráfico de pasajeros en el archipiélago canario

La Figura 11 muestra la evolución de las principales magnitudes de pasajeros a lo largo de los últimos años entre pares de islas, para ambos modos de transporte, en el periodo 2007-2018.

Se trata de pasajeros directos, que son los que permiten identificar las fuentes consultadas. En cualquier caso, los pasajeros indirectos suponen cantidades al menos un orden de magnitud inferior en las conexiones entre islas mayores e islas menores, tal y como se observa en las estadísticas de AENA. Entre islas menores de diferente provincia se trataría de magnitudes bastante menores, según AENA (2017) y Promotour (2014-2019).

En líneas generales, se puede describir la evolución a lo largo del ciclo económico como de caída en los años de crisis 2008-2012 y de recuperación en el periodo posterior de recuperación 2013-2018. Sin duda, se observan diferencias por trayectos, en los que la caída ha sido más o menos acusada en función de otros factores, como el peso del turismo en la conexión, su atractivo como destino turístico interno, o el mero incremento de la población e infraestructura turística en las islas de Fuerteventura y Lanzarote. En el apartado 3.1 se

²⁷ Se puede ir más allá y afirmar que Canarias ha ido quedando claramente rezagada respecto a la media española en términos de renta per cápita a lo largo del último ciclo económico (2007-2018), según Eurostat (2021).

relacionará esta magnitud con los precios de los pasajes y el crecimiento económico, al realizar una estimación de las funciones de demanda. En este sentido, es importante destacar efecto sobre las cantidades que tuvo el aumento de la subvención al residente canario, pasando del 50% al 75% del precio del billete, efectuado a mediados de 2017. Ello equivale a reducir a la mitad el precio a pagar por el viajero residente en las islas.

En la jerarquía de importancia entre conexiones destaca la primacía de las conexiones entre Gran Canaria y Tenerife, las cuales suponen el 82% de la población de archipiélago y cuentan con prácticamente todas las sedes principales de la administración canaria, la administración periférica estatal y los principales centros productivos y de servicios.

Como apunta Hernández Luis (2002), las conexiones entre las islas menores y la isla mayor de su provincia aportan el máximo número de desplazamientos per cápita. Así, existe un grupo de conexiones con un volumen importante de pasajeros que ha llegado a superar el millón anual, como son el Tenerife-La Gomera, el Gran Canaria-Fuerteventura y el Fuerteventura-Lanzarote. La primera y la segunda cuentan con un elevado porcentaje de turistas entre sus pasajeros²⁸.

Otras conexiones importantes son las Tenerife-La Palma y Gran Canaria-Lanzarote que superan el medio millón de viajeros anuales. Las demás conexiones son bastante menores en volumen, y se trata de conexiones entre las islas mayores con las menores de la otra

²⁸ Ramos (2001) apoyándose en conceptos geométricos clarificadores, denomina a estas rutas *radiales*, mientras que llama *subradiales* a las que unen las islas mayores con las islas menores de la otra provincia.

provincia, además de el caso de El Hierro, la isla menos poblada del archipiélago, y situada a una distancia poco atractiva para el turismo que se hospeda en Tenerife.

Los mapas de la Figura 12 y siguientes²⁹ proporcionan al lector una impresión general de la estructura del transporte marítimo y aéreo interinsular respectivamente, en 2018. El primer mapa, muestra la ubicación y clasificación de los puertos de la región.

Se puede destacar el gran número de puertos, como es de esperar en un archipiélago. El ente público Puertos del Estado, a través de las Autoridades Portuarias de Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria, gestionan aquellos puertos principales de cada isla, así como los puertos industriales de Granadilla, Arinaga y Salinetas. Los primeros se hallan en las cercanías de las capitales y son de carácter generalista, pues permiten la operativa de todo tipo de embarcaciones. Los segundos, se restringen a mercados específicos como pueden ser los graneles líquidos o para usos cargueros y dar apoyo a las zonas industriales adyacentes.

El ente público autonómico Puertos Canarios, gestiona una serie de puertos comerciales dedicados al tráfico regular de pasajeros, además de numerosos puertos deportivos y, en menor medida, pesqueros. La empresa, creada en los años 80, ha sido la encargada de construir de manera paulatina una red regional de pequeños puertos comerciales que permiten la operativa de trasbordadores, pequeñas embarcaciones de transporte e incluso

²⁹ Se ha optado por ubicar de manera agrupada todos los mapas de este capítulo al estar dispuestos en páginas con disposición horizontal. Se trataría de la Figura 12 (clasificación de puertos, pág. 60), la Figura 13 (puertos y conexiones marítimas de pasajeros, pág. 61) y la Figura 14 (aeropuertos y conexiones aéreas de pasajeros, pág. 62).

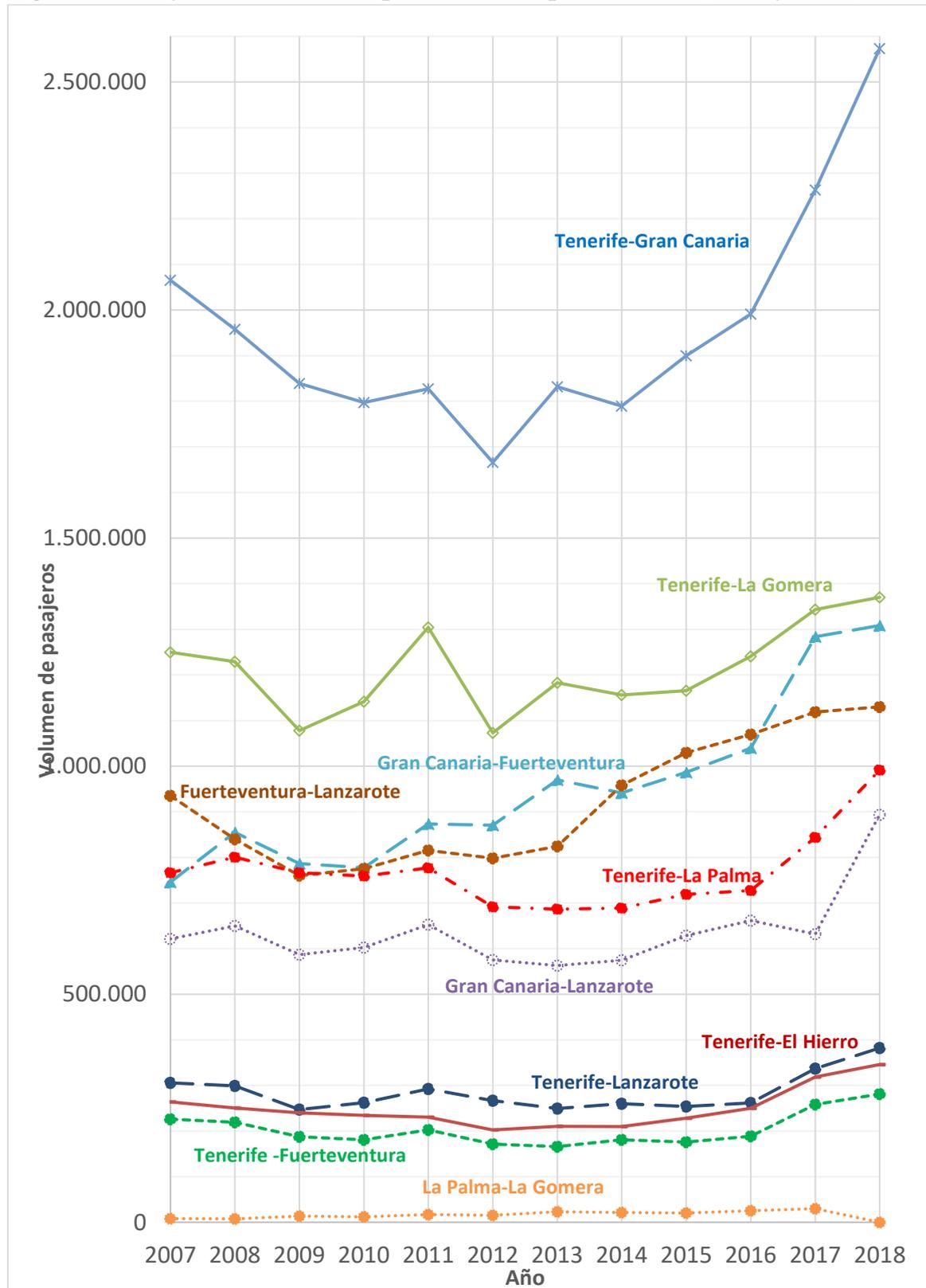
cruceros. Al contrario que los puertos de la red estatal, los puertos autonómicos canarios, se hallan diseminados por toda la geografía insular, según Granado Paz (2015).

En algunos casos han logrado un desarrollo importante gracias a que se encuentran en el punto más cercano a la isla vecina, logrando una ventaja competitiva frente a los puertos principales de la isla, logrando reducir la distancia del trayecto marítimo. El puerto de Agaete en el oeste de Gran Canaria, o los puertos de Corralejo (Fuerteventura) y Playa Blanca (Lanzarote) son los mejores ejemplos.

Además, existen otras infraestructuras como el de Valle Gran Rey y Playa de Santiago en La Gomera, cuya finalidad es proporcionar a viajeros y transportistas una cómoda alternativa por mar frente a la abrupta orografía insular, y los largos recorridos de las conexiones terrestres.

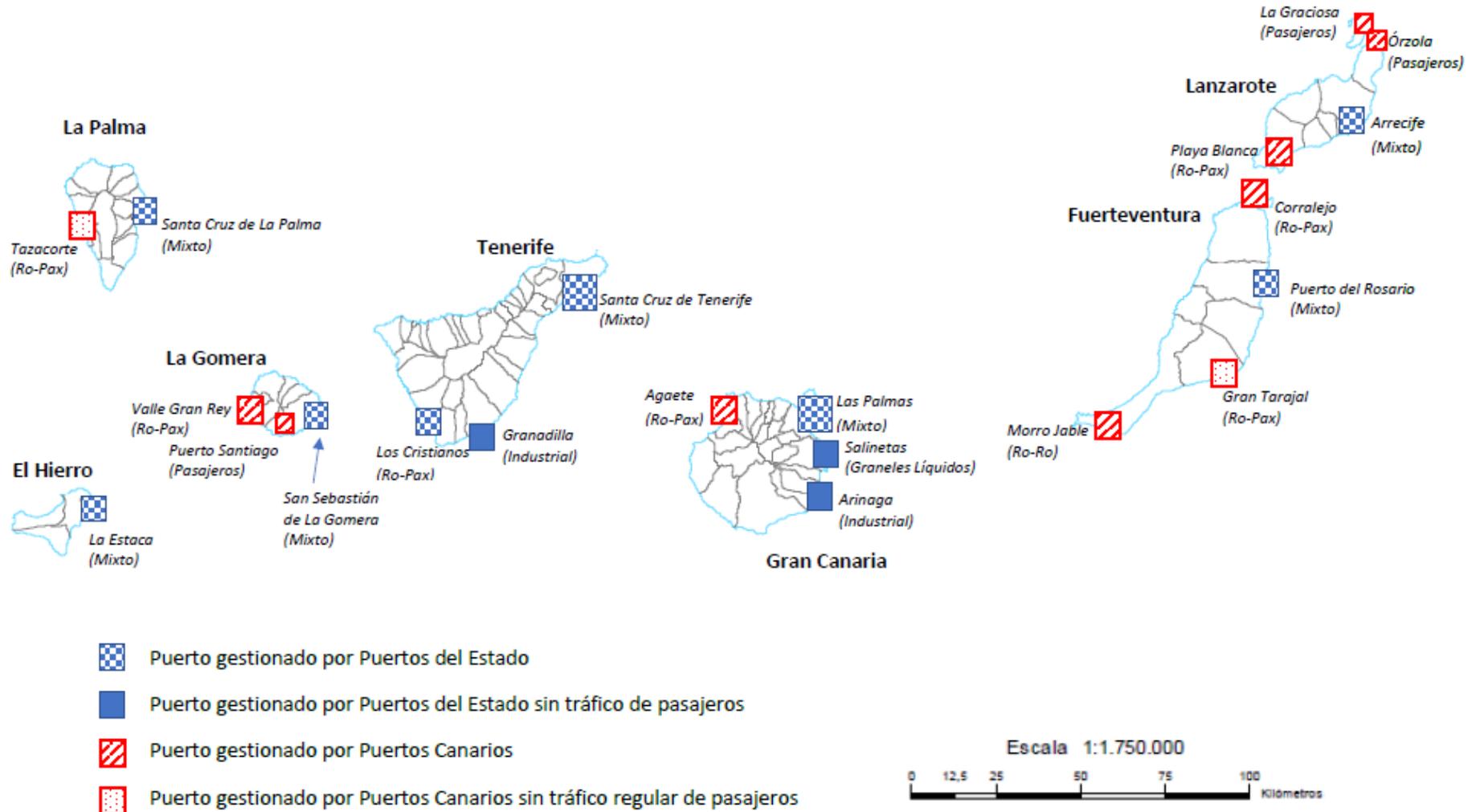
En el segundo mapa, Figura 13, se observa la importancia relativa de las rutas por volumen de pasajeros. Destacan las rutas de corta distancia entre el sur de Tenerife y La Gomera, entre Lanzarote y Fuerteventura, así como las conexiones que hay entre Gran Canaria y Tenerife y entre Gran Canaria y Fuerteventura.

Figura 11 Pasajeros directos transportados entre pares de islas (avión y barco)



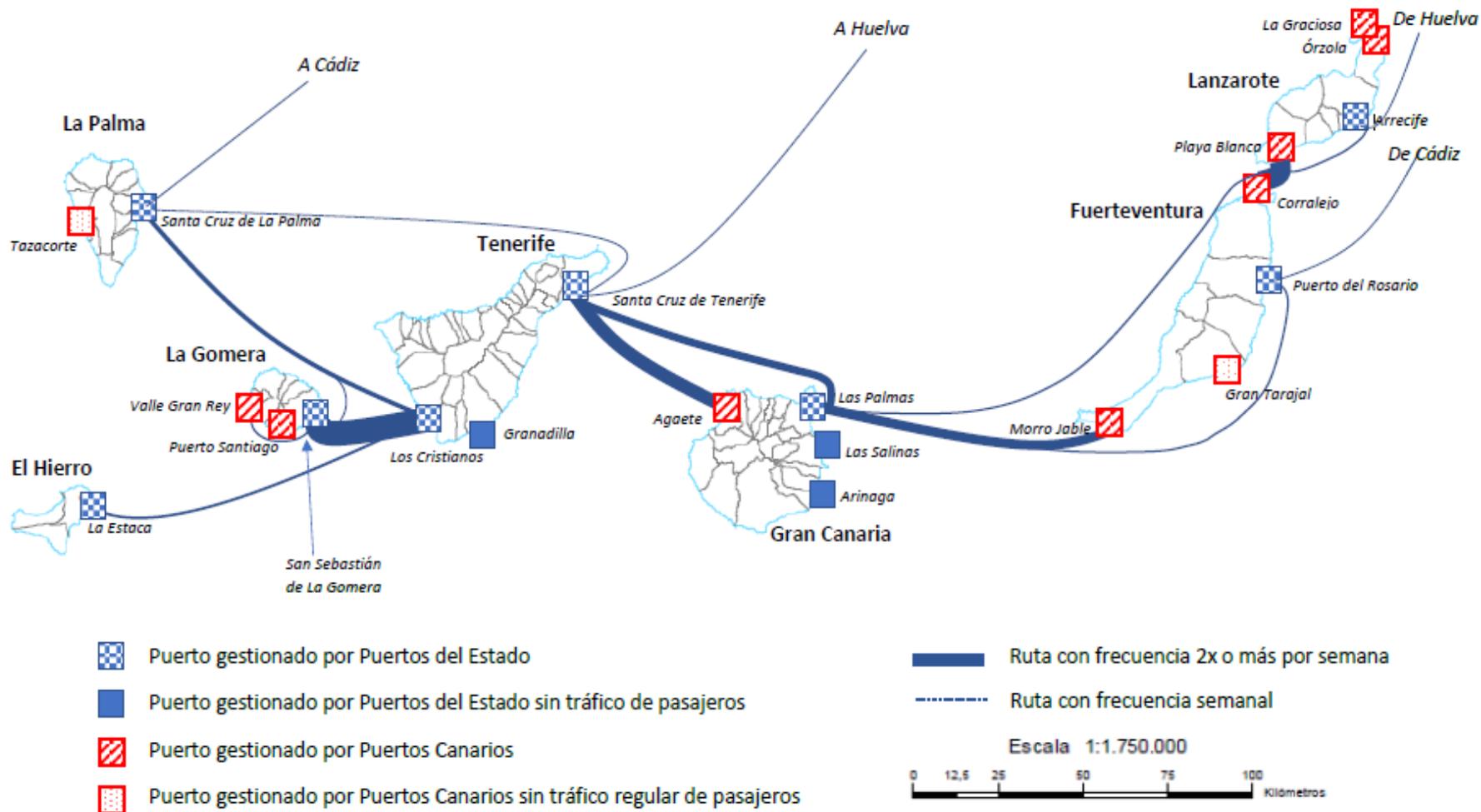
Fuente: elaboración propia a partir de AENA, Puertos del Estado y Puertos Canarios

Figura 12 Puertos de Canarias según tipología funcional y de titularidad o gestión.



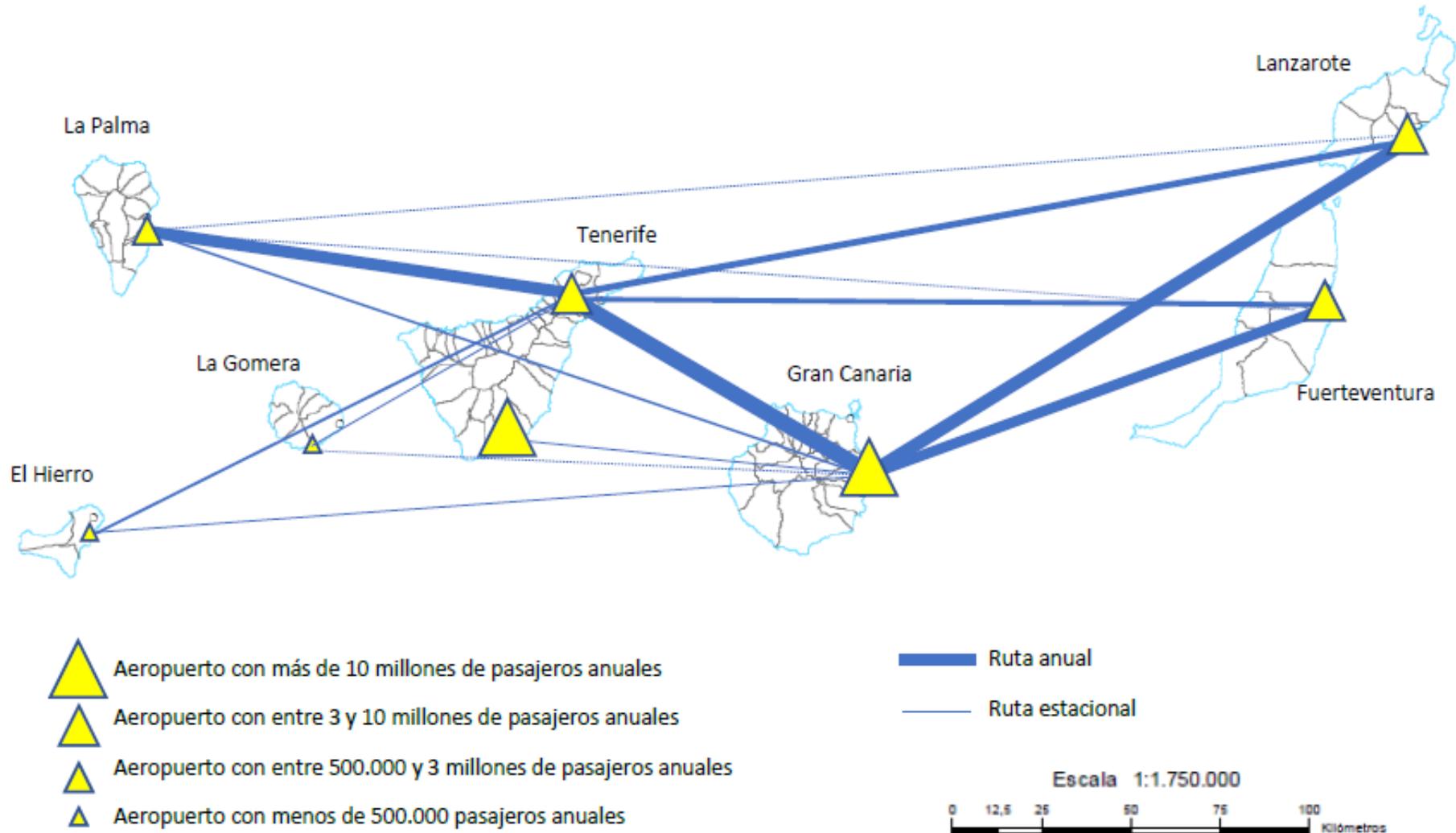
Fuente: Elaboración propia. El tamaño del cuadrado que representa cada puerto es representativo de su relevancia

Figura 13 Puertos de Canarias y conexiones marítimas del año 2018



Fuente: elaboración Propia. Este esquema muestra los puertos diferenciando por su titularidad y las principales rutas de pasajeros, donde el grosor es representativo del volumen de pasajeros transportados.

Figura 14 Volumen de pasajeros por aeropuerto, y en rutas aéreas interinsulares (2017)



Fuente: Elaboración Propia

La Figura 14 aporta una panorámica similar, esta vez particularizada para el transporte aéreo en Canarias. Los ocho aeropuertos que existen en Canarias están gestionados por la sociedad mercantil estatal AENA. En su mayoría, se encuentran situados en la cercanía de las capitales insulares, salvo en el caso de Tenerife-Sur. Este último se encuentra próximo a la zona de mayor peso turístico de la isla, y en el caso de La Gomera, por la dificultad para ubicarlo en otra zona, se optó por construirlo junto a Playa de Santiago, al sur de la isla.

El principal aeropuerto del archipiélago es el de Gran Canaria, tanto por volumen de pasajeros como por movimiento de carga aérea. Además de conectar la isla con los mercados turísticos emisores europeos y las principales ciudades de la España peninsular, es uno de los dos nodos principales de la red interinsular, con conexiones a todos los aeropuertos del archipiélago en la actualidad.

Aprovechando esta triple función, la compañía Binter ha venido desarrollando en él un modesto *hub* con ramificaciones al África occidental, Madeira, y Cabo Verde. Con 13 millones de pasajeros en 2018³⁰, es el mayor aeropuerto del África occidental. Otras compañías lo empelan como centro de reconexión entre Europa y los destinos turísticos del África Occidental como Cabo Verde.

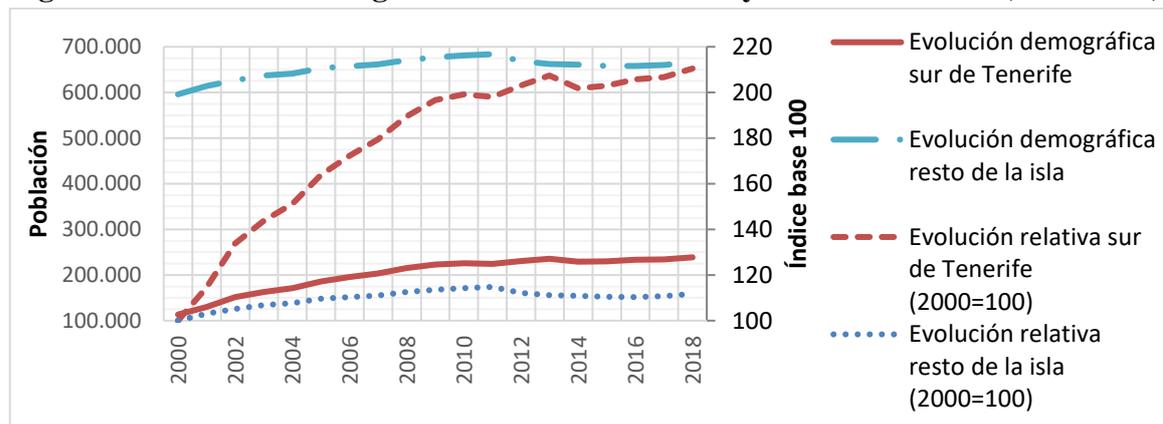
El siguiente aeropuerto por importancia es el de Tenerife-Sur, que da servicio al mayor mercado turístico del archipiélago, que es la isla de Tenerife. Sin embargo, su relevancia a

³⁰ Todas las cifras de pasajeros se toman del portal estadístico de Aena.

nivel de transporte interinsular es pequeña, solo tiene unas pocas conexiones semanales con Gran Canaria y, solo en tiempos muy recientes, con La Palma.

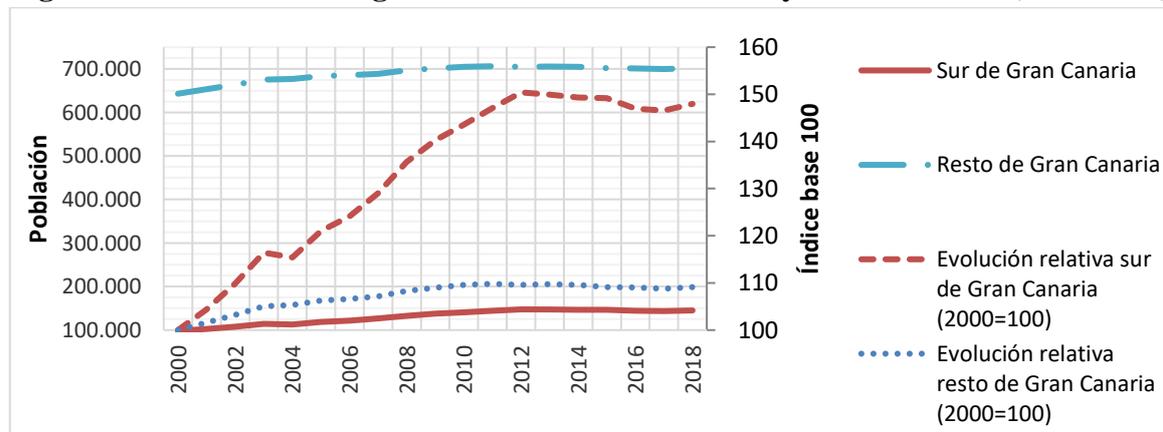
El sur de la isla de Tenerife tiene en la actualidad un peso demográfico y económico muy importante dentro del conjunto insular, tal y como muestra la Figura 15. Esta situación es resultado de la evolución en las últimas décadas. Su población se ha duplicado en los últimos 20 años, mientras que en el resto de la isla ésta apenas ha crecido un 10%. Este mismo fenómeno también se da en cierta medida en Gran Canaria, Figura 16, aunque el sur de la isla no haya crecido tanto como en Tenerife.

Figura 15 Evolución demográfica del sur de Tenerife y el resto de la isla (2000-2018)



Fuente: elaboración propia a partir de ISTAC. Las curvas más punteadas muestran la evolución relativa (eje vertical derecho), tomado la población en el año 2000 como base igual a 100.

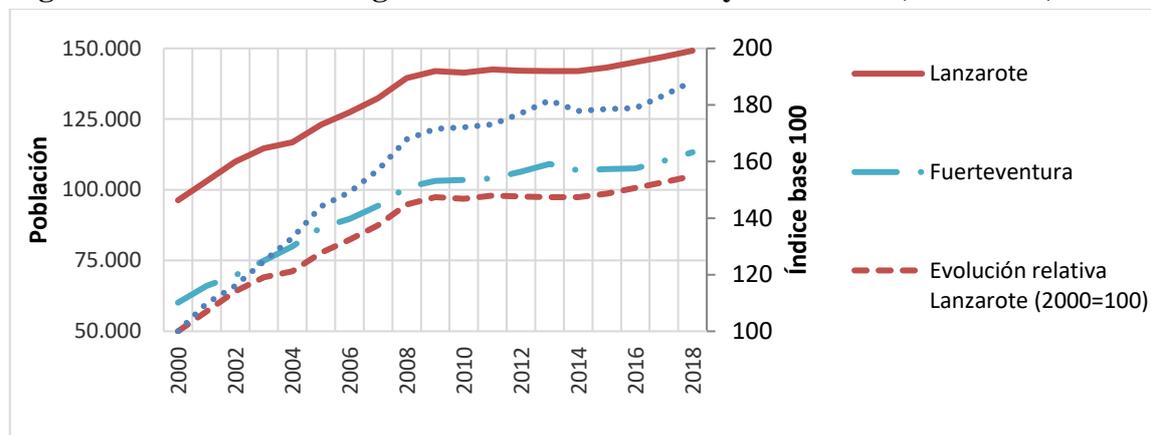
Figura 16 Evolución demográfica en Gran Canaria: sur y resto de la isla (2000-2018)



Fuente: elaboración propia a partir de ISTAC. Las curvas más punteadas muestran la evolución relativa (eje vertical derecho), tomado la población en el año 2000 como base igual a 100.

En la Figura 17 se observa que el conjunto de las islas de Lanzarote y Fuerteventura, con los siguientes aeropuertos en la jerarquía, muestran una evolución equiparable a las zonas meridionales de las dos islas mayores.

Figura 17 Evolución demográfica en Fuerteventura y Lanzarote (2000-2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de ISTAC.

Las islas orientales, además de contar con un número importante de turistas europeos, han venido mejorando cada vez más sus conexiones con la España peninsular, reduciéndose así el fenómeno de doble insularidad. Esto se ha logrado gracias al empuje del turismo peninsular y al incremento demográfico que resulta en una mayor demanda interna. A nivel interinsular, las islas orientales cuentan con numerosas conexiones diarias con Gran Canaria y varias con Tenerife-Norte. Recientemente, en 2019, se han comenzado a operar desde ambas islas vuelos con La Palma, con carácter estacional. Este es un caso excepcional en Canarias pues supone una conexión directa de periferia a periferia del archipiélago.

El siguiente aeropuerto en volumen de pasajeros es Tenerife-Norte, si bien contó con más de 5 millones de pasajeros en 2018 y era el quinto del archipiélago, es el segundo nodo de la red interinsular, al estar situado en la periferia del área metropolitana Santa Cruz–La Laguna, la principal de la isla más poblada del archipiélago. En términos de carga, ocupa el segundo lugar de Canarias. Su tráfico es esencialmente nacional e interinsular.

Con algo más de un millón de pasajeros, el aeropuerto de La Palma cumple con la función de conectar la isla con Tenerife y Gran Canaria, además de operar un reducido número de vuelos a destinos peninsulares, a Madrid fundamentalmente, y europeos, con preeminencia de Alemania.

Finalmente, los aeropuertos de El Hierro y La Gomera cumplen una función meramente social. Sus conexiones se reducen al aeropuerto de Tenerife-Norte y, en mucha menor medida, a Gran Canaria. Cuentan con volúmenes de tráfico muy reducidos que hacen inviable la rentabilidad financiera de ambos aeropuertos.³¹ En ambos casos, además de dar servicio a la población local, permiten el acceso en avión a aquellos pasajeros que deseen hacerlo que venga en avión desde el continente con escala en Gran Canaria y Tenerife-Norte.

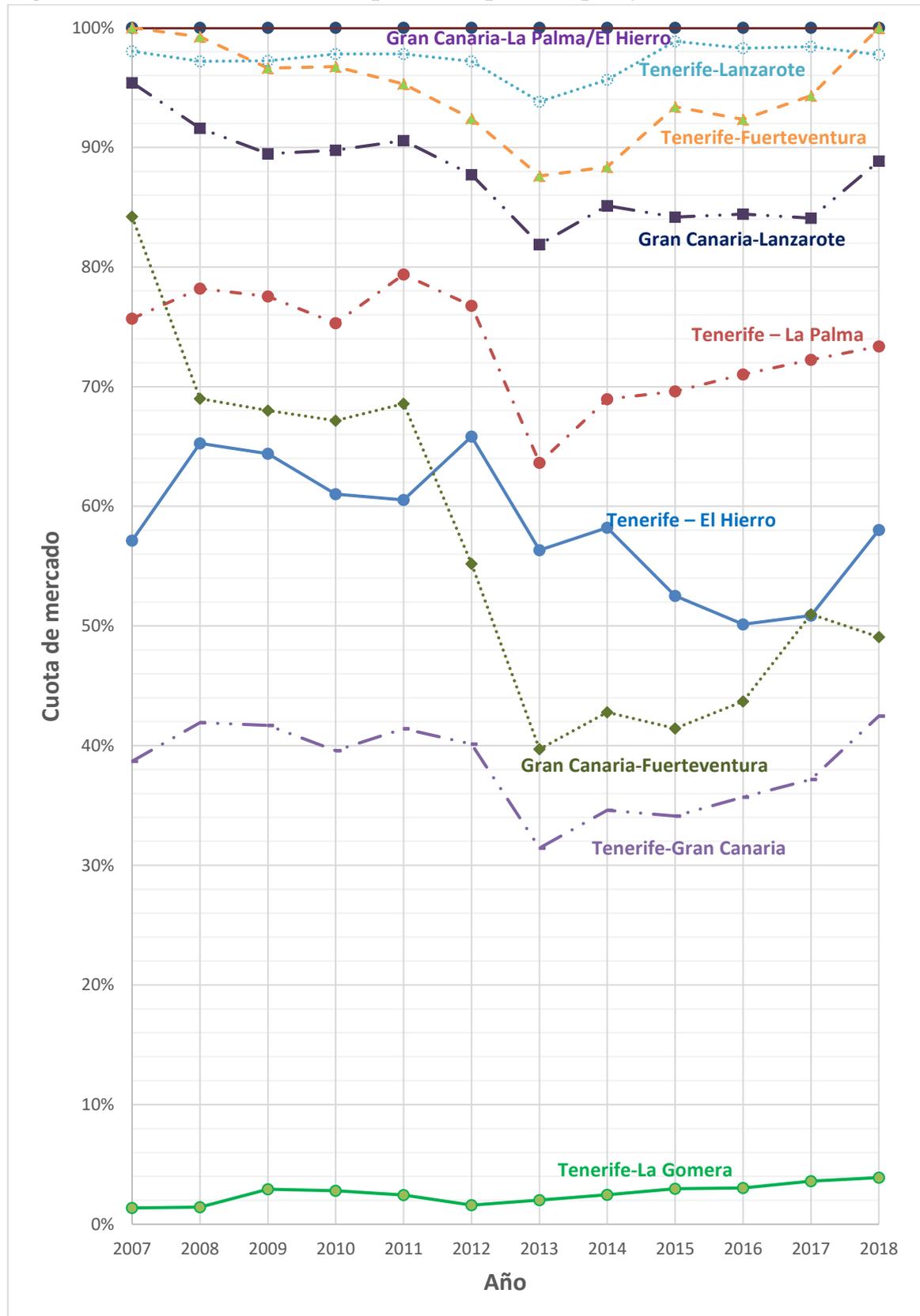
Reparto modal

Una de las cuestiones que cabe plantarse es de qué manera se distribuyen los pasajeros entre ambos modos aéreo y marítimo, cuya respuesta se observa en la Figura 18, donde se muestra la evolución del reparto por modo de transporte a lo largo del periodo 2008-2018.

Debe tenerse en cuenta que islas menores de la provincia tinerfeña no disponen de conexiones marítimas regulares con la isla de Gran Canaria y por este motivo, el peso del barco es prácticamente nulo.

³¹ El aeropuerto de La Palma es altamente deficitario en gran medida debido a la amortización de una costosa infraestructura, Aena (2015). Sin embargo, podría llegar a tener beneficios operativos. Al contrario, los reducidos volúmenes de pasajeros de El Hierro (200.000) y la Gomera (50.000) hacen muy difícil que estas instalaciones logren EBITDA positivo. Las generosas bonificaciones de las tasas aeroportuarias al transporte interinsular hacen más difícil la consecución de flujos de caja positivos.

Figura 18 Cuota modal del avión para transporte de pasajeros entre islas



Fuente: elaboración propia a partir de AENA, Puertos del Estado y Puertos Canarios. Las conexiones entre Gran Canaria y La Palma/El Hierro se realizan, en su práctica totalidad, en modo aéreo.

La Figura 18 muestra una pérdida de cuota de mercado del avión aplicable a la mayoría de los trayectos, especialmente a partir de 2011. Ello no significa que las cifras absolutas hayan ido menguando, pero sí que el barco ha registrado un crecimiento absoluto superior al del avión a lo largo del ciclo. Se ha dado una serie de hechos que pueden explicar esta evolución:

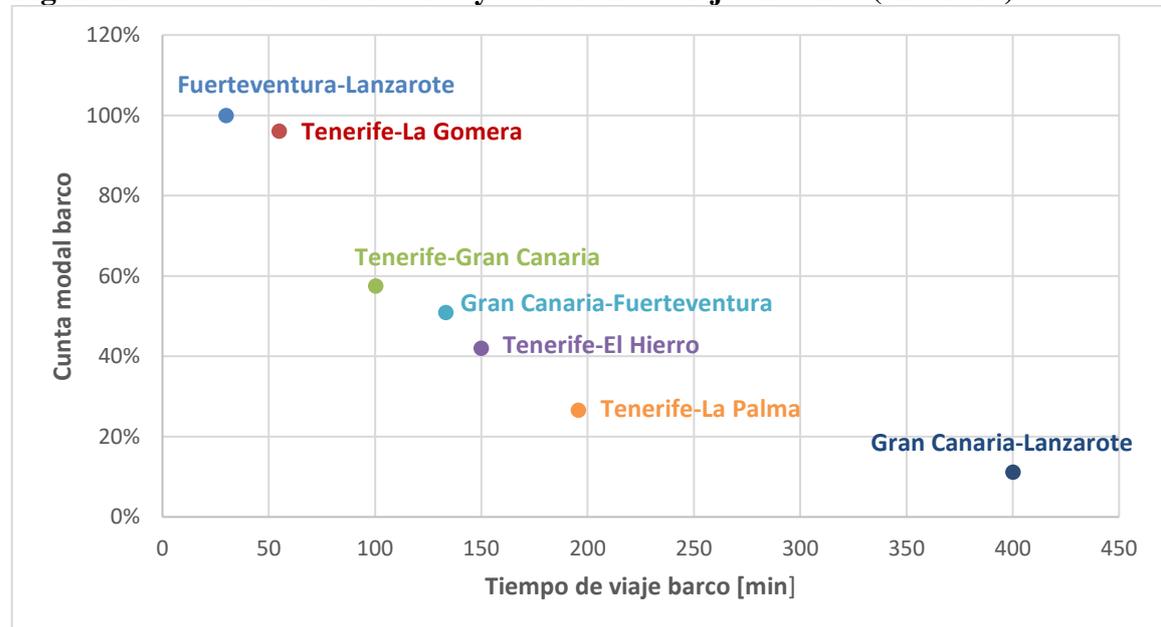
- La competición entre Armas y Fred. Olsen por hacerse con mayores cuotas de mercado frente al comportamiento menos agresivo que se da en el mercado aéreo.
- El progreso tecnológico, con la incorporación de barcos más rápidos y grandes por parte de las dos navieras, a comienzos del periodo de análisis.
- Por el contrario, el modo aéreo apenas ha experimentado cambios a nivel de tecnología empleada y sufre en 2012 una reducción de oferta con la desaparición de Islas Airways. Este hecho se revierte paulatinamente con la entrada en escena de Canaryfly, aunque esta no se consolidaría hasta 2016, a lo que se añade con una corta aventura de Air Europa en las islas en el periodo 2017-2019, cuya flota interinsular acaba integrada en Canaryfly.
- La construcción del muelle de Nelson Mandela en Las Palmas contribuya a reducir los tiempos de viaje.

Se observa claramente la recuperación del modo aéreo con la mejora del ciclo económico y a raíz del shock de demanda positivo derivado de la bajada de precios habida a mediados de 2017, cuya perturbación positiva debe repartirse entre los años 2017 y 2018³².

³² La bajada de precios se hace efectiva en verano de 2017. Como las estadísticas manejadas son anuales, su efecto es mensurable a través de los dos periodos 2017 y 2018.

De la observación de la Figura 18 se puede inferir una relación entre la cuota de mercado y distancia o el tiempo de viaje entre islas, como se comprueba en la Figura 19.

Figura 19 Cuota modal del barco y duración de viaje en barco (año 2018)

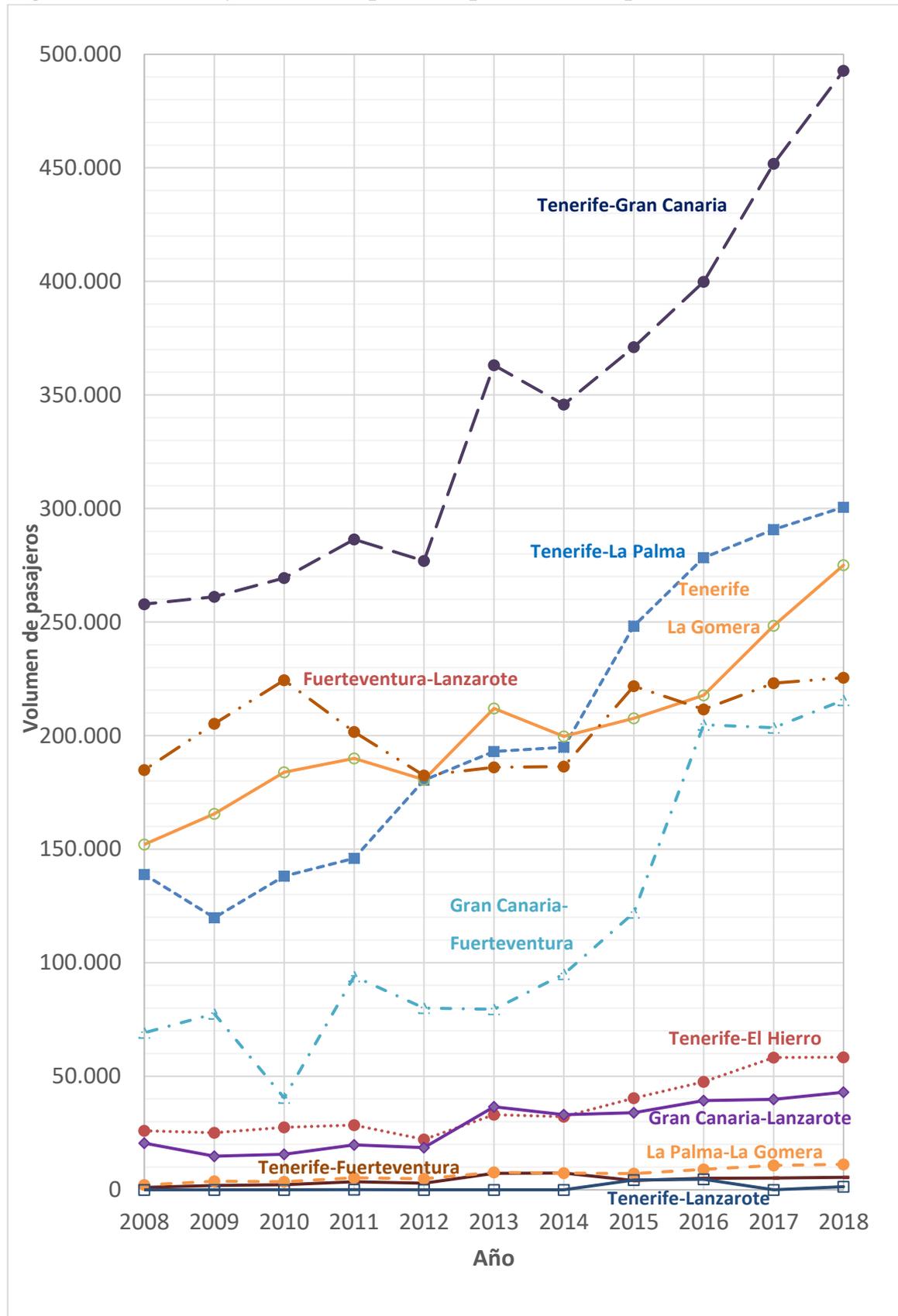


Fuente: Elaboración propia. Nota: La duración del viaje en barco se calcula como la media ponderada entre las diferentes opciones disponibles en el año 2018. Se excluye la conexión entre La Gomera y La Palma, de 120 minutos de duración, al no contar con ruta aérea directa y no tener datos de calidad para el transporte aéreo. En este caso el barco sería claramente dominante. Excluyendo esta última conexión el coeficiente de correlación es de -0,88.

Además de los factores anteriormente mencionados, hay otra cuestión relevante a la hora de explicar el aumento de atractivo del modo marítimo frente al aéreo. Se trata de la posibilidad de llevar el vehículo propio consigo en el viaje a otra isla. En este sentido, la Figura 20 proporciona al lector una muy buena imagen de la evolución de esta magnitud.

Se observa que, en su conjunto, y para cada una de las principales conexiones, ha tenido lugar un aumento importante del número de vehículos transportados. Este crecimiento ha tenido un carácter casi continuo con ligeras caídas en los años de recesión económica. Por tanto, el incremento no se puede deber solamente a la reducción de tarifas para pasajeros residentes en 2017 sino también a otras causas, más allá del crecimiento económico, entre las que se apuntan las preferencias del consumidor y una mejora de la oferta.

Figura 20 Turismos y motos transportados por mar entre pares de islas.



Fuente: elaboración propia a partir de Puertos del Estado y Puertos Canarios.

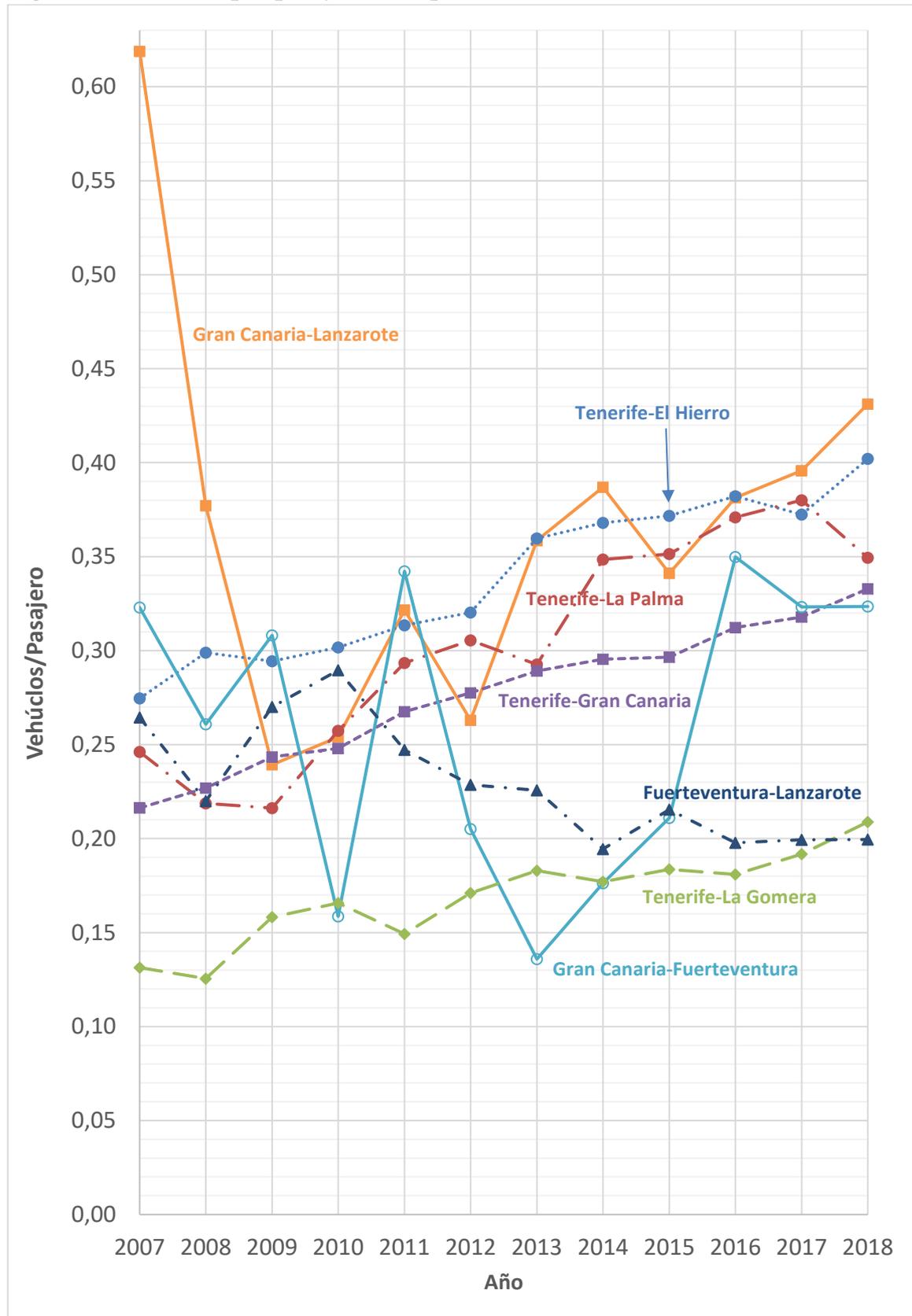
La Figura 21 muestra el comportamiento del cociente vehículos en régimen de pasaje por pasajero marítimo transportado, que puede contribuir a explicar el paulatino aumento de cuota modal del barco frente al avión. De la observación de esta figura se desprende lo siguiente:

- Sólo Fuerteventura-Lanzarote presenta una evolución decreciente³³
- Gran Canaria-Fuerteventura/Lanzarote muestra un comportamiento y es difícil adivinar una tendencia. En concreto, el descenso de la ratio para el Gran Canaria-Lanzarote en el periodo 2007-2009 se debe al aumento del número de pasajeros que no llevan vehículo consigo. Esto es así gracias a la mejora de la oferta en esa ruta, en un periodo que coincide con la progresiva incorporación de los buques de la serie Volcán de Tamasite, aumentando el atractivo del modo marítimo respecto al aéreo, tal y como se observa en la Figura 18, para estas dos conexiones, con fuertes incrementos de la cuota modal del barco.
- En el resto de las conexiones se observa una tendencia creciente.

Entre las causas de este fenómeno se destaca, en primer lugar y como se ha apuntado anteriormente, que existe una mejora de la oferta de transporte marítimo a lo largo del periodo de análisis.

³³ En este apartado no se pretende hacer una estimación cuantitativa de la pendiente, sino hacer un análisis cualitativo de los aspectos más evidentes.

Figura 21 Vehículos por pasajero transportado en modo marítimo.



Fuente: elaboración propia a partir de Puertos del Estado y Puertos Canarios. Las curvas de esta figura muestran cómo evoluciona el cociente del número de pasajeros entre los vehículos transportados en régimen de pasaje.

En segundo lugar, en 2017 baja el precio de transportar un pasajero. Es cierto que la subvención al residente no aplica al vehículo en régimen de pasaje. No obstante, se debe considerar que el vehículo viaja siempre con, al menos, un pasajero. De lo contrario, sería considerado mercancía.

Los precios totales de transportar un pasajero con vehículo han bajado en comparación el alquiler de un vehículo en aeropuerto o estación marítima o coger un taxi. Si a ello se añade la comodidad y el ahorro de tiempo e incertidumbre que supone ir en el propio vehículo frente al alquiler, se suman ya dos razones que explican este aumento de la proporción de vehículos por pasajero, que se da en cinco de las siete conexiones mostradas en la Figura 21, tendencia que es todavía más evidente con las cifras absolutas. En el Apéndice 1 se analizan con detalle los tiempos de viaje y su importancia para el viajero en el contexto del coste generalizado.

El análisis del mercado de transporte de vehículos en régimen de pasaje se detiene en este punto del trabajo.

Tipología de pasajeros y su distribución

Para trabajar en los capítulos posteriores resultará de gran importancia poder clasificar a los pasajeros según el motivo de viaje y su lugar de residencia: los pasajeros asignan un valor diferente al tiempo de viaje en función de su renta y el motivo de viaje fundamentalmente, además de distinguir en otros aspectos como la accidentalidad o la demanda potencial.

Poder diferenciar en estos factores permitirá, por ejemplo, hacer una estimación más precisa del valor del tiempo de viaje, el cual es una de las componentes más importantes del coste generalizado en un trayecto. Además, esta clasificación tendrá una importante

utilidad más adelante a la hora de estimar las funciones de demanda y también para estimar el valor del tiempo³⁴

La Figura 22 muestra una estimación para distribución de los tres tipos de pasajeros para cada ruta de manera individualizada:

- Residentes canarios que viajen por trabajo
- Residentes canarios que viajen por otros motivos
- No residentes, que viajan por otros motivos diferentes del trabajo

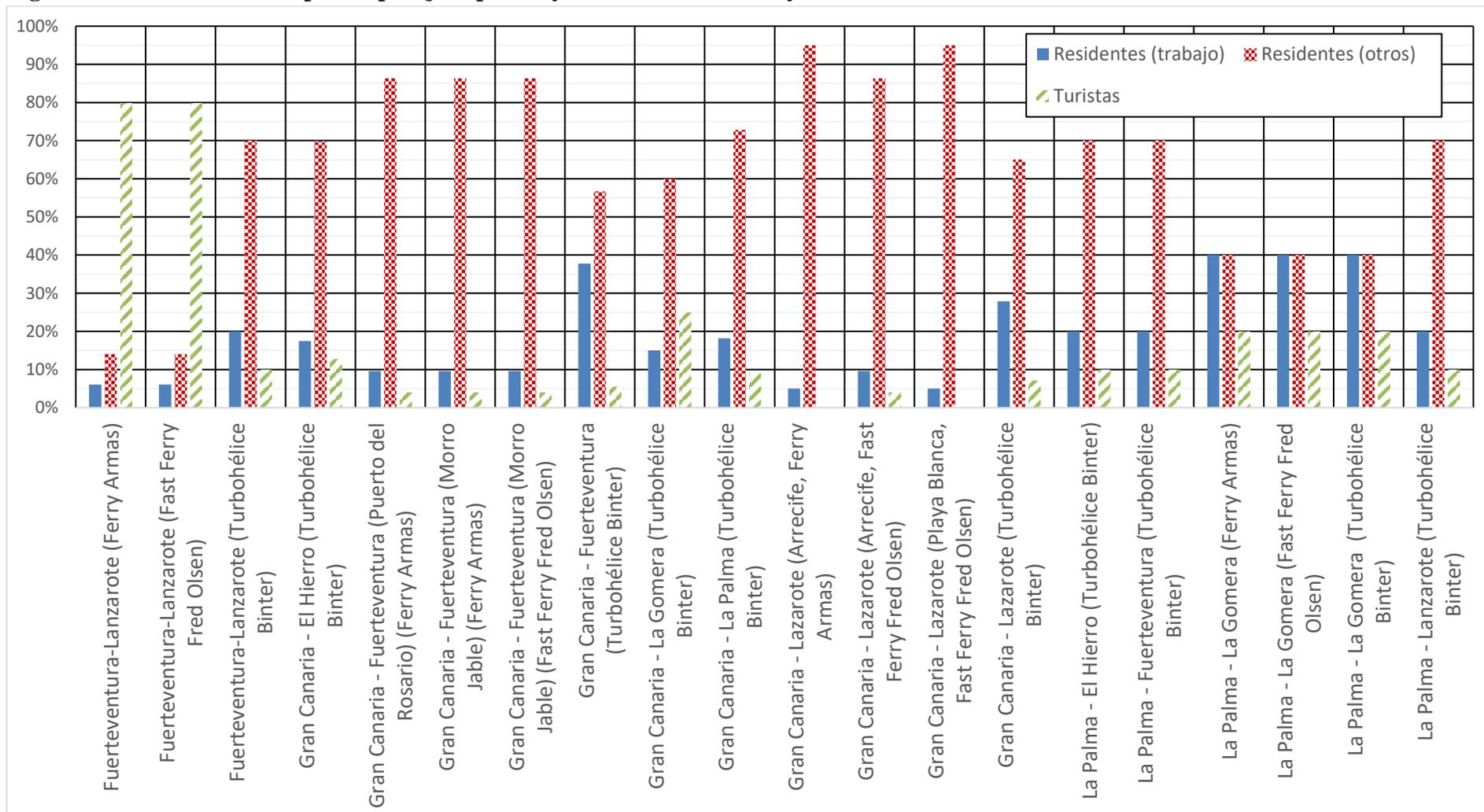
La información para obtener estos porcentajes se obtiene a tratando la información basada en encuestas al pasajero EMMA, efectuadas por AENA (2019). El resto de los valores se basa en estimaciones en función de las siguientes magnitudes:

- Las cantidades turistas que visitan varias islas, según Promotour (2011-2019)
- El turismo interior, según Promotour (2011-2019)
- flujos de excursionistas entre las diferentes islas A modo de ejemplo se muestra en la Figura 23 una estimación efectuada para el año 2014 en base los datos obtenidos de ISTAC (2018), Promotour (2015) y Cabildo de La Gomera (2013).

Con estas tres figuras se finaliza el apartado dedicado al transporte de pasajeros y de continuará con el análisis del tráfico de carga.

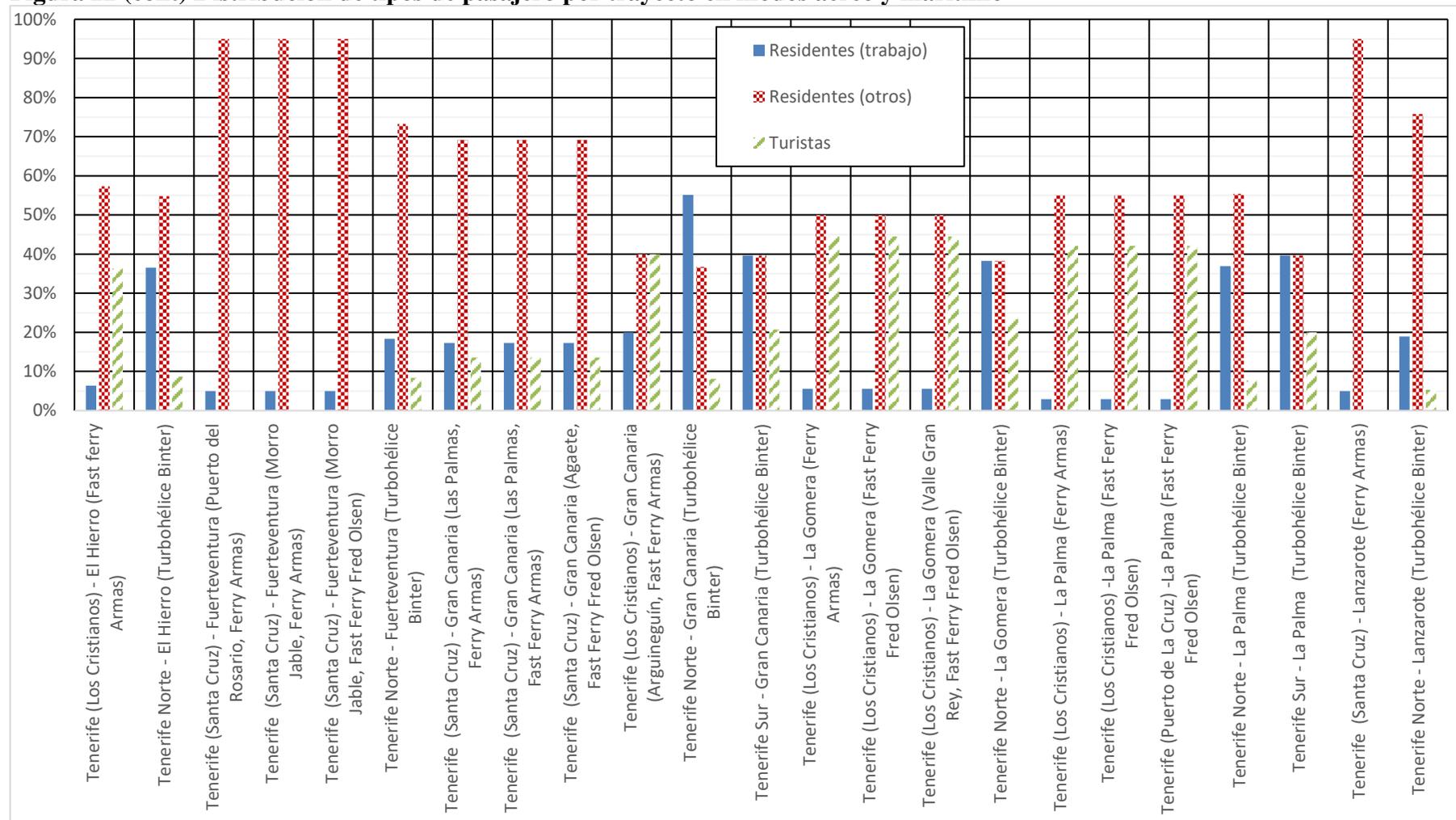
³⁴ Las tesis doctorales de González (1995) y Grisolia (2006), al estar basadas en encuestas, cuentan con un análisis más completo, aunque restringido a las comunicaciones entre Tenerife y Gran Canaria.

Figura 22 Distribución de tipos de pasajero por trayecto en modos aéreo y marítimo



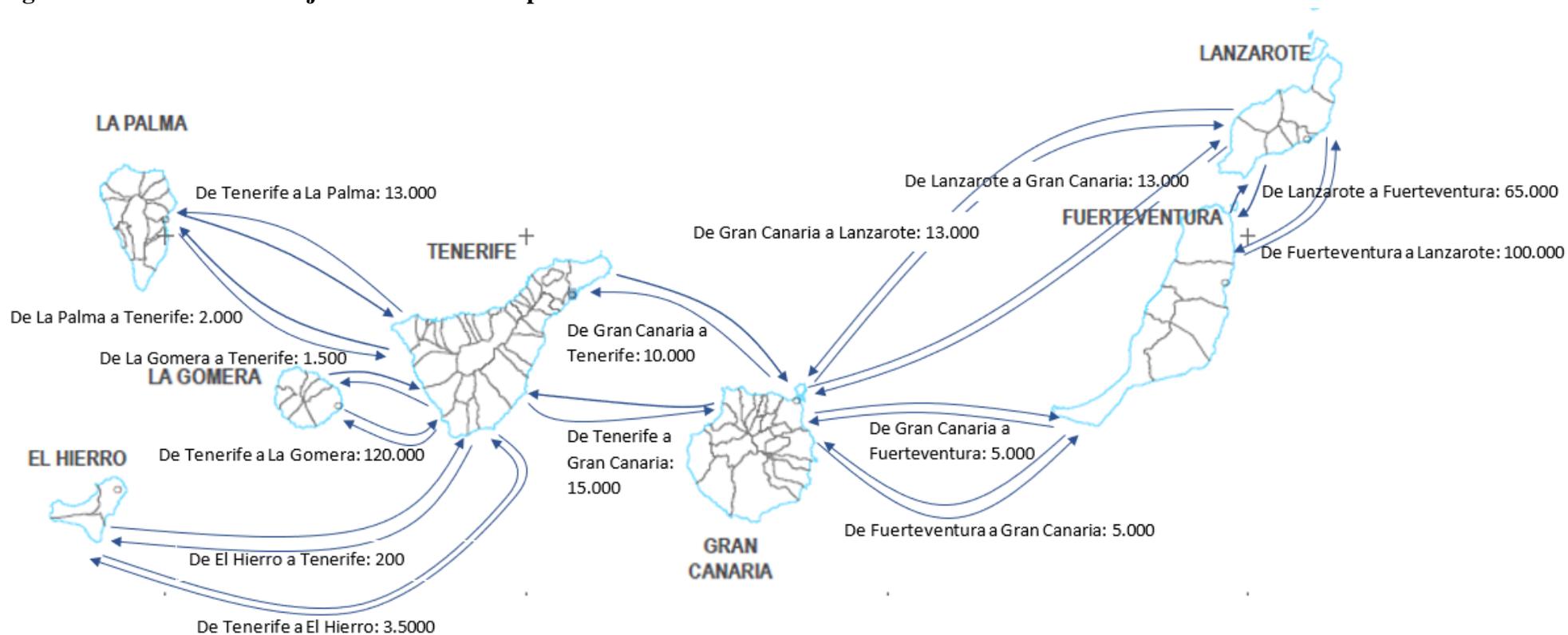
Fuente: elaboración propia a partir de AENA (2019), Puertos del Estado (2019), Promotour (2011-2019), ISTAC (2018) y Puertos Canarios (2019)

Figura 22 (cont) Distribución de tipos de pasajero por trayecto en modos aéreo y marítimo



Fuente: elaboración propia a partir de AENA (2019), Puertos del Estado (2019), Promotour (2011-2019), ISTAC (2018) y Puertos Canarios (2019)

Figura 23 Estimación del flujo de excursionistas para el año 2014



Fuente: elaboración propia a partir de ISTAC (2015), Promotour (2015) y Cabildo de La Gomera (2013).

Tráfico de mercancías en el archipiélago canario

Mientras en el transporte de pasajeros, ambos modos marítimo y aéreo se maneja el mismo orden de magnitud de pasajeros, existen en el sector de la carga grandes diferencias, siendo el modo aéreo meramente testimonial en términos de peso e incluso por el valor de carga. Por este motivo, con excepción de un breve apartado de carácter descriptivo, este trabajo se referirá exclusivamente al modo marítimo.

Transporte de mercancías por mar

El transporte marítimo de mercancías entre islas resulta más difícil de evaluar, al ser los datos de más difícil obtención y homogenización que para el transporte de pasajeros o vehículos en régimen de pasaje. En este sentido, se ha limitado el análisis a la carga rodada, que es claramente predominante en el transporte interinsular, si se excluye el transporte de graneles líquidos. Este último tipo de mercancías se considera un mercado de naturaleza muy diferente al objeto de este trabajo, puesto que su transporte se efectúa en buques incompatibles con el transporte de pasajeros.

Así, se asume que la carga viaja en los mismos barcos que los pasajeros y los vehículos en régimen de pasaje. Esto simplifica el análisis en gran medida. Los datos de Puertos del Estado revelan que la carga transportada entre islas en buques portacontenedores ocupa una posición marginal frente al tráfico Ro-Ro. De la misma manera, la operativa de carga en Puertos Canarios se limita en la práctica al Ro-Ro, al no contar en sus instalaciones con grúas ni espacio para el tratamiento de contenedores o graneles sólidos. Estas razones justifican la restricción del análisis al segmento Ro-Ro.

La Figura 24³⁵, tiene como finalidad mostrar la intensidad de los flujos entre islas para el año 2018, La distribución entre los diferentes puertos dentro de cada isla³⁶ se ha estimado en función de variables *proxy* en algunos casos.

En el gráfico, se puede observar que existen importantes volúmenes de carga entre Tenerife y Gran Canaria; entre las islas centrales y sus periferias hay tráfico relevante decreciente con la distancia y creciente con la población de la isla. Todas las islas, salvo La Gomera y El Hierro, pueden ser abastecidas desde Cádiz o Huelva a través de buques Ro-Ro, sin necesidad de desembarcar la mercancía con destinos diferentes.

La Figura 25³⁷ muestra la evolución de la carga transportada entre cada par de islas a lo largo del periodo considerado. En él se observa claramente la repercusión del ciclo económico sobre las cantidades transportada, aunque no sucede en cada conexión de la misma manera.

La tendencia esperable es una caída de 2008 a 2012 y crecimiento desde este año en adelante. Esto se cumple para la mayoría de las principales conexiones entre islas pudiendo aportarse las siguientes explicaciones:

- el ciclo económico
- la mejora paulatina del régimen de subvenciones al transporte de mercaderías, la que ha ido incentivando el comercio entre las islas, a través de bajar el coste de los fletes de manera significativa.

³⁵ Ver pág. 81

³⁶ Resulta difícil obtener datos puerto a puerto, mientras que los datos isla a isla se pueden obtener a través de manipulaciones simples de las cifras publicadas por Puertos del Estado y Puertos Canarios.

³⁷ Ver pág. 82

- fuertes incrementos poblacionales para Fuerteventura y Lanzarote, que se suman a un crecimiento del turismo que repercute en la población flotante. Son estas estas islas donde que más se han desarrollado este sector en el periodo de análisis.
- Existe una tendencia global de crecimiento del transporte de mercancías, que se sitúa bastante por encima del crecimiento del PIB.

No obstante, existen algunos ejemplos más difíciles de explicar:

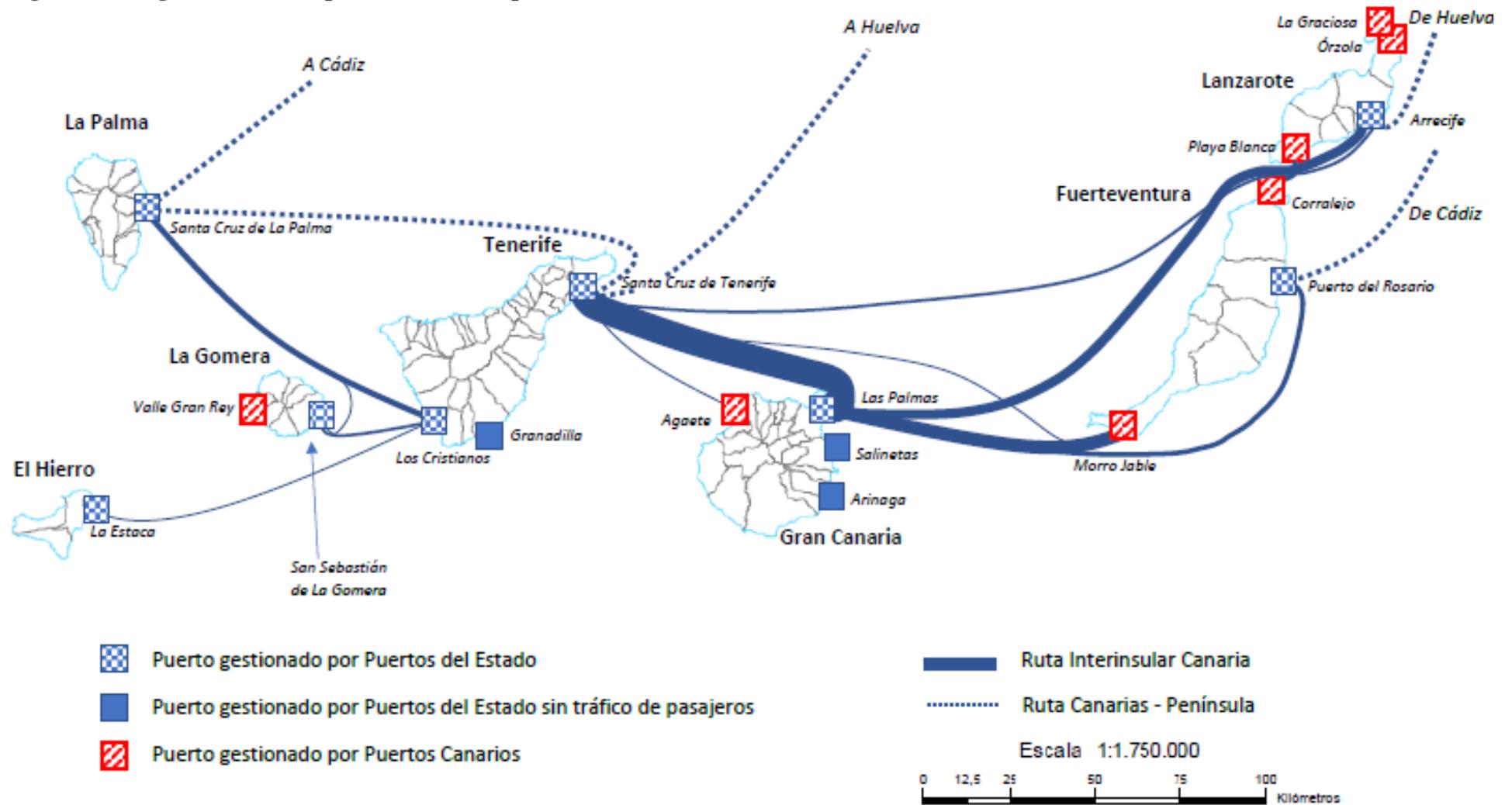
- Tenerife-La Palma: registra un crecimiento continuo a lo largo de todo el ciclo; cosa que no sucede en el caso del pasaje³⁸. Este fenómeno se puede deber al abaratamiento de costes para las mercancías producidas en Canarias³⁹.
- La ruta Tenerife-El Hierro reviste una caída significativa en la fase decreciente del ciclo sin volver a recuperar los niveles anteriores a 2008.

En el apartado 3.5 se estiman los coeficientes de un modelo de gravedad, con los que se confirma el cumplimiento de un comportamiento proporcional a la producción del origen y destino, e inversamente proporcional a la distancia.

³⁸ Ver Figura 11

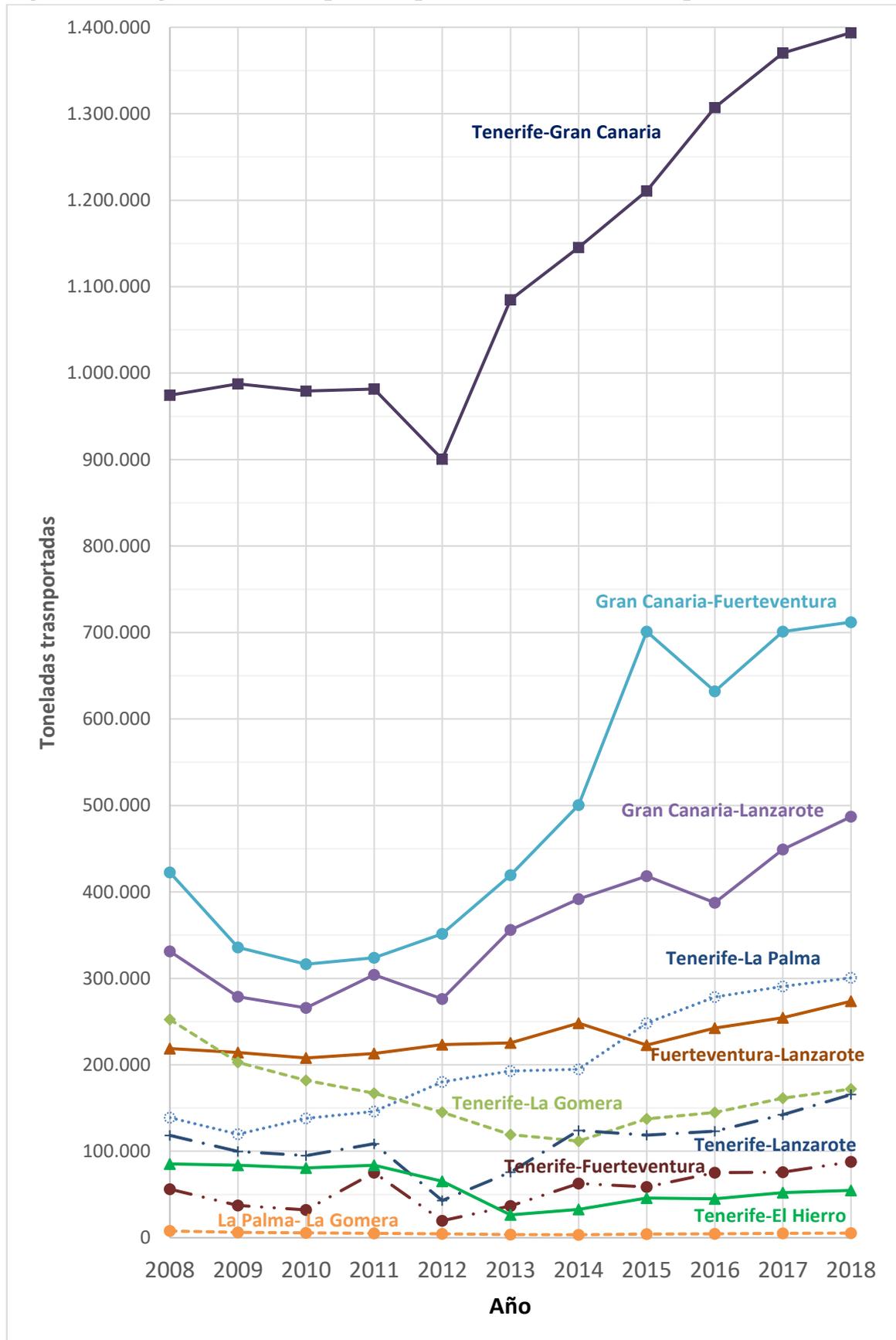
³⁹ Ver apartado 3.2 se efectuará una estimación de la función de demanda para este mercado.

Figura 24 Carga rodada transportada entre los puertos canarios (2018)



Fuente: elaboración propia a partir de Puertos del Estado (2018). Esta figura muestra la ubicación de los puertos comerciales y su titularidad, así como las principales rutas en las que se transporta carga rodada de manera regular, siendo el grosor de las trazas representativo de los volúmenes transportados.

Figura 25 Carga rodada transportada por mar entre islas entre pares de islas.



Fuente: Elaboración propia a partir de Puertos del Estado y Puertos Canarios

Carga aérea

La carga aérea cuenta en canarias con dos nodos principales, el aeropuerto de Gran Canaria que ocupa el primer puesto del archipiélago, y el de Tenerife Norte. El destino más importante para ambos aeropuertos es Madrid-Barajas con más del 50% del volumen, fenómeno que también tiene lugar para el transporte de pasajeros⁴⁰. La siguiente ruta por importancia es la que conecta ambos aeropuertos canarios, contando estos con vuelos exclusivamente cargueros.

El aeropuerto de Tenerife-Sur, pese a estar entre los más importantes del España en movimiento de pasajeros, juega un papel secundario en la carga aérea, situación que se acentúa para el mercado interinsular. Esto se debe a que es el Aeropuerto de Tenerife-Norte el que concentra la gran mayoría de las conexiones con la Península Ibérica y con el resto del archipiélago canario. Pese a ello, la conexión entre este aeropuerto y el de Gran Canaria es la segunda del archipiélago, seguida muy de cerca por la que tiene el aeropuerto grancanario con el de Lanzarote, tal y como se deduce de la observación de la Figura 26⁴¹

A la hora de encontrar establecer racionales en las cantidades transportadas, además de la distancia y el tamaño del mercado, cabe añadir la disponibilidad de una conexión rápida por mar entre ambas islas. De esta manera se explica que el tráfico entre Gran Canaria y

⁴⁰ Como comentario adicional, cabe destacar que Madrid representa el mayor nodo de carga aérea en España con más del 50% del volumen total de carga manejada en todos los aeropuertos españoles, con un sesgo importador. Los vuelos que operan Iberia y Air Europa, principales operadoras de las rutas que unen Tenerife y Gran Canaria con Madrid son los únicos en los que funcionan aviones de fuselaje ancho o *wide-body*, que cuentan con una capacidad de carga en sus bodegas muy superior a la que los aviones de fuselaje estrecho, que son los que operan en el resto de las conexiones entre Canarias y la Península Ibérica.

⁴¹ Ver pág. 85.

Fuerteventura sea notablemente inferior al que existe entre Gran Canaria y Lanzarote. Lo mismo sucede con Tenerife, La Gomera y El Hierro.

La evolución de las cantidades a lo largo del ciclo se muestra en la Figura 27⁴² para las rutas con foco en Tenerife, en la Figura 28⁴³ para aquellas con foco en Gran Canaria y para aquellas con origen o destino en Lanzarote, en la Figura 29⁴⁴. En ellas se observa que las conexiones con las islas menores de la misma provincia son más intensas que con aquellas de la provincia vecina.

Además, cabe destacar que la tendencia es decreciente a lo largo del ciclo económico para todas las conexiones salvo el Tenerife-Fuerteventura, en la Figura 30⁴⁵. Se trata de una tendencia generalizada en las cifras de carga de los aeropuertos canarios en el periodo de análisis.

Un dato que no aparece reflejado en los gráficos es la pérdida de relevancia del Aeropuerto de Tenerife-Sur como centro de carga. Esto se puede deber a que hayan decrecido los vuelos triangulares de aerolíneas europeas vinculadas a los turoperadores, que hacían recorridos con la estructura Europa–Isla 1–Isla 2–Europa.

La tendencia parece caminar hacia la operación de forma directa incluso hacia vuelos meramente cargueros, por lo que la oferta entre Tenerife-Sur y las otras islas ha disminuido, al contrario que los vuelos entre Tenerife Norte y el resto de los destinos.

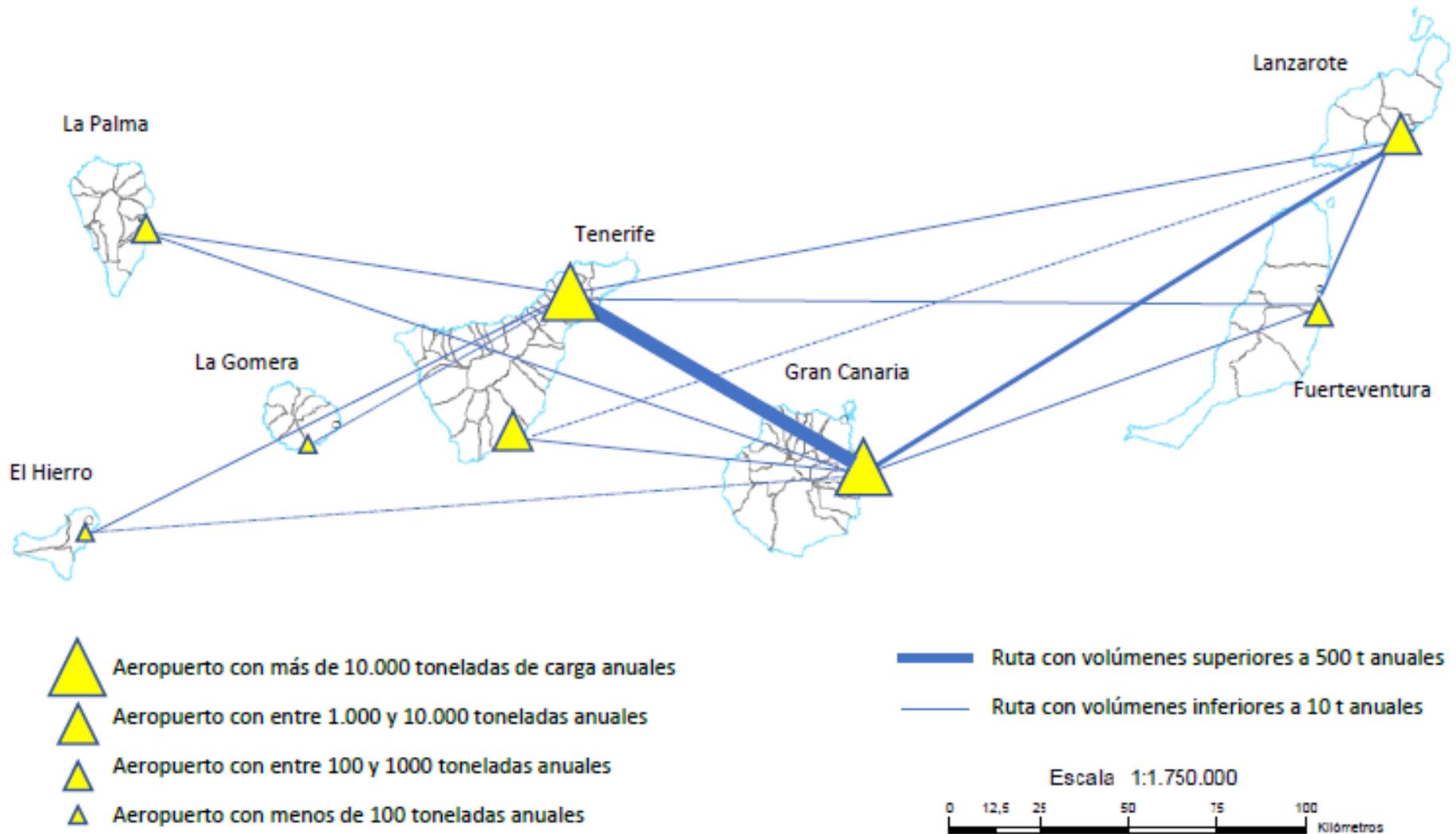
⁴² Ver pág. 86.

⁴³ Ver pág. 86

⁴⁴ Ver pág. 89

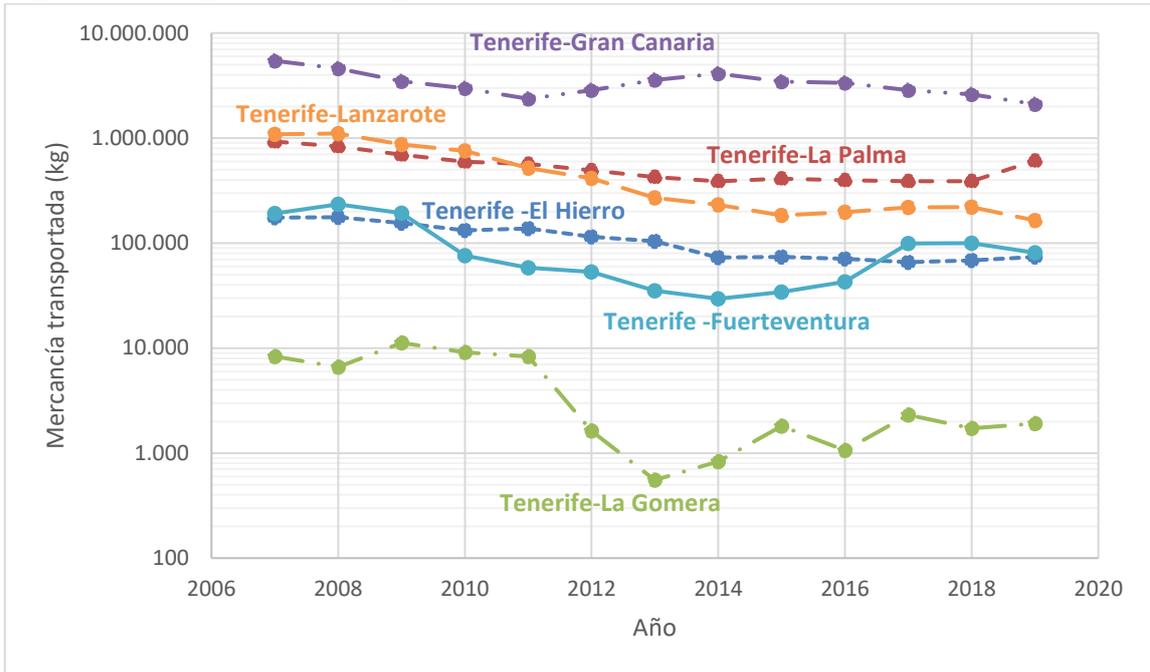
⁴⁵ Ver pág. 87

Figura 26 Carga aérea entre los aeropuertos canarios en 2018



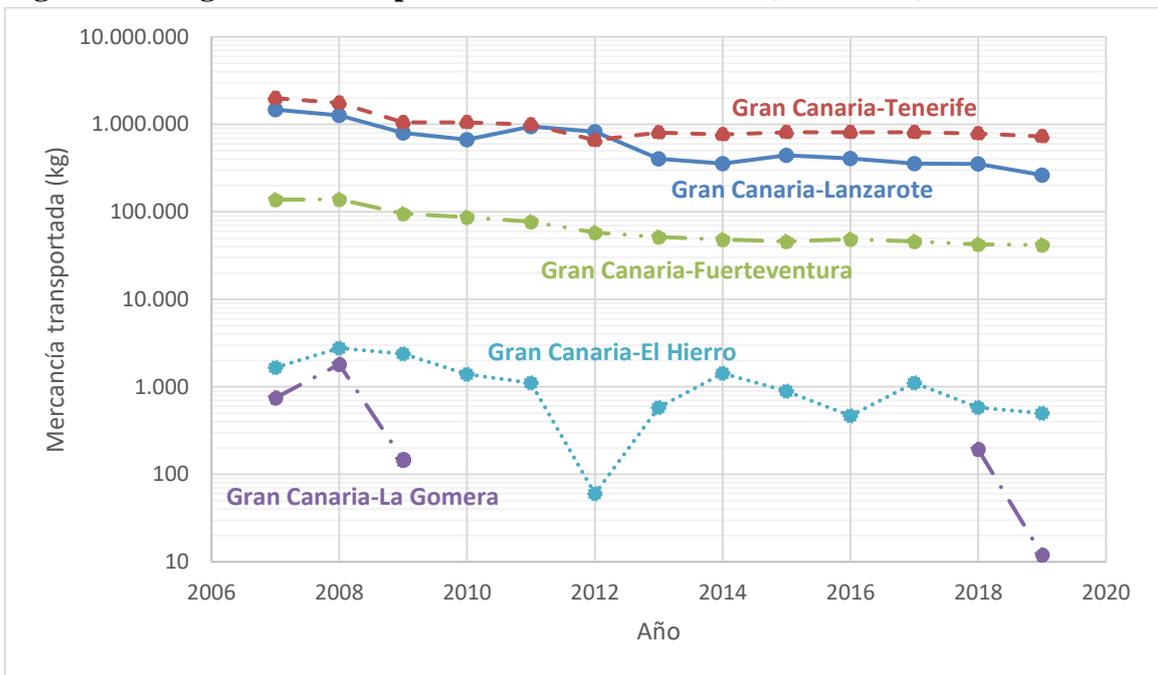
Fuente: elaboración propia a partir de AENA

Figura 27 Carga aérea transportadas en Tenerife (2007-2019)



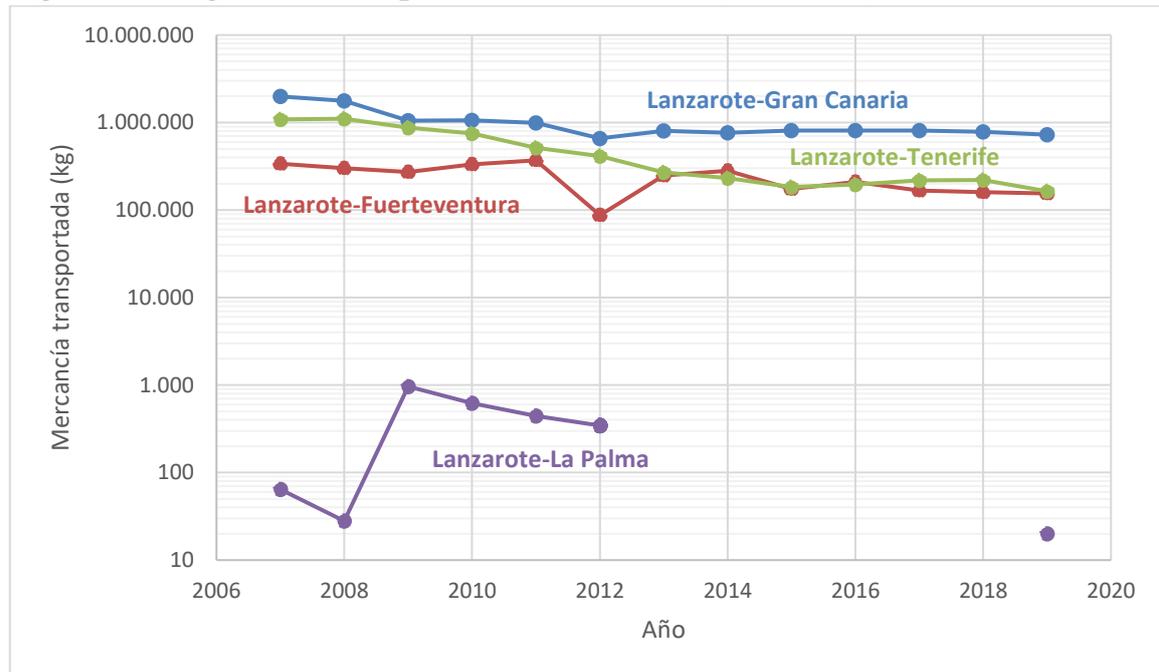
Fuente: Elaboración propia a partir de AENA

Figura 28 Carga aérea transportadas en Gran Canaria (2007-2019)



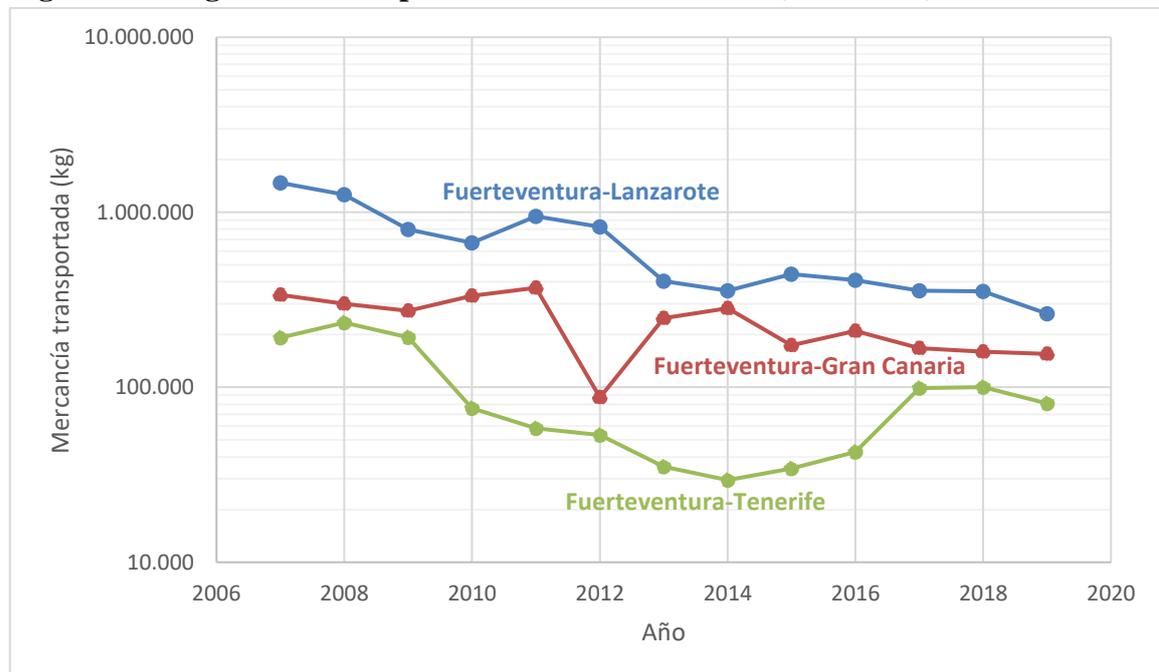
Fuente: Elaboración propia a partir de AENA. La ruta directa Gran Canaria-La gomera dejó de operar en 2009 y se reanudó en 2018.

Figura 29 Carga aérea transportadas en Lanzarote (2007-2019)



Fuente: Elaboración propia a partir de AENA. La ruta directa Lanzarote-La Palma se suspendió en 2012, habiéndose reanudado en 2019.

Figura 30 Carga aérea transportadas en Fuerteventura (2007-2019)



Fuente: Elaboración propia a partir de AENA

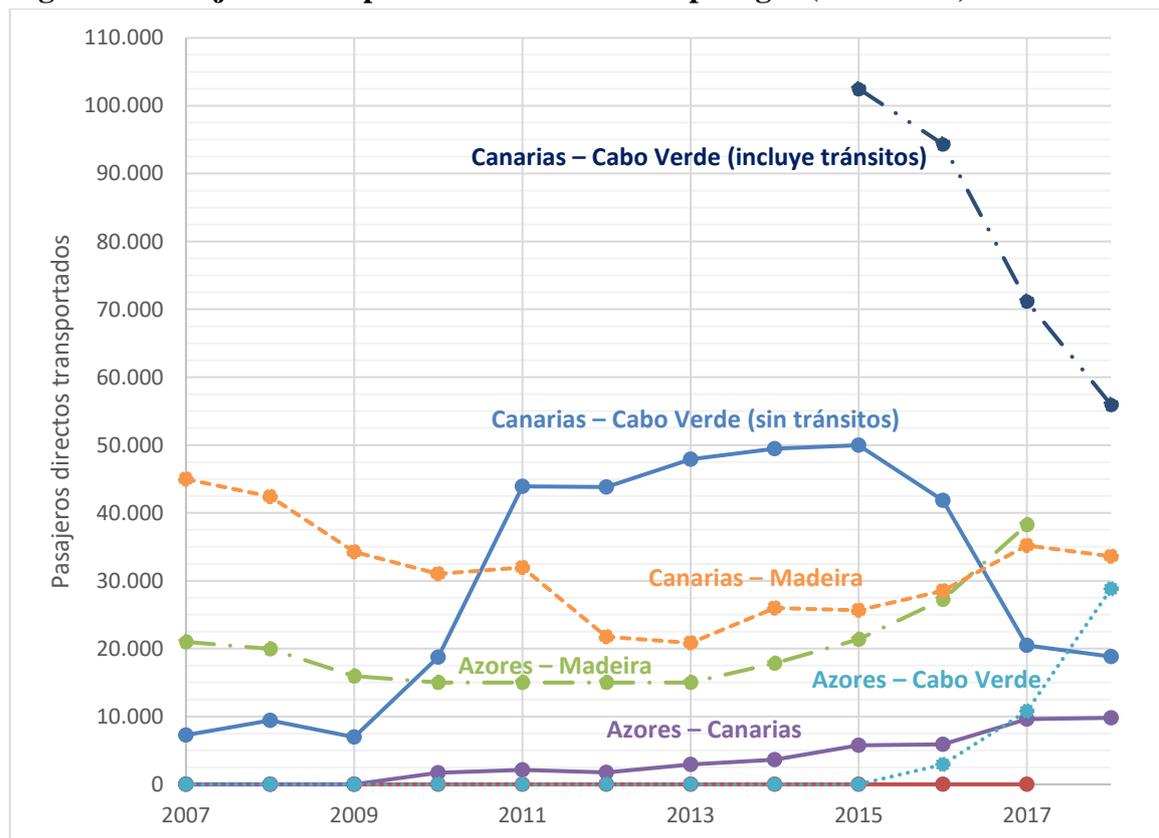
2.6. Tráfico entre los archipiélagos de la Macaronesia

Frente al transporte de pasajeros en las Islas Canarias, los flujos entre los distintos archipiélagos que conforman la región de Macaronesia presentan una dinámica diferente, con una mayor variabilidad temporal.

Tráfico de Pasajeros

La Figura 31 muestra la evolución de los pasajeros transportados entre 2007 y 2018. A lo largo de este periodo se observan algunos cambios significativos, entre los que se deben destacar los siguientes:

Figura 31 Pasajeros transportados entre los archipiélagos (2007-2018)



Fuente: Elaboración propia a partir de AENA (2018), APRAM (2018), Puertos del Estado (2007-2017), ASA (2017), ENAPOR (2017) y ANAC (2017). Desde 2015 en adelante se muestra la información de tránsitos hacia Cabo Verde en Canarias.

Canarias-Cabo Verde: en 2016 la aerolínea Tuifly deja de reconectar en los aeropuertos canarios a sus pasajeros europeos que viajan con Cabo Verde como destino final⁴⁶. Esta decisión se puede deber a las mejoras en la pista de uno de los principales aeródromos caboverdianos, permitiendo la operación de aeronaves de mayor peso y, por tanto, mayor alcance. Las cifras de vuelos operados por compañías norteeuropeas ha descendido significativamente desde entonces, siendo Binter Canarias en líder del mercado en la actualidad, AENA (2019).

Canarias-Madeira: desde 2007 hasta comienzos de 2012, la Naviera Armas operó una conexión marítima entre Canarias, Madeira, que continuaba hacia el puerto de Portimão en el Algarve portugués⁴⁷, alcanzando un pico de 12.000 pasajeros anuales en 2011 entre ambos archipiélagos. Si bien se observa una tendencia decreciente ya desde 2005, es cierto que la mayor caída se coincide con el fin de la conexión marítima en 2012.

Azores: También se observa la apertura de nuevas rutas entre el Ponta Delgada (Azores) y Gran Canaria (2010) y Cabo Verde (2016), operada por Air Azores (Grupo SATA). Esta última ruta está mostrando un crecimiento importante desde su apertura, un hecho se puede relacionar con la conectividad que Air Azores ofrece con varios destinos de Norteamérica, situando a Ponta Delgada como centro de conexiones.

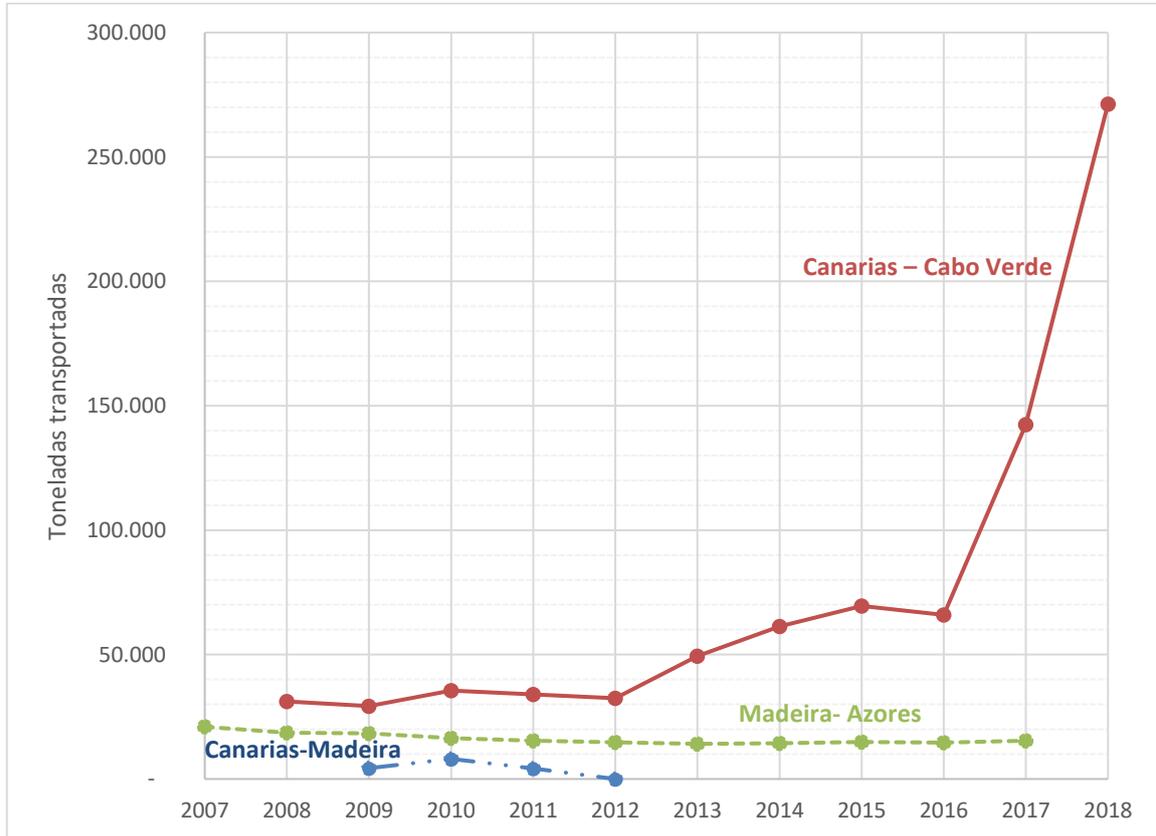
⁴⁶ La Figura 31 muestra los pasajeros con origen y destino en los aeropuertos de origen, y para el caso de Canarias-Cabo Verde se muestran también los pasajeros totales incluyendo tránsitos, dado su elevado volumen.

⁴⁷ En el verano de 2018 la Naviera Armas volvió a operar la línea para el armador portugués Grupo Sousa, con unas mejoras tarifarias en el puerto de Madeira respecto al periodo 2007-2012- Si bien las cifras entre Canarias y Madeira fueron más bien discretas, la conexión Madeira Portimão obtuvo unas buenas cifras. A la hora de analizar esta diferencia debe hacerse notar que las conexiones entre Madeira y el Portugal continental están fuertemente subvencionadas.

Transporte de Mercancías

La Figura 32 muestra la evolución de las cantidades transportadas entre los archipiélagos⁴⁸ a lo largo del periodo de análisis.

Figura 32 Carga marítima transportada entre los archipiélagos de la Macaronesia



Fuente: Elaboración propia a partir de Puertos del Estado (2009-2019), APRAM (2019), Portos dos Açores (2018) y ENAPOR (2018). Las conexiones que no aparecen en este gráfico no cuentan con volumen de tráfico. La evolución del transporte de mercancías entre Canarias y Cabo-Verde se debe a la apertura de una nueva ruta por parte de la compañía Boluda. La Conexión entre canarias y madeira solo tuvo lugar el periodo 2007-2012, conociéndose los datos solo para el cuatrienio 2009-2012.

De la observación de la Figura 32 se pueden resaltar varios fenómenos: en primer lugar, destaca el crecimiento de la conexión entre Canarias y Cabo Verde, que coincide con la apertura de una nueva ruta por parte del Grupo Boluda, la cual conecta varios puertos del

⁴⁸ Nótese que ha sido imposible recabar información de la serie completa para todas las conexiones.

África Occidental, entre ellos Las Palmas de Gran Canaria y Praia de Santiago (Cabo Verde)⁴⁹.

En segundo lugar, la existencia durante unos años de un flujo entre Madeira y Canarias coincide con el periodo en que Naviera Armas operó un ferry entre ambos archipiélagos, 2007-2012.

El flujo de mercancías entre Azores y Madeira muestra un comportamiento bastante estable, tras una ligera caída en el periodo de recesión económica. Se trata de la conexión triangular, Lisboa/Leixões-Azores-Madeira-Lisboa/Leixões, lo que implica que el transporte entre ambos archipiélagos se hace de manera directa en una sola dirección.

El resto de las posibles conexiones muestran un tráfico nulo en términos de mercancías marítimas, y no se han mostrado en la figura anterior.

Si se compara el número de conexiones de pasajeros frente a las meramente cargueras, se observa que estos últimos lazos son menos numerosos e intensos, algo que se puede explicar por la preeminencia de las relaciones turísticas frente al resto de relaciones económicas.

⁴⁹ Más del 95% del flujo entre Canarias y Cabo Verde se hace a través del puerto de Las Palmas. Además, más de 80% son mercancías embarcadas de Canarias a Cabo Verde Puertos del Estado (2018).

2.7. Reflexiones finales

Este capítulo muestra la ubicación espacial de la población, el turismo y los principales centros logísticos de las Islas Canarias, así como la estructura de las conexiones interinsulares, tanto por mar como por el aire. Además, se ha establecido una comparación de las principales magnitudes con los otros tres archipiélagos atlánticos que conforman la región de Macaronesia.

También se incluyen cifras de la evolución temporal del transporte entre las Islas Canarias y de estas con los archipiélagos de su entorno. El transporte marítimo ha jugado un importante rol dentro de la economía insular desde su conquista, pero su orientación hacia el comercio internacional con preeminencia del comercio con Europa y, en menor medida, hacia América se ha perdido en favor de las relaciones comerciales con la España continental.

El desplazamiento de pasajeros entre las islas ha sido poco relevante hasta bien entrado el siglo XX, momento en que el desarrollo tecnológico y el aumento de los niveles de vida reducen el coste generalizado del viaje en términos pecuniarios, de confort y de tiempo. Esta tendencia se acelera a partir de la década de 1960, fecha a partir de la cual el archipiélago se abre al turismo de masas.

En los tiempos posteriores, la tendencia ha continuado, no sin altibajos, de la mano del crecimiento de la población y de la paulatina introducción de un generoso régimen de subvenciones al transporte de pasajeros y mercancías.

Una vez realizados los análisis de carácter más aproximativos, se procederá a estimar las diferentes funciones de demanda en el próximo capítulo.

Capítulo 3

Estimación de la demanda actual y potencial

En el capítulo anterior se ha llevado a cabo un análisis descriptivo del transporte en el mercado interinsular canario y sus conexiones con los otros archipiélagos. La información obtenida permitirá estimar las funciones de demanda y analizar el potencial a largo plazo. Los parámetros obtenidos en este capítulo servirán para calcular más adelante el excedente social y su composición, indispensables para llevar a cabo el análisis coste-beneficio detallado en el Capítulo 5.

La modelización se efectúa de manera independiente para cada mercado considerado: pasajeros y mercancía transportada por mar. En el caso del pasaje, se considera la suma de ambos modos de transporte, mientras asumimos que la carga se transporta exclusivamente por mar. El tráfico vehículos en régimen de pasajeros se excluye por dificultada de contar con buenas series de datos y se incorporará como un complemento del pasaje.

En primer lugar, se efectuará la modelización para el transporte interinsular canario y al final del capítulo se mostrarán los resultados para las conexiones entre archipiélagos de la región de Macaronesia. Luego se estimará la demanda potencial quedando determinados los volúmenes transportados en el escenario a largo plazo.

3.1. Demanda del transporte de pasajeros

No es trivial poder formalizar funciones de demanda que sean completamente consistentes con la Teoría Microeconómica y, 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 con datos. Algunos intentos se han llevado a cabo a partir de la obtención de sistemas completos de demanda como el modelo de Rotterdam (Theil, 1965), el modelo Translog (Christensen et al, 1975), o el modelo AIDS⁵⁰ (Deaton & Muellbauer, 1980), además de otros sistemas completos e incompletos de demanda.

Dado que la idea subyacente en este trabajo es la determinación de los excedentes del productor y consumidor resulta inconveniente el uso de los modelos anteriormente mencionados porque sus variables están 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 cuasilineales, 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

⁵⁰ Almost Ideal Demand System

fue llevado a cabo por Stone (1954) en base a la utilización de funciones de utilidad tipo Stone-Geary en su modelo LES⁵¹

La demanda de transporte de pasajeros es una demanda derivada de la maximización condicionada de la utilidad de los consumidores al considerar el transporte como un bien, aunque en algunos casos resulte ser complementario. Supongamos que el consumidor elige entre un bien compuesto de consumo de precio BC y transporte q según una función de utilidad cuasilineal del tipo:

$$U = BC - \frac{b}{2} \left(\frac{a}{b} - q \right) \quad (1)$$

Donde a y b son dos parámetros positivos. Suponiendo que el precio del bien compuesto de consumo BC es unitario y que el precio por unidad de q es p , la maximización de la utilidad U condicionada a la restricción presupuestaria $m = BC + pq$, donde m es la renta nominal del consumidor, implica que $\frac{\partial U / \partial BC}{\partial U / \partial q} = 1/p$. Sustituyendo obtenemos la expresión $p = a - bq$, que es la función inversa demanda-precio de los consumidores de transporte.

El hecho de haber supuesto una función de utilidad cuasilineal tiene el efecto secundario de eliminar el efecto renta, con lo que en la función de demanda generalizada no aparece la renta monetaria disponible del consumidor (m). Sin embargo, m es una de las variables responsables de las traslaciones de la función demanda-precio por no ser necesariamente constante, por lo que la función de demanda generalizada de viajes de pasajeros que

⁵¹ Linear Expenditure System.

finalmente va a ser estimada tendrá la siguiente expresión, en la que ε_t es una perturbación aleatoria y m la renta per cápita del país o región de procedencia de los pasajeros

$$p_t = \lambda_0 - b \cdot q_t + \lambda_1 \cdot m_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

El modelo empleado estima los tres coeficientes de una función inversa de la demanda para cada uno de los mercados empleados, mediante el método de máxima verosimilitud.

$$p_{ij,t} = \lambda_0 - b \cdot q_{ij,t} + \lambda_1 \cdot y_{ij,t} \quad (3)$$

Donde $q_{ij,t}$ es la cantidad total transportada entre las islas i y j en el periodo t , $p_{ij,t}$ el coste del pasaje para el pasajero medio⁵² e $y_{ij,t}$ la suma de la producción real de las islas i y j , y $\varepsilon_{ij,t}$ el término de error. λ_0 y λ_1 representan el coeficiente fijo y para la renta disponible per cápita respectivamente.

Para la estimación se emplearán las series históricas desde 2007 hasta 2018. Las cantidades se obtienen de las fuentes mencionadas en los apartados anteriores, mientras las rentas per cápita reales se han estimado en base a series insulares de ISTAC (2018).

El precio medio del billete es, en el caso del pasajero, una magnitud cuya estimación resulta compleja a falta de series de datos completas facilitadas por las empresas de transporte. En este caso se ha estimado como media ponderada de los precios para residentes y no-residentes:

$$p_{ij} = w_{res} \cdot p_{ij,res} + w_{tur} \cdot p_{ij,tur} \quad (4)$$

⁵² Es la media ponderada entre residentes y no residentes.

Las series de precios se estiman en base a muestras tomadas para cada uno de los años del periodo 2015-2018. Para fechas anteriores se elaboran unos índices de precios que reflejan la evolución de los costes para cada uno de los trayectos, y que contemplan la evolución de petróleo en euros, IPC, así como tasas y precios públicos, ponderados según su peso la estructura de costes de la empresa. Además, estos índices se han calibrado con las series de precios medios de Ramos, D. (2015) en el caso del modo aéreo, y las series sectoriales del INE (2018) para el resto. Para aquellos trayectos donde no existen series de datos suficientemente completas los precios se han estimado en base comparaciones con otros trayectos homologables.

Las proporciones de pasajeros w_{res} y turistas w_{tur} se determinan en base a la información proporcionada por AENA que recaba este tipo de información en campañas de encuestas EMMA. Para el modo marítimo, estas cantidades se obtienen en base a las cifras de pasajeros residentes y no-residentes que reciben las islas menores, así como las series de excursionistas⁵³.

Las series temporales de rentas del pasajero tipo se obtienen como media ponderada entre las poblaciones residentes y turistas de ambos destinos, asignándose al turista tipo de cada archipiélago una renta según una cesta de nacionalidades para el año 2017. Se asumen, pues las siguientes simplificaciones: i) un turista tiene la misma posibilidad de hacer un viaje

⁵³ Promotour (2011-2018), ISTAC (2018), Cabildo de Gran Canaria (2019), Cabildo de Fuerteventura (2019), Cabildo de Lanzarote (2019), Cabildo de La Gomera (2015). Con excepción de las series temporales de Promotour los conjuntos de datos son incompletos y ha habido que efectuar estimaciones.

durante una estancia que un residente en un año, y ii) la composición de la cesta de turistas no varía a lo largo de la serie histórica empleada.

3.2. Demanda del transporte de mercancías

La función de demanda de mercancías es una demanda derivada de la maximización de beneficios de los productores al considerar el transporte como un factor de producción. Supongamos que las empresas producen el bien compuesto de consumo BC por medio de un factor de producción R de precio w por unidad y transporte q de tarifa p , según una función de producción con isocuantas cuasilineales, del tipo:

$$BC = R - \frac{b}{2} \left(\frac{a}{b} - q \right)^2 \quad (5)$$

Bajo los supuestos de que el precio de BC es unitario y que el mercado del factor R está en competencia perfecta, sabiendo que el precio p del transporte q viene dado por el coste marginal del modelo de Bertrand, los beneficios π del productor de BC serán:

$$\pi = BC(R, q) - w_R \cdot R - p \cdot q - c_f \quad (6)$$

Donde c_f son costes fijos y p_R el precio del factor R . Se supone que la empresa que produce el bien compuesto BC maximiza el beneficio, por lo que derivando se obtiene la expresión $\partial \pi / \partial q = 0 = b \cdot (a/b - p)$. De ella se deduce que $p = a - b \cdot q$, resulta ser la función lineal inversa demanda-precio de transporte de mercancías.

Al igual que en el caso anterior, la función de demanda generalizada de mercancías, que va a ser estimada mediante máxima verosimilitud, 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:

$$p_t = \lambda_0 - b \cdot p_t + \lambda_2 \cdot y_{it} + \lambda_3 \cdot y_{jt} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Donde y_{it} e y_{jt} son los niveles de producción real (PIB real) en la isla i y en la isla j , entre las que se realiza el trayecto. La fundamentación de esta variable explicativa está basada en que el nivel de importaciones depende del nivel de renta real. Se trabajará con la suma de ambas rentas:

$$y_{ij,t} = y_{i,t} + y_{j,t} \quad (8)$$

El modelo para estimación de los coeficientes de la demanda de mercancías es:

$$p_{ij,t} = \lambda_0 - b \cdot q_{ij,t} + \lambda_2 y_{ij,t} + \varepsilon_{ij,t} \quad (9)$$

Las series de datos abarcan el periodo desde 2008 hasta 2018. Las variables macroeconómicas se obtienen del INE (2018). Para cada una de las rutas se han tomado datos a partir de las páginas web de las empresas de transporte; estos precios indexan en base a un índice de precios compuesto que contempla las variaciones para el mercado español y el aumento de las subvenciones al transporte de mercancías entre las islas Canarias⁵⁴.

⁵⁴ Ver apartado 4.4 para más explicaciones sobre este tema.

3.3. Demanda del transporte de vehículos en régimen de pasaje

La función de demanda no tendrá aplicación en la obtención del excedente social, tal y como se ha integrado el transporte de vehículos en régimen de pasaje en el modelo propuesto por esta tesis Doctoral, tal y como se explica en el apartado 5.4. Por el lado de la demanda, se considera que los vehículos son un complemento para los pasajeros, por los que estos pagarían un suplemento aparte de su billete. Por tanto, este segmento se hallaría determinado también por la función de demanda de pasajeros⁵⁵.

No obstante lo anterior, se han estimado los coeficientes de una función de demanda con las mismas características que la obtenida en el transporte de pasajeros. Los parámetros se han obtenido también con el método máxima verosimilitud:

$$p_{ij,t} = \lambda_0 - b \cdot q_{ij,t} + \lambda_2 y_{ij,t} + \varepsilon_{ij,t} \quad (10)$$

Tras analizar varias posibilidades de modelos, la variable de precio significativa es el precio del billete para el pasajero, en vez del precio de transportar el vehículo. Las variaciones de la primera han sido mucho mayores que las de la segunda⁵⁶, proporcionando un comportamiento de los parámetros en línea con lo que se puede esperar.

3.4. Resultados

La Tabla 5 contiene los coeficientes para las funciones de demanda para los tres servicios considerados entre las Islas Canarias: transporte de pasajeros, transporte de vehículos en

⁵⁵ Esta decisión se ha tomado para simplificar un problema para el que no se tenían series de datos completas ni consistentes en cuanto a los criterios de contabilización.

⁵⁶ Mientras que el pasajero residente se beneficia de una bonificación por su pasaje, el pasaje para el vehículo no goza de ningún descuento por residencia.

régimen de pasaje y transporte de mercancías en modo marítimo. Los resultados reflejan en general lo predicho por la Teoría Económica.

Tabla 5 Coeficientes de las funciones de demanda (Islas Canarias)

Trayecto	Pasajeros				Mercancías	
	Modo Aéreo		Modo Marítimo		Modo Marítimo	
	a	b	a	b	a	b
Tenerife-El Hierro	51	-0,00020	44	-0,00012	93	-0,00021
Tenerife-La Palma	93	-0,00012	58	-0,00015	75	-0,00012
Tenerife-La Gomera	42	-0,00121	103	-0,00006	27	-0,00017
Tenerife-Gran Canaria	43	-0,00003	43	-0,00002	53	-0,00002
Tenerife-Lanzarote	152	-0,00043	0 ⁵⁷		0	
Tenerife-Fuerteventura	146	-0,00058	0		211	-0,00304
Gran Canaria-El Hierro	66	-0,00120	0		0	
Gran Canaria-La Palma	117	-0,00075	0		194	-0,00365
Gran Canaria-La Gomera	53	-0,00217	0		0	
Gran Canaria-Lanzarote	60	-0,00006	54	-0,00044	125	-0,00012
Gran Canaria-Fuerteventura	61	-0,00007	47	-0,00007	81	-0,00004
La Palma-El Hierro	23	-0,00115	87	-0,00006	95	-0,00036
La Palma-La Gomera	26	-0,00111	65	-0,00268	59	-0,00273
La Palma-Lanzarote	68	-0,00319	0		0	
La Palma-Fuerteventura	41	-0,00164				
La Gomera-El Hierro	36	-0,01654				
La Gomera-Lanzarote	45	-0,01252				
La Gomera-Fuerteventura	48	-0,03214				
El Hierro-Lanzarote	16	-0,00322				
El Hierro-Fuerteventura	49	-0,00426				
Tenerife-El Hierro	51	-0,00020				

Fuente: elaboración propia

La Tabla 6 contiene las mismas variables para las conexiones entre archipiélagos de la región de la Macaronesia.

⁵⁷ En algunas de las conexiones donde figura un valor nulo, las series son erráticas al cambiar la consideración que se hace entre escalas y trasbordos de mercancía, resultando en series no homogéneas.

Tabla 6 Coeficientes de las funciones de demanda entre los cuatro archipiélagos

Trayecto	Pasajeros		Mercancías	
	a	b	a	b
Canarias-Madeira	539	-0,00143	588	-0,00444
Canarias-Azores	158	-0,00438	120	-0,00422
Canarias-Cabo Verde	174	-0,00040	726	-0,00460
Madeira-Azores	95	-0,00453	613	-0,00460
Madeira-Cabo Verde	21	-0,00193	34	-0,00024
Azores-Cabo Verde	312	-0,00072	42	-0,00026

Fuente: elaboración propia

3.5. Estimación de las demandas potenciales

Para obtener la 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, 2007-2018: 3- 9) y (APRAM, 2018: 1-2), se han obtenido los datos de tráfico de carga de Puertos del Estado, 2007-2018). El modelo de gravedad básico que se ha utilizado en este análisis toma la siguiente forma:

$$q_{ij} = k \cdot (PO_i \cdot PO_j)^\alpha \cdot d_{ij}^\beta \quad (11)$$

Donde $q_{i,j}$ es el número de viajes pasajeros o las mercancías transportadas, entre las islas i y j , mientras que d_{ij} 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 β 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 β se han tomado logaritmos naturales en (11), y regresado la ecuación en la forma:

$$\ln q_{ij,t} = \ln k_t + \alpha_t \cdot \ln(PO_i \cdot PO_j)_t + \beta_t \cdot \ln d_{ij,t} \quad (12)$$

Siendo la muestra poblacional el conjunto de conexiones analizadas en cada uno de los análisis, repitiendo durante cada año del período 2007-2018 y con datos de panel; donde el término $\varepsilon_{ij,t}$ es una perturbación aleatoria. El modelo se ha particularizado con adaptaciones en la variable población P para las siguientes cuatro aplicaciones:

- Pasajeros residentes
- Pasajeros no residentes
- Vehículos en régimen de pasaje⁵⁸
- Mercancías⁵⁹

En los siguientes apartados se procederá a explicar con mayor detalle el proceso de obtención de la demanda potencial para estos cuatro mercados, habiéndose aplicado en cada uno de ellos una variante del modelo presentado más arriba.

Modelo de gravedad para pasajeros residentes

En este caso, la muestra de conexiones está compuesta por las siguientes:

- Entre islas Canarias
- Entre archipiélagos de la región de Macaronesia
- Entre Canarias y los demás estados con los que existen conexiones directas⁶⁰

⁵⁸ Sólo para trayectos interinsulares canarios

⁵⁹ Excluye los graneles líquidos, sólidos y pesca

⁶⁰ Para el resto de España, esta se ha dividido en cuatro regiones para agregar los flujos de pasajeros: norte, centro, sur y este. De la misma manera, el Portugal continental se segrega de Azores y Madeira, como una única región.

Aquellos estados para los que se desconozca la existencia de conexiones directas, o un flujo de pasajeros desconocido, no forman parte de la muestra.

El modelo tomará aquí la siguiente forma:

$$q_{ij} = G_{ij} \cdot (PO_i \cdot PO_j)^\alpha \cdot d_{ij}^\beta \quad (13)$$

q_{ij} es el volumen de pasajeros transportados entre i y j , mientras que d_{ij} señala la distancia entre los territorios i y j . PO_i representa la población del territorio i . El modelo se completa con una pseudoconstante gravitatoria G_{ij} que replica el grado de afinidad cultural e intensidad de las relaciones económicas entre los territorios⁶¹, cuyos valores se muestran en la Tabla 7. Tomados logaritmos:

$$\ln(q_{ij}) = \ln(G_{ij}) + \alpha \cdot \ln(PO_i \cdot PO_j) + \beta \cdot \ln(d_{ij}) \quad (14)$$

El modelo toma la forma de una regresión, que se estima por el método de máxima verosimilitud. En este caso, la estimación se lleva a cabo con información del año 2018.

Tabla 7 Pseudoconstante gravitatoria G_{ij} en el modelo de gravedad para pasajeros

Afinidad	Sin afinidad	Unión Europea	España peninsular y mercados turísticos importantes	Mercados turísticos más importantes	Tenerife Gran Canaria	Isla menor isla mayor
Valor	2	4	23	74	447	307

Fuente: Elaboración propia. En el caso de la Unión Europea, están representados aquellos estados que no son emisores turísticos importantes para Canarias. La relación Madeira–Azores tiene la consideración “España peninsular”, al igual que los Madeira-Portugal continental o Azores-Portugal-Portugal continental.

⁶¹ Tras haber evaluado diversos modelos, este ha sido el que logra un mejor ajuste.

Modelo con pasajeros no residentes

Para obtener el tráfico de pasajeros no residentes entre las islas y archipiélagos comprendidos en este trabajo se ha considerado el siguiente modelo:

$$q_{ij} = k \cdot (PT_i \cdot PT_j)^\alpha \cdot d_{ij}^\beta \quad (15)$$

Donde las poblaciones permanentes se han sustituido por el volumen anual de turistas recibidos por cada una de las islas/archipiélagos, PT_i ⁶². Tomando logaritmos se obtiene una expresión similar a la ecuación (14):

$$\ln(q_{ij}) = c + \alpha \cdot \ln(PT_i \cdot PT_j) - \beta \cdot \ln(d_{ij}) \quad (16)$$

Los valores k , α , β se estiman para cada año del periodo 2007-2018. k y α muestran una evolución temporal que parece seguir el ciclo económico como la que se muestra en la Figura 33. La caída de k en 2009 y su posterior recuperación podrían darían soporte a esta hipótesis. Sin embargo, β tiene una evolución creciente para este periodo, lo que indica que cada vez existe una menor influencia de la distancia en el número de pasajeros que se mueve entre los destinos.

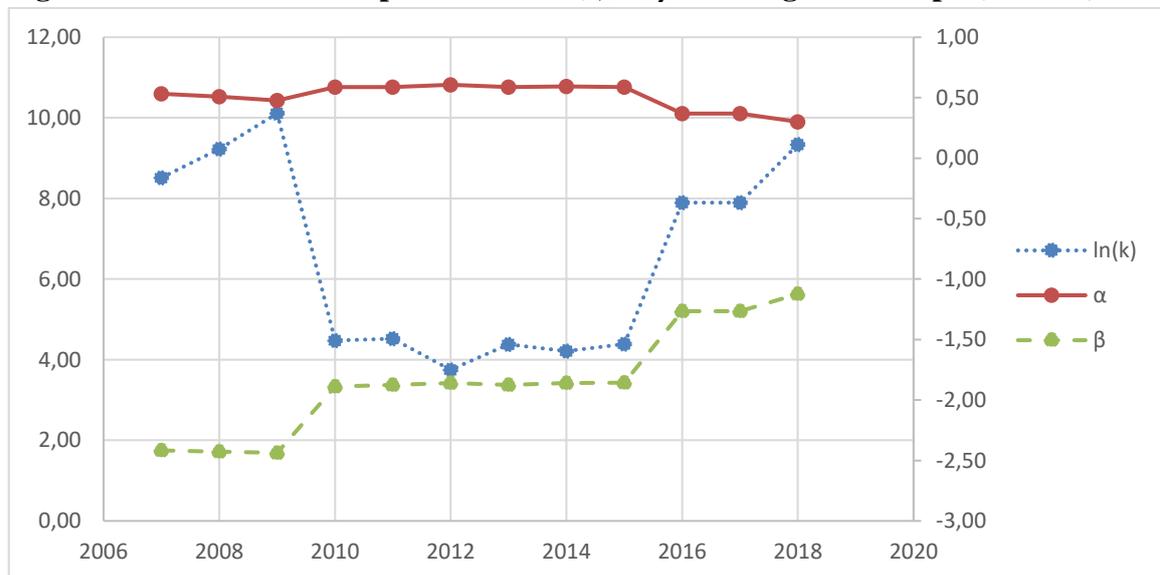
Todas estas aseveraciones deben hacerse de manera muy cauta, dada la gran sensibilidad del modelo de gravedad a estos parámetros. Por ejemplo, es poco viable interpolar o extrapolar valores de los parámetros en base a las tendencias que se hayan podido obtener

⁶² Se trata por tanto de una muestra diferente a la empleada en el modelo para pasajeros residentes. En este caso, el modelo es *local*, es decir, se toman datos solo del mismo marco de análisis, con las limitaciones que ello conlleva.

mediante regresiones, ya que los resultados de los modelos ensayados de esta manera conducen a resultados poco fiables.

Por tanto, solo se puede apuntar la existencia de tendencias de los parámetros y su posible interpretación: la evolución de constante k como reflejo del ciclo económico, y la del parámetro β como reflejo de una mejora de la oferta, a través de nuevas frecuencias o buques más rápidos.

Figura 33 Evolución de los parámetros $\ln(k)$, α , β a lo largo del tiempo (turistas)



Fuente: Elaboración propia. El exponente α permanece bastante estable en el tiempo, mientras que la β es menos negativa con el paso del tiempo. La constante k muestra una evolución que replica el ciclo económico.

Con la intención de establecer valores para estos parámetros en un escenario potencial a largo plazo, y según se ha mencionado más arriba, queda descartada una proyección de estos parámetros para el escenario potencial basado en alguna regresión respecto a alguna variable como el PIB o el turismo estimado. Esto no es posible, ya que el modelo de gravedad depende fuertemente de la relación de los tres parámetros entre sí.

Por tanto, la proyección al futuro se hará tomando los valores de k , α , β más recientes, es decir, se consideran constantes para todo el ciclo vital del proyecto, 2018-2043. El modelo quedará definido según esta expresión:

$$q_{ij,pot,2043} = (PT_{i,2043} \cdot PT_{j,2043})^\alpha \cdot d_{ij}^\beta \quad (17)$$

Los valores de $q_{ij,pot,2043}$ se pueden encontrar en la Tabla 11, mientras que las proyecciones del número de turistas se muestran en la Tabla 10.

Mercancías

En el modelo que estima el potencial para el tráfico de mercancías, el racional empleado en su elaboración es el mismo que el modelo para pasajeros residentes. Sin embargo, se sustituyen la población por el PIB, como variable explicativa, y el número de pasajeros se reemplaza por las cantidades de mercancías transportadas, en el año 2017, en toneladas.

$$q_{ij} = G_{ij} \cdot (Y_i \cdot Y_j)^\alpha \cdot d_{ij}^\beta \quad (18)$$

$$\ln(q_{ij}) = \ln(G_{ij}) + \alpha \cdot \ln(Y_i \cdot Y_j) + \beta \cdot \ln d_{ij} \quad (19)$$

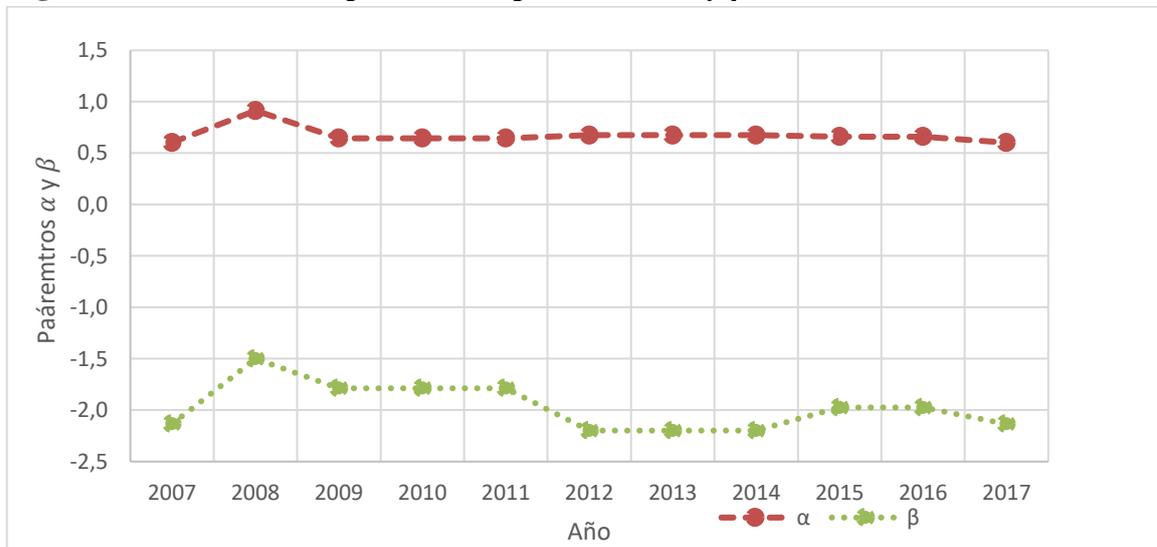
De nuevo, q_{ij} es el volumen de pasajeros transportados entre i y j , mientras que d_{ij} señala la distancia entre los territorios i y j . Y_i representa el valor de la producción del territorio i y el parámetro G_{ij} es una pseudoconstante gravitatoria que representa la facilidad de comercio.

De nuevo se considera que existen dos mercados, la carga aérea y la carga marítima. La carga se transporta fundamentalmente en modo marítimo según datos obtenidos de los gestores de las infraestructuras, siendo la posición del modo aéreo residual. No obstante, se mostrarán resultados también para el modo aéreo, aunque estos no trascenderán este

capítulo, a diferencia de la carga marítima, que será parte del escenario futuro con el que se trabajará en los siguientes capítulos.

La estimación se efectúa para los años del periodo 2007-2017, mostrándose en la Figura 34 la variación de los parámetros α y β en función del año para el que se efectuó la estimación⁶³. En esta figura se observa una mayor estabilidad que en el modelo de pasajeros no residentes (Figura 33), con la excepción del año 2008. En el segundo gráfico, Figura 35, se muestra la evolución de la pseudoconstante gravitacional (facilidad de comercio), se observa que el año 2008 también presenta una anomalía. Para el resto de los periodos de análisis existe una evolución menos estable que la presentada por los parámetros α y β , aunque cabe puntualizar que las variaciones son moderadas términos absolutos, especialmente para los mercados más importantes.

Figura 34 Evolución temporal de los parámetros α y β

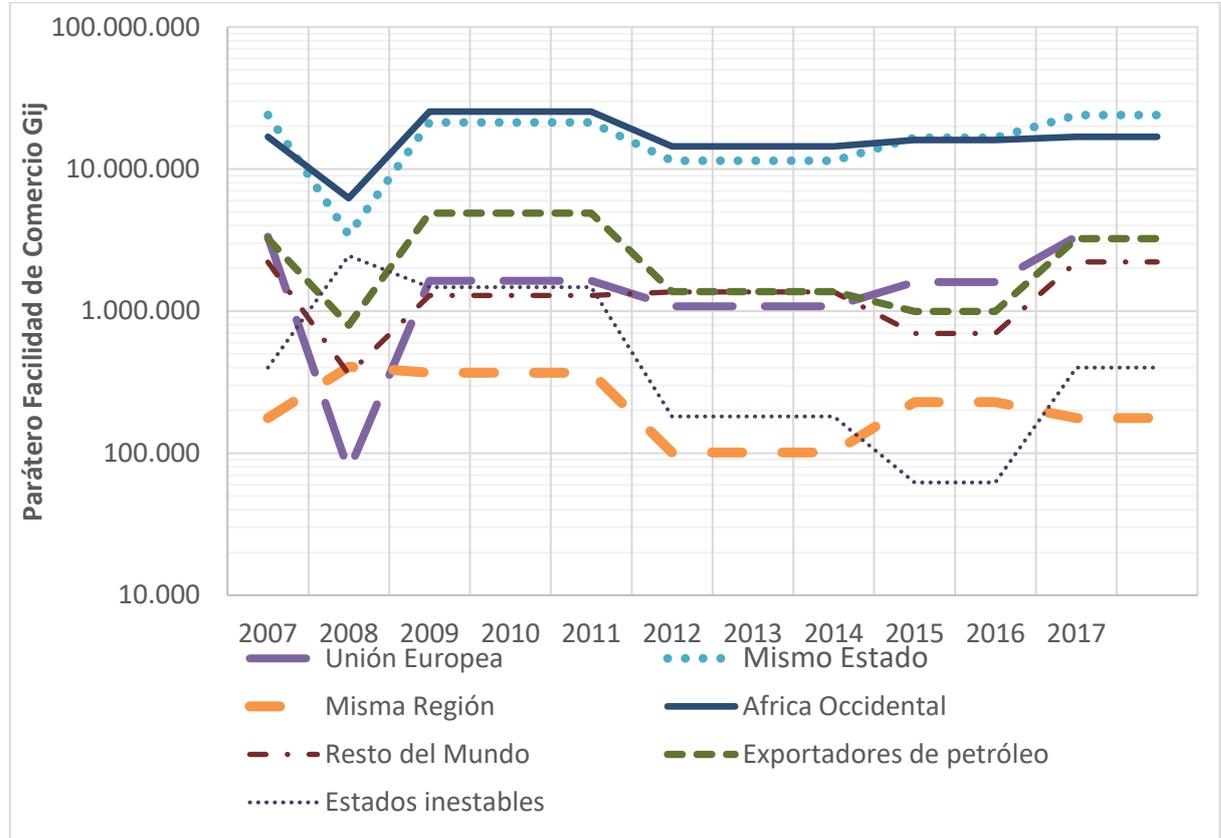


Fuente: elaboración propia

⁶³ Para el *proxy* pseudoconstante gravitacional (facilidad de comercio), su evolución temporal puede encontrarse en la Figura 35.

La Figura 35 muestra la evolución temporal de la pseudoconstante gravitacional G_{ij} , que representa la facilidad de comercio, utilizado como variable proxy⁶⁴.

Figura 35 Evolución temporal del pseudoconstante gravitacional G_{ij}



Fuente: elaboración propia. Este pseudoconstante representa la facilidad de comercio entre los dos polos.

En la Tabla 8, a continuación, se muestran los valores de G_{ij} asumidos para el modelo.

⁶⁴ En la figura se observa que el año 2008, con el inicio de la Gran Recesión, existe una perturbación significativa, volviendo los valores de parámetro a unos rangos más acotados en los años venideros. El parámetro otorga un peso mayor a las conexiones con el mismo estado y a aquellas de Canarias con África Occidental. Por el contrario, reduce los valores para el transporte con estados considerados políticamente inestables, como es de esperar, y con los puertos de la propia región, donde parece se realiza una matización sobre el efecto del parámetro distancia.

Tabla 8 Pseudoconstante gravitatoria G_{ij} en el modelo para mercancías

Afinidad	Unión Europea	Mismo Estado	Misma Región	África Occidental	Resto del Mundo	Exportadores de petróleo	Estados inestables
Valor	3.348.838	24.042.483	176.949	16.918.515	2.214.211	3.240.935	400.670

Fuente: elaboración propia. El coeficiente depende de las facilidades de comercio entre los dos territorios considerados.

De nuevo, se puede asumir como razonable tomar los valores de los tres parámetros α , β y G_{ij} estimados para 2017, y aplicarlos directamente en el escenario potencial futuro 2043, mientras se toman las variables exógenas proyectadas para ese año. En Tabla 10 se muestra la evolución relativa de las variables PIB, población y renta a largo plazo.

Al final de este capítulo, en la Tabla 11, se recopilan los resultados de las estimaciones de las cantidades transportadas en el escenario potencial. Antes se comentan los datos obtenidos sobre un gráfico para cada mercado.

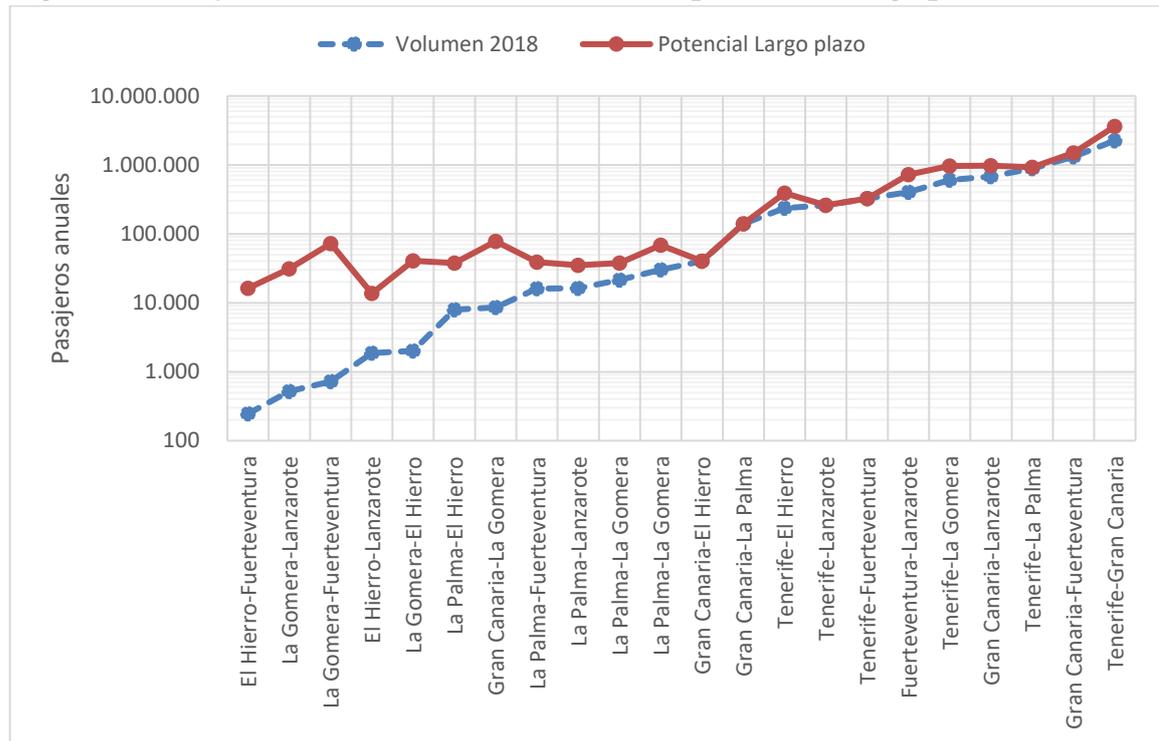
Comentarios sobre los resultados para el tráfico de pasajeros en Canarias

A continuación, se hará un breve comentario para los resultados de cada uno de los mercados analizados mediante modelo de gravedad, distinguiendo entre pasajeros residentes, pasajeros no-residentes, mercancías transportadas en barco y mercancías transportadas por vía aérea.

Pasajeros Residentes

La Figura 36 compara, para cada par de islas del archipiélago canario, el tráfico actual de pasajero de residentes entre cada par de islas en el año 2018, y su valor potencial estimado para el escenario a largo plazo, ubicado temporalmente en el año 2043. En el gráfico, se ordenan. Las conexiones se hallan ordenadas de mayor a menor número de pasajeros residentes reales, de izquierda a derecha.

Figura 36 Pasajeros residentes: volumen 2018 vs. potencial a largo plazo



Fuente: elaboración propia

En primer lugar, se encuentran las conexiones situadas en la parte izquierda del gráfico. Se trata de un grupo importante de conexiones por su cantidad, que en la actualidad presentan valores muy bajos de tráfico real, por debajo de los 10.000 pasajeros anuales. Son las conexiones entre las islas menores occidentales y las orientales, y de entre las primeras, El Hierro y La Gomera, con Gran Canaria. Se observa que aquellas combinaciones que actualmente no cuentan con conexiones directas mueven actualmente flujos muy bajos de residentes, aunque a largo plazo se podrían incrementar sustancialmente los pasajeros, llegando en el caso de La Gomera–Fuerteventura a valores potenciales cercanos a los 100.000 pasajeros anuales. En la mayoría de los casos sin embargo el potencial queda en el entorno de varias decenas de miles de pasajeros residentes.

En la mayoría de los casos aún existe un importante potencial por desarrollar, salvo para la conexión entre Gran Canaria y El Hierro, que ya cuenta con conexiones directas diarias⁶⁵ y difícilmente se pueda mejorar la conectividad. Sucedería al contrario con la conexión entre La Gomera y Gran Canaria, islas que comenzaron a tener vuelos directos sujetos a OSP en 2018, después de varios años sin existir⁶⁶. En este caso, el potencial alcanza también valores cercanos a los 100.000 habitantes.

Estas significativas diferencias entre pares de islas van también ligadas a la proyección de crecimiento de la población entre las islas mencionadas. En el caso de Fuerteventura y Lanzarote la dinámica reciente es de fuertes incrementos poblacionales y mayores ingresos per cápita que en otras islas, extrapolándose esta dinámica hacia el futuro.

En el siguiente grupo de conexiones, entre islas medianas y la isla mayor se comienza con el par Gran Canaria–La Palma. Esta conexión tiene un recorrido limitado de cara al futuro dado que para la isla de La Palma se espera una estabilidad poblacional, al igual que para Gran Canaria se esperan incrementos algo inferiores a la media. Las conexiones de Tenerife

⁶⁵ Por último, entre las conexiones entre islas menores, aquella entre La Palma y El Hierro, podría dar lugar uno o varios enlaces semanales. Se trata de una conexión que existió en 1999 y 2000 de la mano de Air Atlantic y Naysa y mucho antes con el Grupo Iberia desde el año 1972. aunque fue eliminada poco Después, según Ramos Pérez (2001). Cabría pensar si en el contexto de fuertes subvenciones de la actualidad con precios reales muy inferiores a los actuales, así como la reducción de costes operativos para las aerolíneas desde entonces, sea más viable la explotación de estas rutas en vista del potencial que otorga el modelo. Esta conexión, al igual que la primera y el Gomera-Hierro, son normalmente efectuadas con escala en Tenerife-Norte, que funciona a modo de *hub* regional, lo cual pese a hacer un recorrido mucho mayor, se ve compensado con la mayor tasa de ocupación de los aviones en las rutas troncales. La política de Binter apenas varía el precio de hacer el vuelo directo con escala lo que es una buena excusa para no desarrollar estas rutas periféricas.

Al contrario, el hecho de que este modelo se esté efectuando con datos de 2017, cuando solo medio año contó con subvención del 75%, hace que esperemos que en 2018 la demanda sea aún superior a la de 2017, haciendo este incremento quizá viable algunas rutas que antes no lo eran.

⁶⁶El 1 de agosto de 2018 comenzó a operar una ruta estival de Binter, apoyada por la reciente declaración como Obligación de Servicio Público, que transportó 13.000 pasajeros durante los doce primeros meses. La ruta estuvo operada hasta el año 2009 y alcanzó en 2008 un máximo histórico de 23.000 pasajeros.

con Fuerteventura y Lanzarote se encuentran ya cerca de su potencial después de haber experimentado grandes crecimientos en los últimos años. Si bien esto podría interpretarse de otra manera y afirmar que aún quedan ganancias por delante, el modelo indica que ya existe un tráfico muy elevado entre estas conexiones respecto al resto de conexiones analizadas en el modelo. Algo similar sucede entre Gran Canaria y Fuerteventura.

Al contrario, las conexiones entre islas muy cercanas, como son Fuerteventura y Lanzarote y Tenerife y La Gomera aún tienen un elevado potencial pese a tener y a elevados volúmenes de tráfico. Dicho potencial equivale a varios centenares de miles de pasajeros anuales, cantidad aún menor que la de la principal conexión del archipiélago, Tenerife–Gran Canaria, donde todavía se estima una importante posibilidad de crecimiento para el futuro.

Otro caso interesante es el Fuerteventura–Lanzarote: de entre las conexiones donde existe un volumen de tráfico apreciable, esta parece quedar sobreestimada por el modelo. Frente a los 300.000 desplazamientos estimados para la actualidad, el modelo predice un potencial de 1.000.000, prácticamente tres veces más, lo cual obliga tomarlos resultados con prudencia. Para una población residente que ronda los 250.000 habitantes, resulta difícil pensar que en promedio puedan hacer varios desplazamientos al año desde las cifras actuales.⁶⁷ Sin embargo, hay opiniones que consideran que ambas islas conforman un solo

⁶⁷ Esto equivaldría a afirmar que se desplazan a la isla vecina una vez cada semestre. Sin embargo, a diferencia de Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote no ofrecen nada diferente que la otra no tenga con excepción de los paisajes. No obstante, asumiendo que sí existe una demanda insatisfecha podría ser interesante recuperar la conexión aérea entre Lanzarote y Fuerteventura, vigente desde los años 70 y eliminada hacia 1992, según Ramos Pérez, (2001). A su favor cuenta el ahorro de tiempo de viaje por carretera si se viaja desde los extremos opuestos o centrales de las islas y la cercanía de los aeropuertos a las capitales insulares. En su contra juega, la necesidad de desplazarse luego dentro de la isla, con el coste que supone el taxi o el alquiler de vehículos una vez se ha llegado al aeropuerto de destino.

sistema dada su cercanía y al compartir muchas características. En este caso sí se podrían asumir los valores estimados y manifestar que hay un gran potencial latente.

De manera similar, el modelo estima un potencial muy elevado para la conexión Tenerife–Gran Canaria, superando los tres millones de desplazamientos, lo que supone triplicar las cifras actuales. La conectividad entre ambas islas es bastante buena y los volúmenes están en máximos históricos. Sin embargo, aún cabría mejorar la conexión de acuerdo con el modelo.⁶⁸

Cabe realizar en este punto dos observaciones: en primer lugar, alcanzar los valores de demanda potencial estimados podría llegar a exceder la capacidad de las infraestructuras actuales; por este motivo se plantea en el Apéndice 2 un estudio de éstas y de los costes que supondría su ampliación. En segundo lugar, en el Apéndice 3 se aventuran posibilidades que podrían ayudar a desplegar estos potenciales de cara al futuro.

Pasajeros no residentes

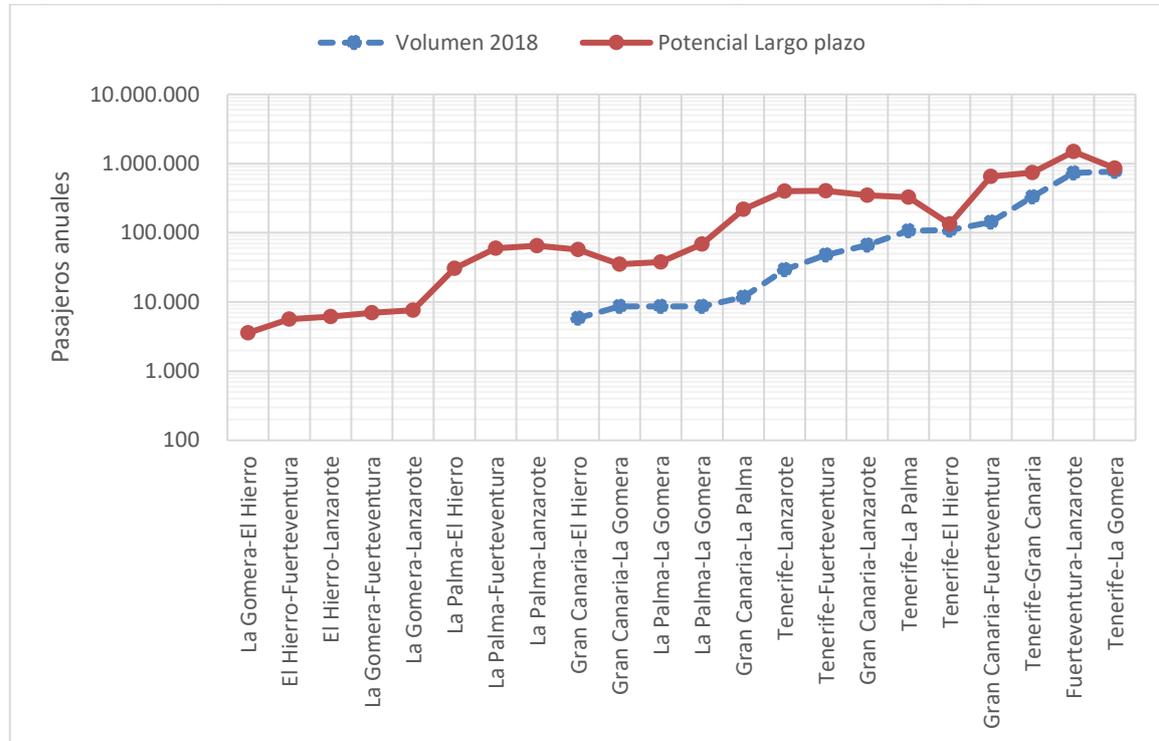
A diferencia del modelo anterior, este obtiene los datos para estimar sus parámetros solamente entre los trayectos que hay dentro de las Islas Canarias, y entre los archipiélagos de la región de Macaronesia.

En el caso de Canarias, es importante destacar que las conexiones entre islas menores estarían insuficientemente cubiertas en la actualidad, porque no existen vuelos directos y

⁶⁸ Esto explica que la Naviera Armas haya introducido en 2018 un servicio de fast ferry entre Santa Cruz y Las Palmas, incorporando en 2019 un barco de mayores prestaciones que el *Almudaina 2*. Además de reducir el tiempo del trayecto principal en el trayecto principal, podría analizarse una conexión de sur a sur de ambas islas, teniendo el norte de las islas ya bastante bien cubiertas. En el siguiente apartado se desarrollará la idea con más detalle.

se carece de información exacta sobre el volumen de pasajeros no residentes. En la Figura 37 se muestran los resultados de manera gráfica.

Figura 37 Pasajeros no residentes: volumen 2018 vs. potencial a largo plazo



Fuente: elaboración propia

De entre las islas que no poseen conexiones directas en la actualidad, las que unen Fuerteventura y Lanzarote con La Gomera, y El Hierro con Lanzarote podrían tener un discreto desarrollo en el futuro, partiendo de cifras muy reducidas. Ello viene ligado al potencial de crecimiento de estas islas como mercado turístico, especialmente las islas pequeñas, además del aumento de viajeros que pasan por más de una de estas islas durante una estancia en Canarias, como muestra un análisis de los datos de Promotour (2011-2019).

En el siguiente nivel se encuentran las conexiones de la isla de La Palma con el resto de isla menores, donde el potencial se sitúa entre los 50.000 y 100.000 pasajeros anuales, dando un salto cuantitativo respecto a los valores actuales. En la misma categoría de peso se encuentran las combinaciones de Gran Canaria con las islas menores occidentales, que,

pese a contar en la actualidad con conexiones aéreas directas, podrían multiplicar los volúmenes en caso de que el turismo que visita varias islas en un solo viaje a Canarias aumentase de manera notoria. Una parte de este incremento también se podría deber a pasajeros internacionales que toman un vuelo de conexión o escala en Gran Canaria para llegar a su destino final en las islas menores.

Existe otro grupo de conexiones con importantes volúmenes de pasajeros potenciales por explotar, que son las combinaciones entre Tenerife y Fuerteventura o Lanzarote, así como las conexiones entre Gran Canaria y Lanzarote. Este potencial puede ir ligado a turismo que visite más de una isla en un viaje y aunque ya es difícil, mejorar las conexiones para facilitar el excursionismo. Sólo la inminente conexión Las Palmas–Playa Blanca puede generar un nuevo mercado, fundamentalmente entre los turistas alojados en el sur de Lanzarote o en Las Palmas de Gran Canaria.

Un aspecto que no ha sido predicho por el modelo ha sido la apuesta realizada a finales de 2018 por Fred. Olsen, para explotar una línea diurna Las Palmas–Lanzarote mediante fast-ferry, frente a la conexión nocturna de Armas mediante ferry convencional. Según el modelo esta conexión se haya satisfactoria mente cubierta. Frente a ello el mercado aún apuesta por abrir una nueva ruta. Si nos atenemos al modelo, esta posibilidad quizá no se dirigiría a generar demanda inducida sino a crecer a costa de una incómoda conexión nocturna o un caro viaje en avión que implica alquilar un coche en la isla de destino⁶⁹.

⁶⁹ Considerando que la tarifa estándar de la conocida compañía de alquiler de coches canaria CICAR ronda los 30€/día resulta claramente ventajoso para el viajero que parte de Gran Canaria viajar en barco para estancias de más de un día, pues llevar su coche le cuesta 27€ ida y vuelta.

En el caso de una conexión similar, La Palma–Tenerife, el crecimiento del mercado irá ligado al desarrollo de La Palma como destino turístico y a la mejora de las conexiones de esta isla con norte y el sur de Tenerife.

Entre el grupo de conexiones con mayores volúmenes de pasajeros en la actualidad, se encuentran islas en todo caso topológicamente adyacentes y con elevados volúmenes de turistas, en los que es posible hacer una excursión de ida y vuelta en un día con el coche.

El Gran Canaria-Fuerteventura, presenta un potencial aún importante⁷⁰. De nuevo, el Gran Canaria-Tenerife muestra un importante potencial de desarrollo, al igual que el Fuerteventura–Lanzarote. En caso de las islas capitalinas, es posible que se puedan mejorar las conexiones existentes para incentivar la demanda de excursionismo entre los más de diez millones de turistas que visitaron las islas en 2018⁷¹. Mientras tanto, entre las islas orientales este crecimiento debería ir ligado fundamentalmente al aumento del turismo en ambas islas⁷².

Finalmente, el trayecto que más turistas mueve de Canarias, el Tenerife–La Gomera se encuentra ya muy cercano a su potencial. El desarrollo futuro iría vinculado sobre todo al crecimiento del destino turístico La Gomera.

⁷⁰ Aunque los datos de 2018 son estimaciones y cabe la posibilidad de que la demanda sea mayor de la estimada.

⁷¹ Ver Promotour (2019)

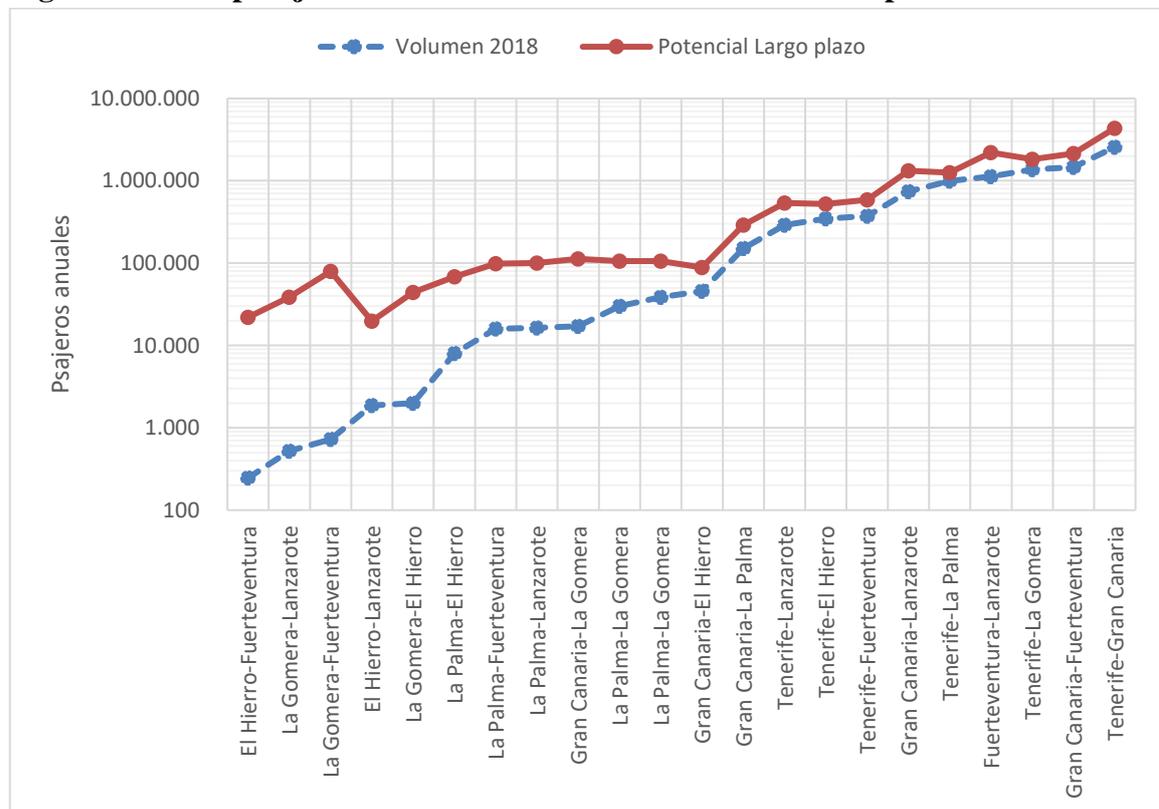
⁷² Este podría ser uno de los puntos débiles del modelo: esta excursión es muy atractiva para los turistas alojados en Corralejo o Playa Blanca, pero lo es mucho menos para aquellos que han de hacer los más de 100 km que distan desde Morro Jable o Costa Calma hasta el puerto situado en el extremo septentrional de la isla.

Total pasajeros (residentes y no-residentes)

La distribución del potencial total a largo plazo se muestra en la Figura 38. En ella se pueden observar las cantidades resultantes de sumar los potenciales para de pasajeros residentes (Figura 36), al potencial de los pasajeros no-residente⁷³ (Figura 37).

Se puede comprobar que el tráfico residente continúa siendo dominante en la mayoría de las rutas y la forma de la curva potencial de Figura 38 conserva una forma similar a la de la Figura 36 aunque con valores ligeramente superiores.

Figura 38 Total pasajeros entre las Islas Canarias: vol. 2018 vs. potencial



Fuente: elaboración propia

⁷³ Ver Garín-Muñoz (2006)

Los resultados mostrados en la Figura 38 apuntan que en el futuro podrían existir una serie de conexiones directas en todas las islas del archipiélago, con un volumen de pasajeros suficiente como para que fueran rentables. Asimismo, cabe destacar que habría una media docena de combinaciones con volúmenes muy importantes, superiores al millón de pasajeros anuales.

Pasajeros entre archipiélagos de la Macaronesia

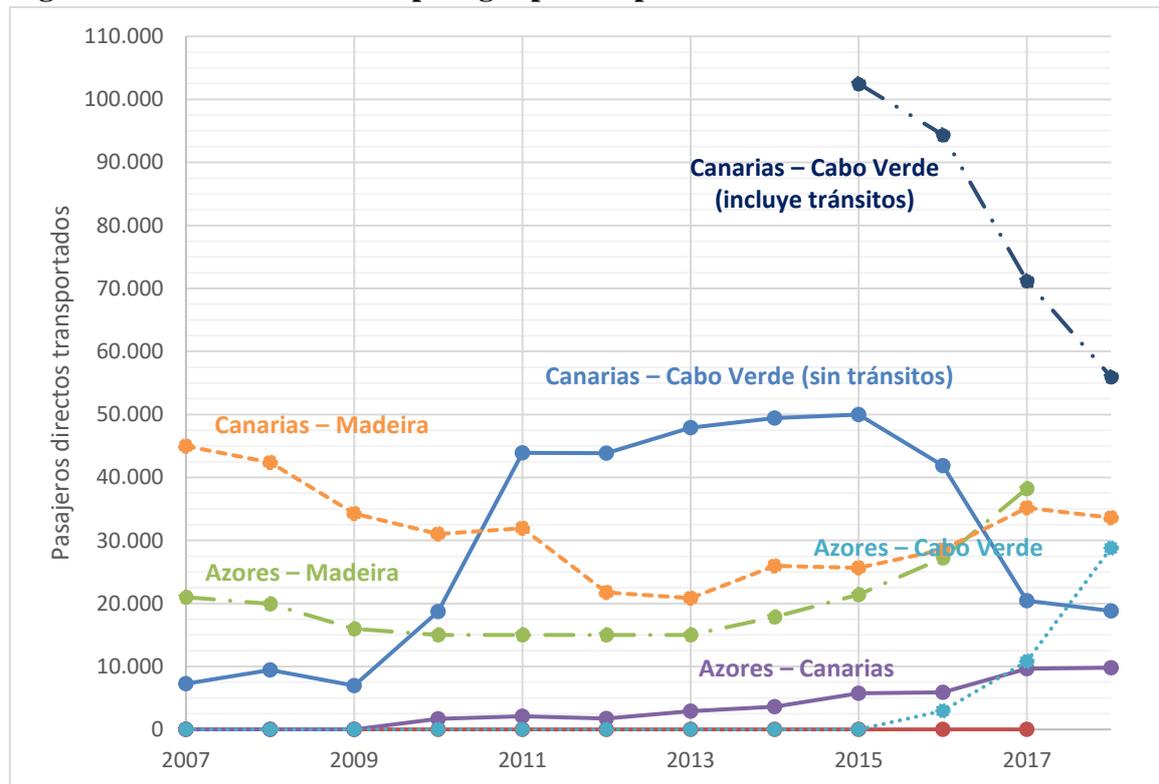
A diferencia del grupo de pasajeros interinsulares canarios, este mercado unifica el pasaje en un único grupo sin diferenciar entre residentes y no residentes, puesto que no se dispone de datos suficientes para estimar con precisión el peso de cada segmento. Las personas que se desplazan en estas islas serían:

- Residentes que viajen entre archipiélagos,
- Turistas que viajan entre archipiélagos
- Turistas que llegan a un archipiélago a través de otro, o residentes que viajan fuera de la región de Macaronesia con trasbordo en otro archipiélago. Por ejemplo, norteamericanos que llegan a Canarias o Cabo Verde a través de Azores, o turistas europeos que llegan a Cabo Verde a través de Canarias. Esta categoría se ha intentado sacar del modelo, por no ser un desplazamiento genuinamente entre archipiélagos. Para este caso, además, solo tiene un peso importante en la conexión entre Canarias y Cabo Verde.
- Cruceristas cuyos barcos se desplazan entre archipiélagos. Esta categoría no se incluye explícitamente dentro del análisis de demanda potencial, pero los resultados obtenidos indican que sí podría formar parte del análisis en algún momento futuro. Ver Tabla 9 acerca de los cruceristas que viajan entre los archipiélagos.

Los resultados mostrados son resultado de haber agregado los modelos para pasajeros residentes y los no residentes. Dichos modelos eran compartidos con el transporte interinsular canario en ambos segmentos.

La Figura 39 muestra el tráfico real a lo largo del periodo 2007-2018, mientras que la Figura 40 contiene el tráfico de 2018 y la estimación del potencial a largo plazo, para el año 2043.

Figura 39 Tráfico entre archipiélagos para el periodo 2007-2018

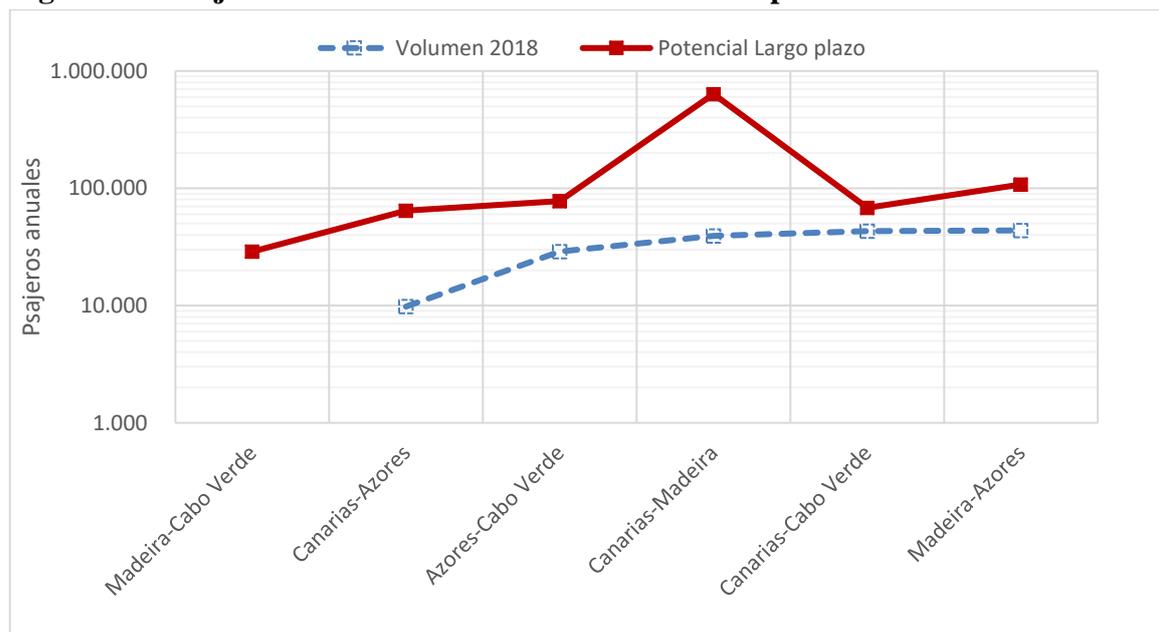


Fuente: Elaboración propia. En esta figura se observa que la curva Cabo Verde-Madeira toma el valor nulo cada año, mientras que Azores-Cabo Verde movió volúmenes prácticamente nulos hasta la apertura de la ruta regular entre ambos archipiélagos en 2016. La distinción los pasajeros directos y aquellos que hacen escala en Canarias (tránsitos) para el trayecto entre Canarias y Cabo Verde se debe a la relevancia de este último segmento y de cara a explicar la caída acontecida entre 2016 y 2018.

Durante el período 2007-2018 las conexiones entre Canarias y Madeira no fueron lo intensas que podrían haber sido. Se observa que en los primeros años del periodo existían cifras superiores a las actuales. En esa coyuntura se introdujo la conexión marítima, aunque ello no evitó una tendencia a la baja. Llegado un momento el tráfico ha vuelto a remontar,

sin llegar ni a los niveles de 2007, ni mucho menos al potencial tan elevado, de varios centenares de miles de pasajeros, que le asignan todos los modelos de gravedad que han sido ensayados. Uno de los factores que explican estos resultados es que existe un potencial de movimientos de turistas entre ambos archipiélagos que hoy en día podría satisfacerse con el movimiento crucerístico. La Tabla 9 proporciona una estimación de los pasajeros que han visitado parejas de archipiélagos a bordo del mismo barco. La elevada cifra de cruceristas que transitan entre Madeira y Canarias puede muestra de qué manera se puede estar realizando el potencial supuestamente insatisfecho según el modelo. Sin embargo, también existe el argumento contrario que indica que los pasajeros de los cruceros priorizan primero la idea de hacer un crucero, siendo el recorrido una decisión secundaria⁷⁴.

Figura 40 Pasajeros Macaronesia: volumen en 2018 vs. potencial



Fuente: Elaboración propia

⁷⁴ Cabe deducir de aquí la posibilidad de desarrollar productos turísticos combinados no crucerísticos Madeira – Canarias, con mayores beneficios sociales para ambos archipiélagos que el producto crucero.

El potencial del trayecto Madeira–Azores duplica el tráfico actual hasta los 100.000 pasajeros. La pertenencia al mismo estado, así como las subvenciones a las tarifas han logrado potenciar esta ruta, probablemente impulsada por la demanda interna. En cuanto al tráfico de no residentes, se espera que uno de sus determinantes, el número de turistas siga aumentando en las próximas décadas. Según las proyecciones del INE portugués, la población posiblemente descienda en el largo plazo para el conjunto del país, aunque es posible, por el motivo mencionado, que estos archipiélagos reviertan la tendencia actual.

El trayecto Azores-Cabo Verde está mostrando también una evolución hacia su potencial. En este caso parecen ser las conexiones desde el *hub* de Air Azores en Ponta Delgada a otros destinos, especialmente norteamericanos los que están impulsando el crecimiento de la ruta abierta tan solo en 2016⁷⁵. En este caso se cree que posiblemente el crecimiento económico de Cabo Verde y su desarrollo como destino turístico probablemente seguirán potenciando este trayecto en las próximas décadas⁷⁶.

Las conexiones entre Canarias y Azores muestran una tendencia ligeramente creciente, que parece haberse estabilizado para el año 2018. El potencial desde la lógica del modelo de gravedad propuesto es mucho mayor (de los 10.000 a los 65.000 pasajeros anuales) y este potencial parece difícilmente alcanzable en las circunstancias actuales.⁷⁷ El aumento

⁷⁵ Para 2019 las cifras son aún mayores.

⁷⁶ No obstante, existe una amenaza. El desarrollo de aviones de fuselaje estrecho de gran alcance para operar rutas largas y delgadas es una realidad en 2020 y se prevé estos modelos se incorporen paulatinamente a lo largo de esta década. Ello posibilitará cientos de conexiones directas en el mundo que hasta hoy no eran posibles.

⁷⁷ Si bien Binter ha estado estuvo comercializando hasta 2020 conexiones con Norteamérica a través de Ponta Delgada, y con el mayor potencial de Canarias como mercado emisor y receptor de turismo, no parece que los flujos se estén canalizando de manera adecuada. Los residentes canarios tienen descuento para volar a través de Madrid y Air Europa e Iberia ofrecen una mejor oferta de conexiones a través de la capital española.

demográfico y enriquecimiento, así como al aumento del número de turistas, especialmente desde Norteamérica, es posible que den un impulso importante en las próximas décadas.

En el caso de la conexión entre Canarias y Cabo Verde, parece existir una cierta tendencia a la convergencia entre el flujo potencial y el real, sabiendo que una buena parte del segundo ha ido desapareciendo, debido que eran probablemente pasajeros de conexión provenientes de otros mercados emisores europeos. El potencial a largo plazo se estima en los 70.000 pasajeros anuales, mientras que en la actualidad se están moviendo cerca de 30.000 pasajeros directos. En los años anteriores se estuvo muy cerca de ese potencial según los datos de Aena. Esta cifra acusa un fuerte descenso desde 2015, que se cree se ha debido a la reducción de trasbordos o incluso autoconexiones de pasajeros europeos con destino Cabo Verde. El mayor activo para alcanzar estos 70.000 pasajeros potenciales radica en el enriquecimiento y aumento de la población caboverdiana, así como la intensificación del comercio entre ambas regiones.

Por último, en la Tabla 9 se muestra una estimación del número de pasajeros que se desplazan entre los puertos de la región de Macaronesia abordo de cruceros. En ella destaca, sobre todo, el impresionante volumen existente entre los archipiélagos de Canarias y Madeira, que con una separación geográfica de aproximadamente 500 km, distan tan solo a una noche de viaje en barco, lo cual convierte esta conexión en idónea para este negocio.

Tabla 9 Estimación de cruceristas entre los archipiélagos en el año 2017

Trayecto	Cruceristas
Canarias-Madeira	593.087
Canarias-Azores	1.000
Canarias-Cabo Verde	1.500
Madeira-Azores	26.111
Madeira-Cabo Verde	4.500
Azores-Cabo Verde	-

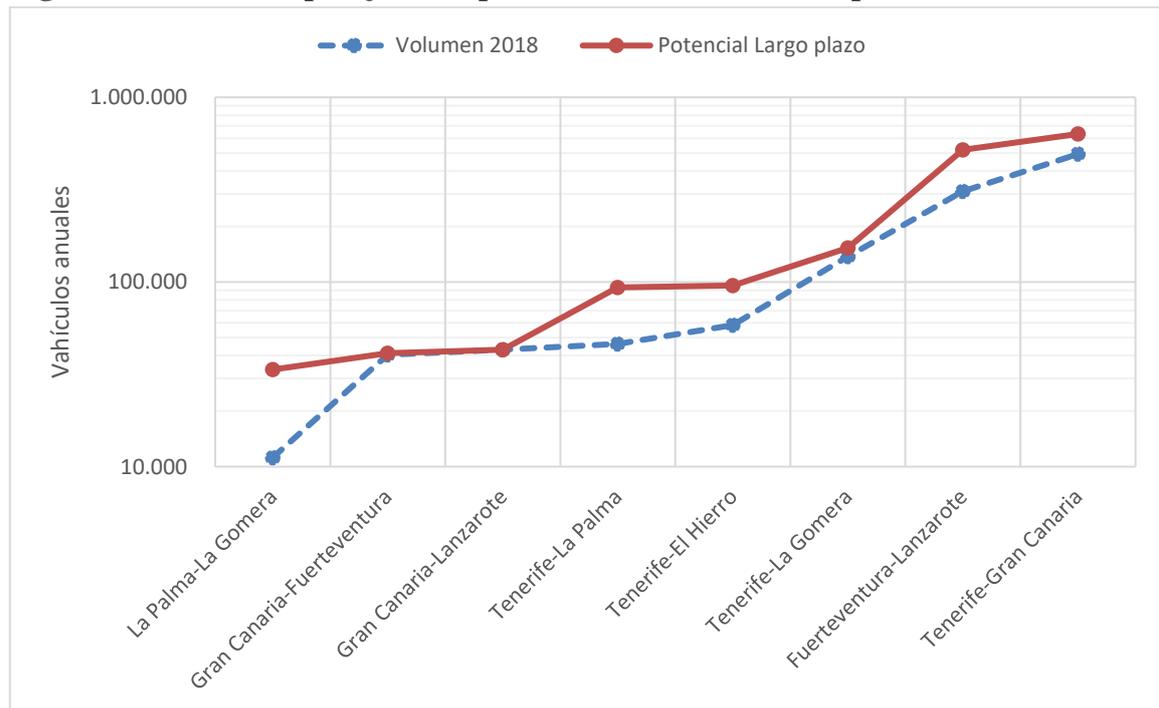
Fuente: elaboración propia a partir de APRAM (2018) y ENAPOR (2017)

Comentarios sobre los vehículos en régimen de pasaje

En el caso de los vehículos en régimen de pasaje se ha tomado un modelo similar, tomando la población residente como variable explicativa y las cantidades de vehículos transportados entre islas como variable endógena. No se distingue si el conductor del vehículo es residente o no, puesto que el precio no varía⁷⁸ y resulta muy difícil estimar el reparto en base a los datos disponibles. En lo demás, se trata de un modelo igual al anterior.

En este caso se han obtenido resultados para un caso más, realizando el modelo de gravedad con la renta como variable explicativa en vez de la población. Según la Figura 41 ambos modelos presentan bastantes similitudes al transporte de pasajeros:

Figura 41 Vehículos (pasaje): comparación volumen 2018 vs. potencial



Fuente: elaboración propia

⁷⁸ Aunque sí lo haría el precio del billete del pasajero.

Podemos realizar los siguientes comentarios sobre la figura anterior:

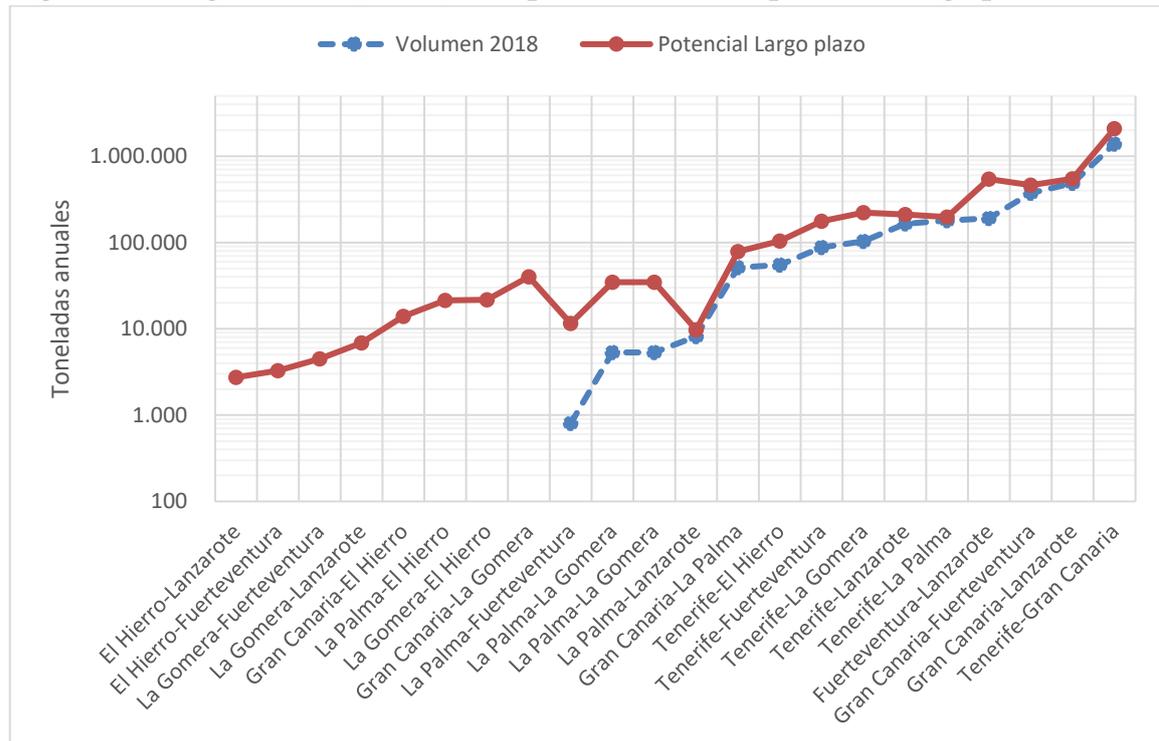
- Tenerife-Gran Canaria muestra un valor potencial bastante superior al real del año 2018⁷⁹.
- Fuerteventura-Lanzarote contaría con un potencial que dobla las cifras actuales, cifra que con las opciones actuales parece difícil que se alcancen, tal y como se ha mencionado más arriba para el transporte de pasajeros.
- Para el resto de las conexiones, muchas de ellas parecen ya plenamente desarrolladas, aunque otras como el Tenerife-La Palma, aún podrían mejorar. En este caso se cree cabría mejorar las opciones de conexión por barco entre ambas islas, a través de mejora de horarios y puertos con mayor cercanía geográfica.
- Por el contrario, la posibilidad de conectar Tenerife y El Hierro parece difícil mente mejorable en la situación actual y tan solo pueda deberse a que la población y la riqueza de ambas islas crece a largo plazo, tal y como ha venido sucediendo en los últimos 30 años.

Comentario sobre los resultados para el modelo con carga marítima

En la Figura 42 se muestran los resultados de la estimación realizada para la carga rodada entre las islas. En el futuro se observa el siguiente comportamiento del potencial por grupos según se ha efectuado para los anteriores mercados.

⁷⁹ La conexión propuesta en el Apéndice 3, Los Cristianos-Arguineguín, podría contribuir a conseguir incrementos en el entorno de 100.000 vehículos sin llegar al medio millón que parece indicar el modelo.

Figura 42 Carga rodada (barco): comparativa 2018 vs. potencial largo plazo



Fuente: elaboración propia

A la izquierda del gráfico, las conexiones entre las dos islas más pequeñas, El Hierro y La Gomera, con las dos islas del otro extremo del archipiélago, Fuerteventura y Lanzarote muestran un potencial muy pequeño. Ello no justificaría ruta directa alguna.

El *Eje transinsular* sobre el que trabaja Hernández (2018) parece una opción razonable para este tipo de conexiones. Todavía en este caso, consideramos que se les debería asignar una prioridad menor frente a otras conexiones, dejando la posibilidad del transporte aéreo para aquellos casos en los que el factor tiempo sea verdaderamente relevante.

En el siguiente grupo, para potenciales entre las 10.000 y 50.000 toneladas anuales se encuentran las conexiones entre las islas occidentales. En este caso se podría satisfacer mediante las conexiones con escala en Los Cristianos (Tenerife), siendo una conexión directa poco realista sobre todo si no hay una demanda de transporte de vehículos y pasajeros importante detrás. En el mismo grupo se encuentre El Hierro-Gran Canaria, cuya

conexión directa resulta difícilmente justificable. La Palma-Lanzarote y La Palma-Fuerteventura cuentan con la posibilidad de una o dos conexiones semanales sin cambiar de barco gracias al circuito que hacen los ferries que conectan la Península Ibérica con el archipiélago canario, siendo esta conexión suficiente para satisfacer el potencial al menos en el sentido en que la hacen, de este a oeste.

Las conexiones de La Palma con Lanzarote y Gran Canaria tal vez cuenten con datos que subestimen el tráfico actual, este es muy variable a lo largo de los años⁸⁰. La única conexión posible es a través del barco que hace rutas con Cádiz, que cuenta con una frecuencia semanal. Sólo a través de la conexión al sur de Tenerife se pueden aumentar el atractivo de transportar carga a La Palma de manera rápida y con conexiones diarias.

En el Tenerife-Gran Canaria, el potencial a largo plazo muestra desarrollo limitado un 20% por encima de los valores actuales. La conectividad entre ambas islas es bastante amplia, aunque quizá podría complementarse conectando el sur de las islas, tal y como viene proponiéndose en los anteriores apartados. Algunas empresas navieras han mostrado interés en algún momento y es posible que pueda generarse una demanda inducida con la apertura de Los Cristianos–Arguineguín/El Pajar⁸¹ con buques Ro-Pax; en mayor medida que un Granadilla–Arguineguín/El Pajar/Arinaga, con cargueros puros.

⁸⁰ Estas variaciones se deben a dos motivos, las pequeñas cantidades transportadas hacen que las variaciones relativas sean grandes en comparación con la cantidad de referencia. Además, es contabilizar las escalas y trasbordos de una manera diferente año a año provoca fuertes variaciones.

⁸¹ El Puerto de los Cristianos no parece actualmente el lugar adecuado para abrir una ruta con una fuerte componente de mercancías por la falta de espacio. Cabría bien trasladar la actividad Ro-Pax del Puerto de Los Cristianos al futuro Puerto de Fonsalía o incluso hacia Granadilla, perdiéndose parte del atractivo de la ruta al estar fuera del principal núcleo turístico de la isla de Tenerife.

El Tenerife-Fuerteventura carece actualmente de una conexión directa; todo se hace vía Gran Canaria, cambiando de puerto si se usa la vía Agaete–Las Palmas-Morro Jable o sin ello, pero con mayores duraciones del viaje y menores frecuencias en caso de la alternativa Las Palmas-Puerto del Rosario, o sin cambiar de buque a través del ferry que viene de la Cádiz, aunque ello en un solo sentido. La ruta cuenta con un importante potencial, aunque los datos con los que se ha trabajado podrían estar infraestimando el tráfico real.

El trayecto Tenerife-Lanzarote adolece de nuevo, si la hipótesis es realista, de una conexión frecuente en ambos sentidos, aunque existe la posibilidad de no cambiar de barco con los buques que en muchos casos hacen la ruta Península-Canarias, que solo circulan en un sentido. En el otro sentido la conexión conlleva con frecuencia un trasbordo y solo en algunas ocasiones se evita cambiar de buque en Las Palmas.

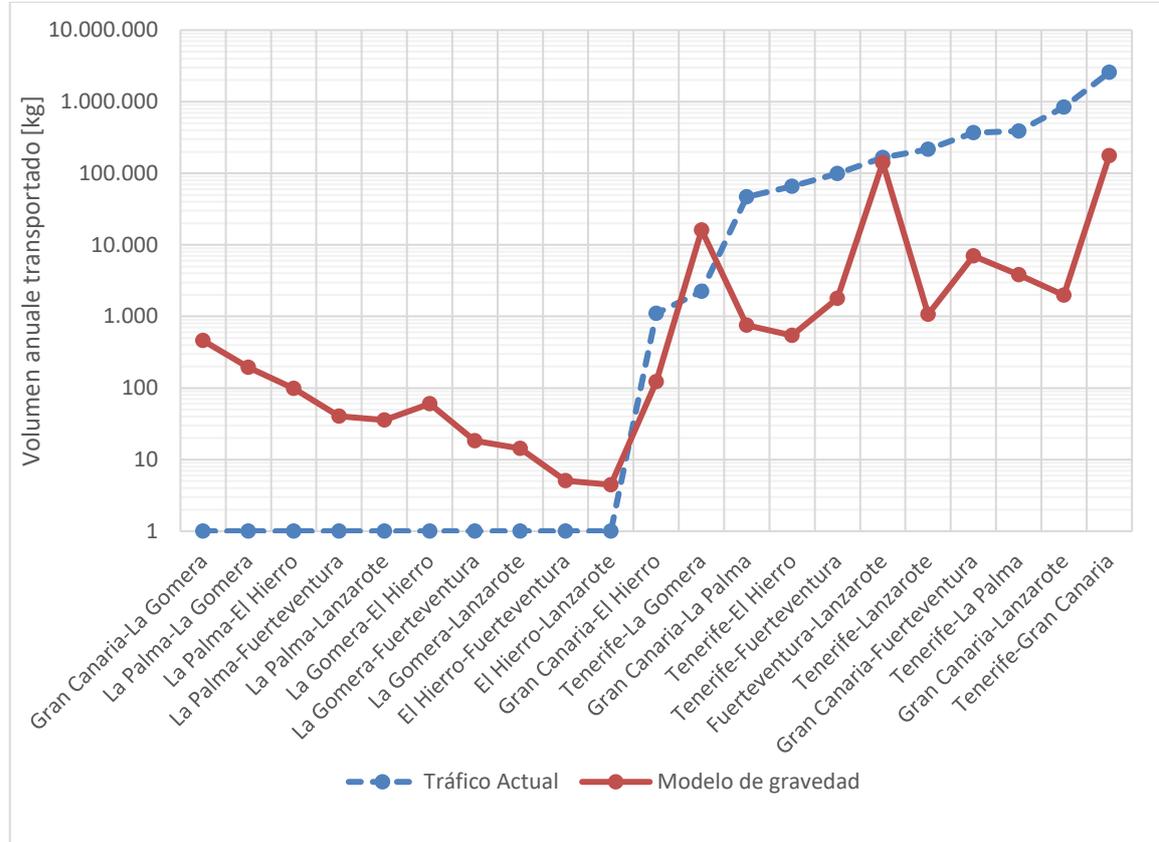
En el caso de Gran Canaria, la demanda con Lanzarote se hallaría ya colmada, algo que no sucedería con Lanzarote, lo cual da fundamento a la nueva conexión de Fred. Olsen entre Las Palmas y Arrecife, aunque esté concebida sobre todo para el pasaje al llevarla a cabo un fas ferry. Mientras tanto, con Fuerteventura el potencial es aún significativo tanto desde Lanzarote como con Gran Canaria. Llama la atención que justo las conexiones más desarrolladas, sean aquellas que todavía muestren un potencial mayor que la que aquella para la que se prevén mayores mejoras.

Resultados para el modelo con carga aérea

En general para Canarias, el tiempo necesario para trasladar mercancías por vía marítima es suficientemente rápido. Ello restringe la carga aérea a productos de alto valor añadido, y cuyo tiempo de transporte haya de llevarse a cabo en cuestión de horas, así como a aquella que esté en tránsito.

Para este análisis se toman como variables explicativas, las poblaciones de cada isla y las distancias mínimas entre ellas. El modelo de gravedad se estima de igual manera a los apartados anteriores.

Figura 43 Volúmenes potenciales y reales para el tráfico aéreo de mercancías



Fuente: Aena (2019) y elaboración propia. La curva punteada muestra los volúmenes del año 2018. Al ser la escala del eje de ordenadas logarítmica, para una mejor visualización, se ha aproximado en valor 0 kg de los trayectos situados en la mitad izquierda a un kg para hacerlo compatible con dicha escala. Aquellos pares de islas donde el valor es unitario significa que no existía tráfico directo regular en 2018.

De la observación la Figura 43 se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La mayor diferencia se encuentra en el trayecto Gran Canaria-La Gomera, aunque se trata de unos pocos cientos de kilogramos, demanda que podrá ser satisfecha con la nueva ruta estival abierta en 2018, mientras que el resto del año necesitará un trasbordo en Tenerife-Norte.
- El resto de los diferenciales positivos no justifican un enlace.

- En el caso de Tenerife–La Gomera, la demanda potencial podría ser cubierta con los servicios aéreos existentes, pero la demanda real no es suficientemente alta, aun cuando la conectividad marítima es excelente.

Cabe afirmar, por tanto, que las necesidades de transporte de carga por modo aéreo se hallan correctamente satisfechas en la fecha actual. La tendencia mostrada en la Figura 27 y siguientes, muestra el declive de este modo, que podría deberse a la notable mejora de la oferta de transporte marítimo en las últimas décadas.

3.6. Predicciones a largo plazo

En la Tabla 10, se muestran los valores futuros que toman las variables explicativas, los cuales serán empleados para proyectar el tráfico potencial estimado para 2018 al escenario potencial de largo plazo, definido para el año 2043.

Tabla 10 Evolución de magnitudes relevantes con el año 2018 como base 100.

Territorio	PIB $Y_{i,2043}$	PIB per cáp. $m_{i,2043}$	Turistas $PT_{i,2043}$	Carga Marítima $q_{i,2043}$	Carga Aérea $q_{i,2043}$
Total España	157	150	162	123	177
Canarias	176	150	162	123	177
Total Portugal	146	158	162	114	177
Madeira	146	158	162	114	177
Azores	146	154	162	114	177
Cabo Verde	213	171	372	167	267

Fuente: elaboración propia a partir de Boeing (2018), INE (ES), INE (PT), WTO (2011), WTO (2013)

Las proyecciones de producción y renta per cápita se toman de los institutos estadísticos oficiales, en la medida de lo posible. Para el turismo, las cifras a largo plazo se obtienen de las predicciones de largo plazo de la Organización Mundial del Turismo WTO (2011), mientras que las de la carga aérea y marítima se han tomado del fabricante de aviones

Boeing (2018), y de diversas fuentes digitales especializadas en el medio de transporte marítimo.

Resultados

La Tabla 11 contiene, para el transporte de pasajeros, los resultados para cada conexión entre dos islas/archipiélagos agrupados por segmento: en primer lugar, se encuentran los pasajeros no-residentes/turistas, a continuación, los pasajeros residentes y, por último, la suma de ambos. Para cada uno de estos mercados se muestran las cifras para el escenario base y a continuación para el escenario potencial situado en el año 2043. Se observa que se han agrupado las conexiones en cuatro posibles grupos, con los que se intente facilitar su análisis.

Para el modelo de mercancías y para los vehículos en régimen de pasaje, la Tabla 12 muestra las cantidades transportadas para el escenario base y el escenario potencial. Nótese que para las conexiones del Grupo 1 (islas adyacentes con conexiones directas), existe transporte tanto de vehículos como de pasajeros en ambos escenarios. Para las demás conexiones, existen valores de transporte de mercancías en el escenario base, y valores para el escenario potencial. Sin embargo, solo para los valores del Grupo 4 (Macaronesia) serán de aplicación estos valores⁸² El transporte de vehículos solo se considera para el Grupo 1.

⁸² Para los Grupos 2 y 3 solo se contabilizan conexiones de pasajeros en modo aéreo. Estas conexiones presentan muchas variaciones a lo largo del tiempo y se han dejado fuera del análisis propósito.

Tabla 11 Demandas actuales y potenciales para los pasajeros residentes y turistas.

Conexión			Turistas		Residentes		Total	
Grupo	Desde	Hacia	Base	Potencial	Base	Potencial	Base	Potencial
1	Tenerife	El Hierro	108.891	134.322	237.089	390.752	345.980	525.075
1	Tenerife	La Palma	106.534	325.614	885.005	928.200	991.539	1.253.814
1	Tenerife	La Gomera	767.577	862.316	602.650	962.543	1.370.227	1.824.859
1	Tenerife	Gran Canaria	328.165	738.881	2.245.098	3.618.211	2.573.263	4.357.092
1	Gran Canaria	Fuerteventura	142.855	652.036	1.317.589	1.490.707	1.460.444	2.142.743
1	Gran Canaria	Lanzarote	66.124	348.260	675.573	972.923	741.697	1.321.183
1	La Palma	La Gomera	8.591	68.212	21.409	37.630	30.000	105.841
1	Fuerteventura	Lanzarote	728.714	1.486.724	401.324	725.756	1.130.038	2.212.479
2	Tenerife	Fuerteventura	47.895	402.968	325.684	182.634	373.579	585.602
2	Tenerife	Lanzarote	29.367	398.486	260.382	137.941	289.749	536.427
2	Gran Canaria	La Palma	11.691	218.479	139.749	72.337	151.440	290.816
2	Gran Canaria	El Hierro	5.845	57.171	40.008	31.756	45.853	88.927
3	Gran Canaria	La Gomera	8.583	35.207	8.583	77.912	17.166	113.119
3	La Palma	La Gomera	8.591	37.630	30.000	68.212	38.591	105.841
3	La Palma	El Hierro	0	30.552	7.986	37.568	7.986	68.121
3	La Palma	Fuerteventura	0	59.547	16.000	38.750	16.000	98.298
3	La Palma	Lanzarote	0	64.774	16.326	35.166	16.326	99.940
3	La Gomera	El Hierro	0	3.567	2.000	40.491	2.000	44.058
3	La Gomera	Fuerteventura	0	6.952	726	72.605	726	79.556
3	La Gomera	Lanzarote	0	7.562	520	31.193	520	38.755
3	El Hierro	Fuerteventura	0	5.644	246	16.318	246	21.963
3	El Hierro	Lanzarote	0	6.139	1.864	13.642	1.864	19.781
4	Canarias	Madeira	3.917	496.883	35.249	138.553	39.166	635.436
4	Canarias	Azores	980	24.228	8.820	40.333	9.800	64.561
4	Canarias	Cabo Verde	33.620	21.169	9.413	47.106	43.033	68.274
4	Madeira	Azores	4.371	78.285	39.337	29.121	43.707	107.406
4	Madeira	Cabo Verde	0	11.000	0	17.831	0	28.831
4	Azores	Cabo Verde	14.400	66.726	14.400	10.814	28.800	77.540

Fuente: Elaboración propia: Existe la posibilidad de estimar el tráfico de pasajeros residentes en conexiones no directas entre Islas Canarias; sin embargo, se opta por marcar como 0 los volúmenes no residentes al no contar con datos que permitan hacer una buena estimación. Respecto a los colores empleados cabe hacer la siguiente aclaración. Se ha clasificado en 4 grupos las conexiones existentes; a cada conexión se le asigna un color para facilitar la comparación entre ellas. Grupo 1 Conexiones entre islas adyacentes donde hay conexión directa en barco. Grupo 2: islas no adyacentes con conexiones directas en avión. Grupo 3: Islas no adyacentes con conexiones no directas. Grupo 4: Conexiones entre archipiélagos de la región de Macaronesia.

Tabla 12 Demandas anuales actuales y potenciales de mercancías y vehículos

Conexión		Mercancías [t]		Vehículos [-]		
Grupo	Desde	Hacia	Base	Potencial	Base	Potencial
1	Tenerife	El Hierro	54.825	103.762	58.394	95.802
	Tenerife	La Palma	180.353	197.422	46.123	93.512
	Tenerife	La Gomera	103.223	222.133	137.522	153.355
	Tenerife	Gran Canaria	1.393.778	2.089.344	492.766	633.223
	Gran Canaria	Fuerteventura	372.624	464.019	40.336	41.099
	Gran Canaria	Lanzarote	486.960	549.205	42.953	38.923
	La Palma	La Gomera	5.321	34.632	11.204	33.565
	Fuerteventura	Lanzarote	191.450	542.765	309.481	520.212
2	Tenerife	Fuerteventura	87.769	176.410	550	0
	Tenerife	Lanzarote	165.621	211.035	2.346	0
	Gran Canaria	La Palma	51.318	78.538	0	0
	Gran Canaria	El Hierro	0	13.937	0	0
3	Gran Canaria	La Gomera	0	39.997	0	0
	La Palma	La Gomera	5.321	34.632	0	0
	La Palma	El Hierro	0	21.378	0	0
	La Palma	Fuerteventura	803	11.528	0	0
	La Palma	Lanzarote	8.156	9.773	0	0
	La Gomera	El Hierro	0	21.803	0	0
	La Gomera	Fuerteventura	0	4.504	0	0
	La Gomera	Lanzarote	0	6.884	0	0
	El Hierro	Fuerteventura	0	3.266	0	0
	El Hierro	Lanzarote	0	2.742	0	0
4	Canarias	Madeira	20	801.364	0	0
	Canarias	Azores	19	114.970	0	0
	Canarias	Cabo Verde	266.112	313.126	0	0
	Madeira	Azores	15.653	50.968	0	0
	Madeira	Cabo Verde	0	5.328	0	0
	Azores	Cabo Verde	0	3.082	0	0

Fuente: elaboración propia. En este caso, de nuevo se asumen como nulos los volúmenes para aquellas conexiones en que no hay tráfico marítimo registrado, o bien este presenta series volátiles al depender los datos de si la mercancía se ha de desembarcar y embarcar de nuevo en los puertos de escala, para cambiar de buque. Por ejemplo, en un Tenerife-Lanzarote de la mercancía ha de pasar por Las Palmas, y puede ser descargada o no, o incluso puede variar la operativa de año en año, bien con escala, bien con trasbordo. Respecto a los colores en las diferentes filas, ver pie de tabla anterior.

3.7. Reflexiones finales

En este capítulo se han estimado, por una parte, las funciones inversas de demanda para todos los mercados de transporte analizados en esta Tesis Doctoral: pasajeros y mercancías, todos ellos particularizados para cada par de islas.

Por otra parte, se ha procedido a obtener unas cantidades potenciales para cada uno de estos mercados, recurriendo a diferentes modelos de gravedad ad hoc. Los potenciales estimados para el escenario base, actual, se extrapolan al futuro mediante proyecciones de magnitudes económicas y de transporte y su impacto en las funciones de demanda previamente calculadas.

Estos resultados tienen dos aplicaciones. En primer lugar, las funciones de demanda se emplearán para determinar los excedentes del productor y del consumidor. En segundo lugar, los potenciales a largo plazo servirán para definir el escenario futuro, además de señalar aquellas conexiones susceptibles de un mayor crecimiento por estar en la actualidad por debajo de su potencial.

En el Apéndice 3 se realizan un análisis sobre las posibilidades existentes para alcanzar el potencial entre algunos de los pares de islas. En el Apéndice 2 se estimará el coste de la ampliación de puertos y aeropuertos que sería necesario efectuar para lograr transportar estas cantidades potenciales.

La siguiente sección se consagra al cálculo de externalidades, magnitudes que, junto con las obtenidas en las páginas anteriores, se emplearán más adelante en el Capítulo 5.

Capítulo 4

Externalidades en el transporte interinsular

Una vez conocidas las funciones de demanda y la demanda potencial, cabe continuar la construcción del modelo a través de la estimación de las externalidades, que son aquellos efectos sobre el bienestar, no contemplados en el precio del servicio. En este trabajo se intenta contemplar varios de estos efectos buscando un compromiso entre simplicidad y rigor científico.

Entre las externalidades consideradas predominan los costes, es decir, aquellas reducciones de bienestar general no incluidas en el precio: accidentes, contaminación atmosférica, contaminación acústica, procesos aguas arriba y abajo, impacto paisajístico y ocupación del territorio, subvenciones del sector público y subsidios cruzados.

Las externalidades positivas se restringen a los beneficios que obtienen los gestores de las infraestructuras. Se obvia el efecto beneficioso que puedan tener el comercio o la actividad turística inducida, puesto que queda más allá de los objetivos de este trabajo. Algunos ya habrían sido internalizados en la función de demanda, aunque parcialmente.

Los valores obtenidos en este capítulo se emplearán como datos de partida para el cómputo del excedente social neto en el siguiente capítulo.

4.1. Consideraciones previas

Tal y como se ha mencionado en la página anterior, este trabajo da un mayor peso a la cuantificación de efectos externos negativos, es decir aquellas reducciones de bienestar que no están incluidas en el precio de los pasajes. El predominio de este tipo de externalidades no supone un grave hándicap para este trabajo, puesto que la finalidad es estimar las variaciones al pasar de un escenario de mercado a otro. Además, al sobreponderar los costes externos y haber dejado algunos beneficios fuera de la contabilidad se dota al análisis de un grado de conservadurismo adicional.

Para la evaluación de los costes se han considerado no solo el trayecto principal, sino también los accesos. Esto es fundamental en un territorio donde los puertos y aeropuertos de modos competidores pueden estar ubicados en puntos diferentes. Además, estas distancias pueden llegar a ser del orden de magnitud del trayecto principal o incluso superarlo.

Los textos de referencia para plantear el modelo han sido Quinet y Vickermann (2004) y De Rus (2008). Entre ellos, el tiempo de viaje es importante a la hora de computar el bienestar asociado a cada viaje. El tiempo de viaje forma parte del coste generalizado, pero no se trataría de un efecto externo en sentido formal⁸³. Sin embargo, se trata de una

⁸³ Por tanto, el valor del tiempo de viaje no se considerará dentro de los efectos externos, sino como una componente más del coste generalizado. Al final de este capítulo, en el apartado 4.6, se efectúa una discusión sobre cómo obtener los valores en el marco de este estudio. El valor monetario no se incluye en la variación de externalidades, puesto que se consideran internalizadas dentro del precio del billete en cierta medida.

magnitud imprescindible la elección del consumidor y necesaria para por ejemplo, estimar el impacto de la congestión en las infraestructuras.

Tiempo de viaje y precio son quizá los aspectos más importantes a la hora de escoger una alternativa entre dos modos de transporte; para ello Steer Davies Gleave (2006) ofrece una perspectiva de la competición entre el avión y ferrocarril en el seno de la Unión Europea, mientras que Verkehrsclub Deutschland (2013) lo hace en Alemania teniendo en cuenta además ya aspectos ambientales. El coste generalizado, es sin embargo un elemento accesorio en esta Tesis Doctoral, puesto que no es necesario para el cálculo de excedentes y no vamos a incluir la congestión entre las externalidades. No obstante, dado su interés se ha desarrollado una metodología en el Apéndice 1, donde también se muestran los resultados al aplicarlo en los trayectos tratados en el resto de del trabajo.

El elemento hegemónico dentro de los costes ambientales son las emisiones a la atmósfera, las cuales están relacionadas con el consumo de energía primaria. En este sentido, el trabajo de Gollnick (2004) desarrolla una metodología que aplica en una comparativa del consumo de energía primaria para trayectos terrestres entre el modo vial, ferroviario y aéreo en Alemania.

En cuanto a emisiones de gases contaminantes, se sigue a Eyring et al (2010), Lee et al (2010) y Uhereck et al (2010), todos ellos son estudios amplios sobre la influencia de las emisiones de gases contaminantes para cada uno de los modos marítimo, aéreo y terrestre. Su monetización se elabora tomando valores y metodología de Umweltbundesamt (2014) y basado en el informe de Schreyer et al (2004), que incluye un amplio abanico de externalidades negativas del transporte.

La cuantificación del impacto de la accidentalidad se efectúa con las aportaciones de Albert y Malo (1995) y Miller (2000).

Por último, la aplicación de la metodología de Steer Davies Gleave (2006) para añadir el valor del tiempo al coste generalizado se adapta al transporte interinsular canario a través de los trabajos de Gwilliam (1997), y García-Álvarez (2016), ofreciendo este autor una amplia perspectiva del estado del arte aplicado al modo ferroviario. En este punto resulta pertinente destacar las aportaciones de Grisolia (2006), Grisolia y Ortúzar (2010) y González y Ortúzar (2002), por su aportación en este ámbito, en el marco del transporte marítimo de las Islas Canarias.

A continuación, se procederá a explicar la obtención de los diferentes coeficientes aplicados en el cálculo de los efectos externos.

4.2. Accidentalidad

El transporte es una actividad no exenta de riesgos personales. En caso de producirse un accidente, hay daños materiales y personales que suponen un coste para el conjunto de la sociedad. En este apartado se busca estimar el coste monetario de los accidentes en el transporte.

De estos costes sólo se van a considerar los daños personales, puesto que suelen ser superiores a los daños materiales. Estos últimos, además, son más difíciles de cuantificar al haber una amplia variabilidad de efectos en los accidentes.

La presente sección se estructura en varias partes. En primer lugar, se procede a estimar el valor monetario del coste que suponen un muerto o un herido grave. Acto seguido, se estimará el valor monetario de la accidentalidad diferenciando por modo de transporte.

Coste monetario de la accidentalidad

Las dos categorías principales de daños personales son:

- a) El coste de una vida perdida (accidente mortal)
- b) El coste de un herido grave

El coste de un herido leve es poco significativo en comparación con los dos anteriores y se descarta.

A continuación, se cuantificará el coste de una vida perdida. Existen varias maneras de estimarlo. En este trabajo se van a mostrar las dos siguientes:

Método de valoración de las ganancias brutas

Este método, basado en el trabajo de Albert y Malo (1995), consiste en calcular el valor actual de la producción de cada individuo j a lo largo de su vida.

$$c_j = \sum_{t=1}^{VD} \frac{m_t}{(1 + \rho_t)^t} \quad (20)$$

Que es la suma actualizada de renta per cápita m , para el periodo t ; VD es el periodo de cómputo que puede ser bien la vida activa que queda al accidentado o bien el total de la vida que restaría al accidentado y ρ es la tasa de actualización.

La esperanza de vida en España en 2016 son 81 años, mientras que para la edad media de un fallecido se toman 43 años. Esta asunción se basa en que este refleja la edad media de la población española según el INE.

En base a ello, al individuo le restan 24 años de vida productiva hasta una edad de jubilación de 67 años, y 38 años de vida en total.

Para m_t es renta del individuo en el año t , tomamos el promedio de los siguientes valores:

- La renta en la vida productiva es el salario bruto medio actualizado, dividido por el peso de los salarios en el PIB, 47,3% para 2017, primer sumando en (21)
- La renta para la vida restante es la renta per cápita en España (24.461€ para 2017), segundo sumando en (21)

Para la actualización tomamos que renta crece un 3% cada año, con un índice de precios asumido del 2%, quedándose ρ en un 1%. Así, se obtienen estos dos valores muy similares, cuyo promedio resulta:

$$c_j = \frac{\frac{1.336.239}{0,473} + 1.361.663}{2} = 2.093.347 \text{ €} \quad (21)$$

Método de las primas salariales por riesgo

Este método supone estimar en base a preferencias reveladas cómo valora el individuo su propia vida: se toman los pluses de peligrosidad de los trabajos como indicador de la cantidad que un trabajador está dispuesto a aceptar por arriesgar su vida:

$$SL = SL_0 + \psi \cdot prob_m + \sum_i w_i \cdot x_i + \varepsilon \quad (22)$$

Donde el salario SL sería la suma de un salario base SL_0 al que se añaden dos términos más:

- el producto una prima ψ , la magnitud que representa el valor de la vida, relacionada con la peligrosidad del trabajo representado por la probabilidad de tener un accidente mortal $prob_m$ en un año
- $\sum_i w_i \cdot x_i$ sería la suma ponderada del efecto de otras variables como el sexo, experiencia, la edad, etc.

Siguiendo a Miller (2000), se toma un valor de la vida entre 1,5 y 2,2 millones de dólares, con un valor mejor estimado de 1,75 millones de dólares. En realidad, este valor se estima para otros países y él toma una elasticidad-renta cercana a la unidad, valor que se asume para España en 1995 y aquí se extrapola a la actualidad.

En este caso, convirtiendo el valor a euros, y considerando en incremento de renta real en España, en base a INE y el deflactor del PIB de Prados de la Escosura (2017), quedaría que para 2017 una vida se puede valorar en 3,3 millones de euros.

En este trabajo se optará por el promedio de ambos métodos, aplicándolo al viajero típico para cada tipo de ruta. Esta variable, distingue, tal y como se hizo para estimar la función de demanda, si el pasajero es residente o turista. Recuérdese que ambos grupos de pasajero tienen rentas per cápita diferentes.

Accidentalidad en la fase de acceso por tierra

En primer lugar, se procede a estimar el coste de la accidentalidad en el medio de transporte terrestre. Cada accidente puede producir:

- Heridos leves
- Heridos graves
- Muertos
- Daños materiales sin contar los producidos en el propio vehículo.
- Daños en el propio vehículo

Se asume que la última categoría se cubre con el pago de las primas del seguro de responsabilidad civil. Por este motivo se van a ignorar esta categoría para centrar el análisis en las víctimas humanas de los siniestros. Los daños en el propio vehículo son

relativamente poco importantes en comparación con los daños personales, tal y como se va a comprobar más adelante.

El coste de la accidentalidad del transporte de pasajeros por carretera se estima según la siguiente expresión.

$$C_{acc,ij} = c_{acc,urb} \cdot N + c_{acc,int} \cdot d_{int,ij} \quad (23)$$

$$C_{acc,ij} = \sum_k v_k p_{k,urb} \cdot N_{urb,ij} + \sum_k v_k p_{k,int} \cdot d_{int,ij} \quad (24)$$

Donde:

- $C_{acc,t,ij}$ es el coste de accidentalidad, en el trayecto entre i y j
- $c_{acc,via}$ es el coste de accidentalidad según el tipo de vía (urbana o interurbana)
- $N_{urb,ij}$ es el número de trayectos urbanos entre i y j
- $d_{int,ij}$ es la distancia en vía interurbana entre i y j
- p_k es la probabilidad de que haya una víctima de tipo k (muerto o herido grave)
- v_k es el coste unitario de que se produzca una víctima de tipo k

Para el transporte urbano las estadísticas disponibles permiten relacionar el número de víctimas en Canarias $NV_{k,urb,can}$ con el número de trayectos realizados en la región $N_{urb,can}$ para obtener la probabilidad de producir víctimas en trayectos urbanos $prob_{k,urb}$.

$$prob_{k,urb} = \frac{NV_{k,urb,can}}{N_{urb,can}} \quad (25)$$

En este caso, las estadísticas del INE, y tras cierta manipulación, permiten obtener una tasa para Canarias.

Por otra parte, para en el transporte interurbano se puede obtener una probabilidad de ocasionar víctimas en estas vías $prob_{k,int}$, al relacionar el número de víctimas $NV_{k,int,esp}$

con el número de kilómetros viajados $d_{int,esp}$. Esta estadística, sólo permite obtener datos promediados para el conjunto de España, por lo que se asumirá así para todo el trabajo.

$$prob_{k,int} = \frac{NV_{k,int,esp}}{d_{int,esp}} \quad (26)$$

Los valores para 2015, para Canarias, son los mostrados en la Tabla 13. Para los otros tres archipiélagos se aplica una regla de proporcionalidad con la renta del viajero tipo, asumiendo que todas las víctimas son pasajeros.

Tabla 13 Parámetros para el cálculo de los efectos de la accidentalidad en Canarias

Tipo de trayecto	p_{muerto} [-]	p_{herido} [-]	v_{muerto} [EUR]	v_{herido} [EUR]	c_{acc} [€/UD]
Urbano	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$6,9 \cdot 10^{-7}$	3.200.000	20.000	0,446
Interurbano	$7,3 \cdot 10^{-9}$	$5,8 \cdot 10^{-7}$	3.200.000	20.000	0,035

Fuente: Elaboración propia a partir de DGT (2018)

Accidentalidad en el transporte aéreo

Para el transporte aéreo, se relacionan los accidentes y el número de víctimas con el número de vuelos. De ahí, resulta sencillo tomar un valor para cada vuelo, que en este caso se asume independiente del trayecto. Sin embargo, a la hora de repartirlo, sí se hace un reparto en función del número de pasajeros.

$$C_{acc,ij} = \frac{C_{acc}}{q_{ij}} = \frac{1}{q_{ij}} \sum_k (prob_k \cdot c_k) \quad (27)$$

Donde:

- $C_{acc,ij}$ es el coste de la accidentalidad para la ruta entre i y j
- C_{acc} , es el coste de la accidentalidad para el viaje que hace un avión
- q_{ij} son los pasajeros que viajan por trayecto entre i y j, calculado como la capacidad del modelo de avión empleado entre i y j, multiplicada por su factor de ocupación ($q_{ij} = KAP_{ij} \cdot FO_{ij}$), donde KAP es la capacidad y FO el factor de ocupación.

- $prob_k \cdot c_k$ es la probabilidad de tener un accidente $prob_k$ por el valor monetarizado de una vida c_k

Esta última cantidad c_k , se toma para el pasajero tipo como la media ponderada entre las nacionalidades que viajan entre i y j.

Nótese que la probabilidad de sufrir un accidente se asume igual para todos los trayectos. No se dispone de datos desagregados por trayecto o aeropuerto, y se considera que, con los estándares actuales, entre los aeropuertos canarios no hay grandes diferencias siendo todos ellos seguros⁸⁴.

Como alternativa a lo anterior se toma la tasa de accidente por modelo de avión; en este caso se puede decir que es siempre el mismo, y asignar una probabilidad de morir/resultar herido en cada accidente.

Los valores por ruta dependen del factor de ocupación de esta, aunque la probabilidad es similar para cada trayecto según esta aproximación. En cualquier caso, el valor quedaría acotado entre 0,8 € y 2,8 € por pasajero⁸⁵.

En la Tabla 14, a continuación, se muestran los valores para cada una de las rutas consideradas.

⁸⁴ Muy atrás quedan ya los años en que el Aeropuerto de Tenerife-Norte destacaba por su elevada siniestralidad. Actualmente, los procedimientos operativos y tecnología hacen que las operaciones cumplan con los estándares de seguridad marcados por las autoridades comunitarias.

⁸⁵ Lo cual parece quedar con el mismo orden de magnitud que el transporte marítimo en líneas generales.

Tabla 14 Valor monetario del coste de la accidentalidad

Desde	Hacia	Factor de ocupación	Coste/Pasajero [EUR]
Tenerife-Norte	Gran Canaria	0,73	1,1
Tenerife-Norte	La Palma	0,74	1,1
Tenerife-Norte	El Hierro	0,80	1,0
Tenerife-Norte	La Gomera	0,29	2,8
Tenerife-Norte	Fuerteventura	0,93	0,87
Tenerife-Norte	Lanzarote	0,87	0,93
Gran Canaria	La Palma	0,54	1,5
Gran Canaria	El Hierro	0,48	1,7
Gran Canaria	Fuerteventura	0,82	1,0
Gran Canaria	Lanzarote	0,74	1,1

Fuente: elaboración propia

Accidentalidad en el transporte marítimo

Según Eliopoulou et al. (2016), en el transporte marítimo se conocen las tasas de accidentes y víctimas por buque-año. Esta magnitud distingue por tipo de buque y su edad. En este caso, todos los buques que son objeto de este trabajo son del tipo Ro-Pax, y además se conoce el año de botadura de cada uno.

Cabe, pues, asignar a cada ruta un buque típico, que es el que realiza la mayor parte de los trayectos. Ese buque tipo, realiza una cantidad de desplazamientos cada año. Así se obtendrá una probabilidad de sufrir un accidente que ocasione víctimas por trayecto.

$$C_{acc,m,ij} = \frac{C_{acc,b}}{q_{b,ij}} = \frac{1}{q_{b,ij}} \cdot \sum_k (prob_{k,b} \cdot c_k) \quad (28)$$

Donde:

- $prob_{k,b}$ es la probabilidad de que haya una víctima de tipo k en el buque b
- c_k es el valor monetario de una víctima de tipo k
- $q_{b,ij}$ son los pasajeros transportados al año por el buque b , que presta servicio entre i y j

El valor $p_{k,b}$ solo toman en cuenta los fallecimientos. En contra de estos valores, que son los disponibles, hay que decir que se trata de un promedio mundial, y puede haber gran variabilidad de una región a otra del mundo.

El valor monetario de la víctima c_k se calcula para cada trayecto como media ponderada entre las principales nacionalidades de los pasajeros, donde w_i es el peso relativo de cada nacionalidad. Para ello se asumen los valores mostrados en el resto de la Tesis Doctoral:

$$c_k = \sum_i w_i \cdot c_{k,i} \quad (29)$$

Los valores obtenidos, que se representan en la Tabla 15 y la Tabla 16, muestran una dispersión importante, que se debe a dos factores siguientes:

- Los barcos más antiguos tienen tasas de siniestralidad dos órdenes de magnitud superiores a los nuevos.
- Los buques con menor número de pasajeros reparten el número de víctimas en un número de pasajeros menor. Este efecto puede ser una desviación importante, por lo que se tomará un promedio para los barcos de una categoría. Los buques pueden cambiar de un año a otro con mucha facilidad.

Tabla 15 Coste monetario de la accidentalidad por buque de la Naviera Armas.

Trayecto		Buque	Edad	$prob_{k,b}$	q	Valor [EUR]
P° Los Cristianos	P° La Estaca	Alborán	19	3%	156.384	0,60
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Tauce	23	29%	90.961	9,53
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Tirajana	12	23%	538.603	1,25
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Teno	18	3%	425.158	0,22
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Tijarafe	10	1%	425.158	0,08
P° Las Palmas	P° Arrecife	Tamadaba	11	23%	99.427	7,00
P° Las Palmas	P° del Rosario	Timanfaya	13	23%	55.182	12,61
P° San Sebastián	P° Valle Gran Rey	Tirajana	12	23%	556.269	1,25
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Tamasite	14	23%	131.538	5,29

Fuente: elaboración propia. Edad del buque y volúmenes de pasajeros q en 2017.

Tabla 16 Coste monetario de la accidentalidad por buque de Fred. Olsen Express.

Trayecto		Buque	Edad	$prob_{k,b}$	q	Valor [EUR]
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Benchijigua	13	23%	148.410	0,58
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Benchijigua	13	23%	1.193.933	0,58
P° SC Tenerife	P° Agaete	Bentago	18	3%	1.012.892	0,09
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Bencomo	19	3%	398.599	0,24
P° San Sebastián	P° Valle G. Rey	Benchi	1	0%	556.269	0,00
P° San Sebastián	P° Santiago	Benchi	1	0%	11.149	0,14

Fuente: elaboración propia. Edad del buque y volúmenes de pasajeros q en 2017.

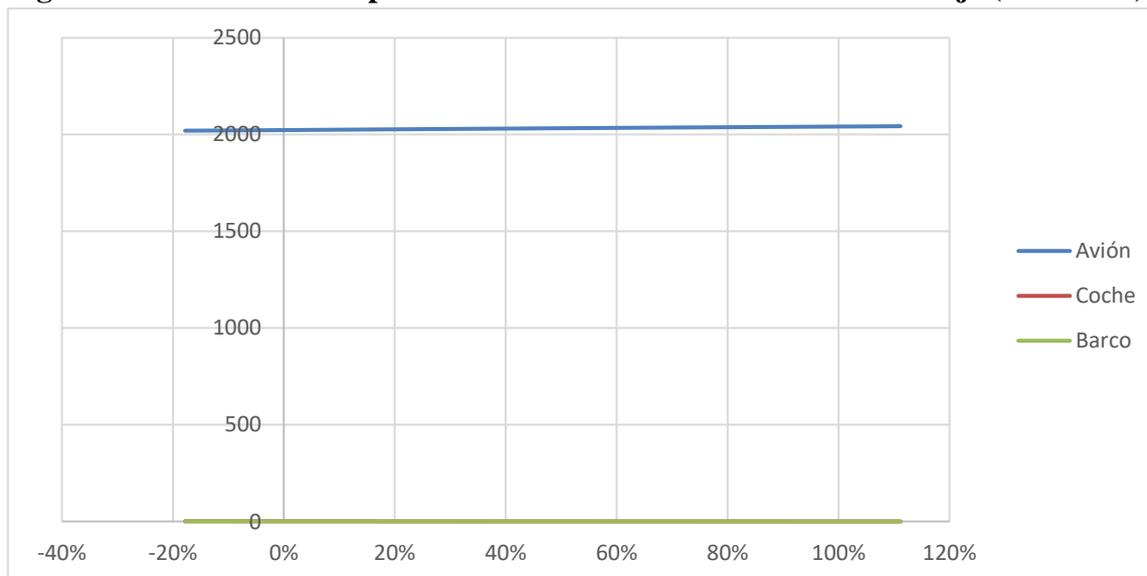
Evolución futura para los tres modos de transporte considerados

Para poder estimar el comportamiento futuro de la probabilidad de accidentes mortales, se ha llevado a cabo una extrapolación de la evolución de las cifras del pasado ajustando a una función exponencial diferente para cada uno de los tres modos considerados. Donde la probabilidad de morir en un viaje en el año t viene determinado por una constante k y el exponente α .

$$prob_t = k \cdot e^{-\alpha t}$$

La evolución en comparación con el periodo base 2018 = 100% se muestra en el Figura 44.

Figura 44 Evolución de la probabilidad de accidente mortal en un viaje (base 2018)



Fuente: Allianz (2020), DGT, FAA. Nota: el porcentaje correspondiente a 2018 es el 100%.

4.3. Emisiones atmosféricas, ruido y costes aguas arriba

La emisión de gases resultantes de la utilización de combustibles orgánicos en el transporte tiene importantes consecuencias sobre la salud pública. Además, algunos de estos gases son los causantes del cambio climático, cuya consecuencia más aparente es el aumento de la temperatura ambiente.

El transporte necesita grandes cantidades de energía que, actualmente, provienen de forma mayoritaria del petróleo o el gas natural. En el caso de Canarias, esta dependencia es aún mayor al tener las fuentes de energía eléctrica renovable aún una importancia marginal frente a las centrales térmicas que funcionan a base de fuel.

Tanto el transporte marítimo como el aéreo se hallan todavía bastante lejos del transporte terrestre en cuanto a implantación de fuentes de energía menos contaminantes. Así, resulta fundamental cuantificar el impacto del transporte en términos emisiones de gases contaminantes y causantes del cambio climático, y asignarles un valor monetario.

A continuación, se procederá a estimar las emisiones en magnitudes físicas diferenciando por modo de transporte para finalmente asignarles un valor monetario, diferenciando por medio de transporte.

Emisiones en el transporte aéreo

En primer lugar, se ha de estimar el combustible consumido durante cada viaje, para luego asignar unos valores de gases emitidos y finalmente un valor monetario.

La OACI, ICAO (2014), proporciona una metodología simplificada en función del tipo de aeronave, la distancia recorrida, y su factor de ocupación. Ello permite obtener para el único

modelo de avión considerado en Canarias, el ATR 72, los consumos para cada trayecto, lo cual se resume en esta expresión:

$$fw_{ij} = FW_{ij} \cdot \frac{N_{ij}}{N_{pax,ij}} = (d_{ij} + 50) \cdot C_{ATR7} \cdot \frac{N_{ij}}{N_{pax,ij}} \quad (30)$$

Donde fw_{ij} es el consumo de combustible por pasajero, entre i y j . Se obtiene a partir de multiplicar el consumo para un vuelo FW_{ij} por el número de viajes realizados N_{ij} y dividido por el número total de pasajeros transportados en un año $N_{pax,ij}$. El consumo para un solo viaje, FW_{ij} , se obtiene de multiplicando un coeficiente de consumo típico del avión C_{ATR7} para vuelos en Europa, por la distancia entre aeropuertos mayorada en 50 millas náuticas.

Una vez obtenido el consumo por pasajero para cada ruta, se relaciona este con unos coeficientes típicos de emisiones de los diferentes gases y partículas contaminantes. Las emisiones por kg de keroseno consumido se resumen de la siguiente manera:

$$vm_{ker} = \sum_{pcomb} vm_{pcomb} \cdot m_{pcomb} = \frac{0,48 \text{ EUR}}{\text{kg}} \quad (31)$$

La fórmula anterior es un sumatorio del valor monetario por unidad de masa vm de cada producto de la combustión $pcomb$ del keroseno de aviación ker , aplicado a este entorno. Los valores de vm_{pcomb} se obtienen de las cifras que publicadas en Umweltbundesamt (2014)., que se muestran en la Tabla 17.

Nótese que en este caso se han omitido las emisiones asociadas al transporte aéreo derivadas de la actividad de la asistencia de aviones en rampa y del funcionamiento de las instalaciones aeroportuarias. En un futuro a medio plazo, estos consumos provendrán en su mayoría de fuentes renovables, pues estos son los compromisos que se van adoptando por parte de los gestores de las infraestructuras.

Tabla 17 Emisiones y valor monetario de la contaminación por kg de queroseno

Componente	[g/kg]	[EUR/kg]
CO ₂	3160	0,25
NO _x	14	0,22
SO ₂	0,8	0,01
CO	3	
HC	0,4	
PM-X	0,025	0,0008
TOTAL		0,48

Fuente: elaboración propia a partir de Umweltbundesamt (2014). El símbolo NO_x representa los óxidos de nitrógeno, que son fundamentalmente el NO y el NO₂. De igual manera, las partículas PM-X se clasifican en PM-10, con un diámetro inferior a 10 μm , y las PM-2,5, menor que a 2,5 μm .

Emisiones en el transporte marítimo

La metodología empleada para valorar el impacto de las emisiones gaseosas en el transporte marítimo es similar a lo que se ha aplicado anteriormente en el transporte aéreo. Difiere la estimación del consumo de combustible de un barco, que se explica a continuación.

Consumo de combustible

Tal y como muestra la ecuación (32), el combustible consumido por un buque entre i y j es la suma del combustible consumido en cada uno de los segmentos seg del trayecto. Cada segmento tiene valores específicos de su duración t_s , la potencia P_s^i y un consumo específico, SFC^{86} ; estos dos últimos parámetros difieren para los motores principales ($ppal$) y auxiliares (aux), lo cual queda plasmado en la ecuación (32).

⁸⁶ El consumo específico de combustible, SFC, es el consumo de combustible por cada una unidad de potencia generada por un motor marítimo: Se obtienen de dividir el gasto másico de combustible por la potencia generada en el motor en un momento determinado.

$$FW_b^{i,j} = \sum_{seg} [t_s \cdot (SFC_{seg}^{ppal} \cdot P_{seg}^{ppal} + SFC_{seg}^{aux} \cdot P_{seg}^{aux})] \quad (32)$$

Se conocen el tiempo de viaje de cada ruta y las potencias instaladas, así como los consumos específicos para cada buque tipo. Enertrans (2008) proporciona valores típicos para los regímenes de potencia de cada buque en función de la potencia instalada.

Los datos de los buques, número, tipo y potencia de sus motores se toman de los proporcionados en las webs y folletos de astilleros, navieras, fabricantes de motores marítimos o, en su defecto, de directorios marítimos o valores típicos propuestos en Enertrans (2008).

Reparto del consumo entre los elementos de la carga de pago

Una cuestión importante que cabe aclarar es cómo efectuar la imputación de los consumos entre los pasajeros, sus vehículos y la carga que lleva el barco.

La mayor parte de la carga de pago en peso y volumen se corresponde con camiones o vehículos de turismo, mientras que el pasaje en sí supone una pequeña fracción de esta. No obstante, gran parte del espacio del barco se halla destinado a dar servicios al pasaje: salones, y cubiertas, cafeterías, camarotes o zonas de ocio que pueden incluir hasta una piscina. Hay otras zonas del buque que son comunes al pasaje y la carga, como las máquinas, buena parte del casco o el espacio dedicado a la tripulación y gobierno del buque. Asimismo, la potencia de los motores se debe en parte a las mayores velocidades necesarias para transportar pasaje que para desplazar carga de un sitio a otro.

Estableciendo una formulación como (33), se puede imputar una parte del peso del combustible FW al pasaje y otra al resto de la carga de pago del buque:

$$FW = FW_{pax} + FW_{carga} = FW \cdot w_{pax} + FW \cdot (1 - w_{pax}) \quad (33)$$

Donde w_{pax} representa la fracción del combustible FW_{pax} que se imputa al pasaje, para un trayecto. Se han establecido dos hipótesis alternativas para repartir el consumo:

- Hipótesis (1): el coeficiente de reparto es la proporción del peso del pasaje respecto al total de la carga de pago
- Hipótesis (2): asignar un 25% del buque a usos de pasaje quedando el resto para para el resto de la carga de pago.

Tabla 18 Consumos de combustible por pasajero para el modo marítimo.

De	A	Naviera	Buque	peso relativo pasaje	FW (1) [kg]	FW (2) [kg]
Los Cristianos	El Hierro	Armas	Tirajana	4%	3,7	25,2
Los Cristianos	La Palma	Armas	Taburiente	1%	0,9	15,5
Los Cristianos	La Gomera	Armas	Taburiente	8%	0,7	2,2
SC Tenerife	Las Palmas	Armas	Tamadaba	1%	0,3	9,8
SC Tenerife	Lanzarote	Armas	Tamadaba*	5%	2,2*	35,4*
SC Tenerife	Pto Rosario	Armas	Tamadaba*	4%	2,2*	35,4*
SC Tenerife	Morro Jable	Armas	Tamasite*	5%	2,8*	16,4*
Gran Canaria	Arrecife	Armas	Tamadaba	2%	1,9	25,6
Las Palmas	Pto Rosario	Armas	Tauce	1%	0,5	21,4
Las Palmas	Morro Jable	Armas	Tamasite	10%	2,6	6,6
La Palma	La Gomera	Armas	Taburiente	2%	4,1	58,7
Corralejo	Playa Blanca	Armas	Tindaya	4%	0,1	0,6
Los Cristianos	La Palma	Fred Olsen	Benchijigua	13%	8,9	17,4
Los Cristianos	La Gomera	Fred Olsen	Benchijigua	11%	1,1	2,5
SC Tenerife	Agaete	Fred Olsen	Bencomo	3%	0,7	5,5
Las Palmas	Morro Jable	Fred Olsen	Bencomo	6%	2,7	11,0
La Palma	La Gomera	Fred Olsen	Benchijigua*	1%	7,8*	14,9*
Corralejo	Playa Blanca	Fred Olsen	Bocayna	4%	0,1	0,6
Corralejo	Playa Blanca	Romero	Princesa Ico	100%		

Fuente: elaboración propia. Los puertos cuyas celdas están en fondo blanco con fuente azul claro están gestionados por el ente público autonómico Puertos Canarios; los demás son de Puertos del Estado. Las columnas de la derecha muestran el consumo de combustible por pasajero asumiendo dos hipótesis diferentes: la primera (1) reparte el consumo en función del peso que supone el pasaje frente a toda la carga de pago típica de ese trayecto; con la segunda (2), se reparte el 25% del consumo al pasaje. Aquellas cantidades con asterisco (*) son calculadas por suma o sustracción de los trayectos principales de la ruta: Por ejemplo, el Tenerife-Lanzarote se calcula como suma del Tenerife-Gran Canaria y el Gran Canaria-Lanzarote, como es adecuado para este tipo de ruta con trasbordo o escala. Asimismo, la ruta La Gomera –La Palma se calcula como la sustracción del Tenerife-La Gomera del Tenerife-La Palma.

En la Tabla 18 se observa que la diferencia de consumo imputado es de un orden de magnitud. Tal diferencia tiene gran impacto a la hora de comparar con el avión. A falta de más información, se ha optado por una decisión salomónica. Los consumos imputados se obtienen con el valor medio de ambas hipótesis.

Monetarización

La Tabla 19 distingue entre dos tipos de barco, a la hora de asignar unidades físicas y monetarias a la contaminación atmosférica por unidad de combustible consumido.

Por una parte, los fast-ferry van equipados generalmente con motores semirrápidos de cuatro tiempos, cuyo combustible es el gasoil marino. Por otra, los ferries, como la mayoría de grandes buques, portan motores lentos de dos tiempos que, aun teniendo ciclos termodinámicos más eficientes, al mezclar en la combustión aceite y combustible, así como los aditivos y la mayor complejidad de las cadenas carbonatadas del fuel; favorecen la mayor concentración de partículas contaminantes y óxidos de nitrógeno. Los valores individuales se estiman a partir de las cifras publicadas en Umweltbundesamt (2014) y Eyring et al. (2010):

Tabla 19 Valor monetario de las emisiones de gases para combustible marítimo

Componente	Motor marítimo de 4 tiempos		Motor marítimo de 2 tiempos	
	Emisiones [g/kg]	Coste monetarizado [EUR/kg]	Emisiones [g/kg]	Coste monetarizado [EUR/kg]
CO ₂	3170	0,25	3170	0,25
NO _x	57	0,88	87	1,34
SO ₂	18	0,24	18	0,24
CO	7,4		4,7	
HC	6,6		6,6	
PM-X	1,2	0,0392	6	0,1960
TOTAL		1,41		2,03

Fuente: Umweltbundesamt (2014). El símbolo NO_x representa los óxidos de nitrógeno, que son fundamentalmente el NO y el NO₂. De igual manera, las partículas PM-X se clasifican en PM-10, con un diámetro inferior a 10 μm , y las PM-2,5, menor que a 2,5 μm .

Los valores de la Tabla 19 se relacionan con la carga de pago típica de cada buque en función de los valores de reparto de peso entre carga y pasaje, tomados de la Tabla 18.

Emisiones en el transporte terrestre

Siguiendo la filosofía de los apartados anteriores, para el modo terrestre se estima en primer lugar el consumo de combustible por vehículo/pasajero, para luego calcular para las cantidades emitidas de gases y partículas contaminantes su correspondiente valor monetario.

Consumo de combustible

El consumo de combustible de un vehículo se estima siguiendo a Gollnick (2004), y adaptando la metodología que él desarrolla a un entorno simplificado en lo que concierne a las pendientes. El consumo de un vehículo se puede descomponer en aquellas potencias destinadas a vencer las fuerzas y momentos debidas a la rodadura, aerodinámica, curvas, pendiente y la inercia rotativa del motor y ruedas.

Así, se clasifica cada trayecto de acceso en cuatro tipos vía según sus características: urbano, interurbano, rural montañoso de primer y segundo grado. A cada uno de estos trayectos se le asigna una velocidad media, un factor de curvas, y una pendiente media. De esta manera se obtienen unos valores típicos de consumo para cada tipo de terreno.

Cada trayecto de acceso está formado por una sucesión de tramos clasificados en uno de los cuatro grupos anteriormente enumerados. Los valores del consumo dependen también del vehículo típico considerado. Así:

- Los turistas se desplazan en taxi, un vehículo de clase familiar compacto con motor diésel.

- Los pasajeros se desplazan en taxi, salvo que lleven su propio vehículo en el barco, con lo que se considerará un familiar compacto con motor de gasolina.
- La carga viaja en un contenedor de 40 pies transportado en un camión articulado.

La expresión (34) permite explicar el consumo de combustible para un vehículo determinado en un trayecto entre i y j :

$$\dot{m}_{comb,ij} = \frac{\dot{V}}{\delta_{comb}} = \frac{f(P_{ij})}{\delta_{comb}} = \frac{f(v_{ij} \cdot F_{ij})}{\delta_{comb}} \quad (34)$$

La fórmula considera que el consumo másico \dot{m} , se deriva del consumo volumétrico \dot{V} a través de la densidad del combustible δ_{comb} . El gasto volumétrico es una función de la potencia empleada en cada trayecto, según (34). La potencia P es igual al producto de la velocidad v a la que circula el vehículo por la suma de fuerzas F que este ha de vencer: rodadura rod , curva cur , aerodinámica aer , gravitacional $grav$ y aceleración $acel$. Siguiendo a Gollnick (2004):

$$F = F_{rod} + F_{cur} + F_{aer} + F_{grav} + F_a \quad (35)$$

Estas fuerzas se calculan según las expresiones a continuación:

$$F_{aer} = \frac{\delta \cdot AF \cdot v^2 \cdot CR_{aer}}{2} \quad (36)$$

$$F_{rod} = m \cdot g \cdot CR_{rod,0} \quad (37)$$

$$F_{cur} = m \cdot g \cdot a \cdot CR_{rod,1} \quad (38)$$

$$F_{grav} = m \cdot g \cdot \gamma \quad (39)$$

$$F_{acel} = m \cdot gv \cdot acel \cdot (1/\eta) \cdot CR_{acel} \quad (40)$$

Donde AF es el área frontal del vehículo, δ la densidad del aire, v su velocidad, CR_{aer} el coeficiente de resistencia aerodinámica. m es la masa del vehículo, gv la constante

gravitacional y $CR_{rod,0}$, $CR_{rod,1}$ los coeficientes de resistencia a la rodadura en línea recta y en curva, respectivamente; γ es el ángulo que forma la carretera en pendiente con el plano horizontal, a la aceleración del vehículo η un parámetro de rendimiento del motor y CR_{acel} un coeficiente de eficiencia del motor.

Tanto para los vehículos como para los trayectos se conocen todos los parámetros arriba mencionados. Los consumos por tipo de trayecto se muestran en la Tabla 20, a continuación.

Tabla 20 Consumo de vehículos por tipo de carretera

Tipo de trayecto	Diesel <2 l [l/100 km]	Otto <1,4 l [l/100 km]	Camión
Urbano	14,9	17,7	60,7
Interurbano	6,0	7,2	26,9
Montañoso 1º	10,7	12,7	54,3
Montañoso 2º	12,5	14,8	-

Fuente: elaboración propia a partir de Gollnick (2004)

A partir de los valores de la tabla anterior resulta trivial obtener la emisión de gases contaminantes. Respecto a los trayectos, estos se hayan desglosados en los tramos tipo que se corresponden con una de las cuatro categorías mencionadas.

Valor monetario de los gases emitidos

En la Tabla 21 se muestran las emisiones por unidad másica de combustible consumido y el valor monetario asignado, para cada uno de los tres vehículos considerados, entre otros⁸⁷.

⁸⁷ Como se observa, se incluyen otros tipos de vehículo, con intención de comparar el efecto de emplear una u otra alternativa. Así cabe destacar el potencial de mejora existente dentro el transporte colectivo y muchas actividades logísticas y profesionales, en caso de optar por vehículos electrificados.

La tabla muestra el coste de los gases contaminantes en relación con la distancia recorrida, la carga de pago transportada, en pasajeros- kilómetro (*pkm*) o tonelada-kilómetro (*tkm*), y por litro de combustible consumido⁸⁸.

Tabla 21 Valores monetarios de las emisiones por vehículo y su carga de pago

Vehículo	Valor/km	Valor/pkm-tkm	Valor/litro
Coche	0,045 €	0,031 €	0,643 €
Taxi	0,058 €	0,058 €	0,967 €
Bus	0,373 €	0,022 €	1,243 €
Industrial	0,129 €	0,162 €	1,075 €
Camión	0,251 €	0,024 €	1,046 €

Fuente: Umweltbundesamt (2014) y elaboración propia

Evolución de las emisiones en el futuro

Es esperable que las emisiones por pasajero-kilómetro transportado se reduzcan de manera considerable en el periodo 2019-2043. Por este motivo se ha decidido incorporar al modelo una reducción por pasajero-km o tonelada-km transportados que avance con el paso del tiempo. Para ello, se han tomado como fuentes las previsiones efectuadas por organismos internacionales como IATA (2020) para el avión o IMO (2020) para el barco. En el caso del transporte terrestre, se ha efectuado una proyección de la proporción de vehículos eléctricos que habrá en las próximas décadas, la reducción de consumos que habrá para los vehículos con motor de combustión y el porcentaje de energía eléctrica generada con fuentes libres de CO₂ de la siguiente manera.

⁸⁸ Ambas unidades son el resultado de multiplicar la distancia recorrida por el número de unidades transportadas, pasajeros o toneladas de carga.

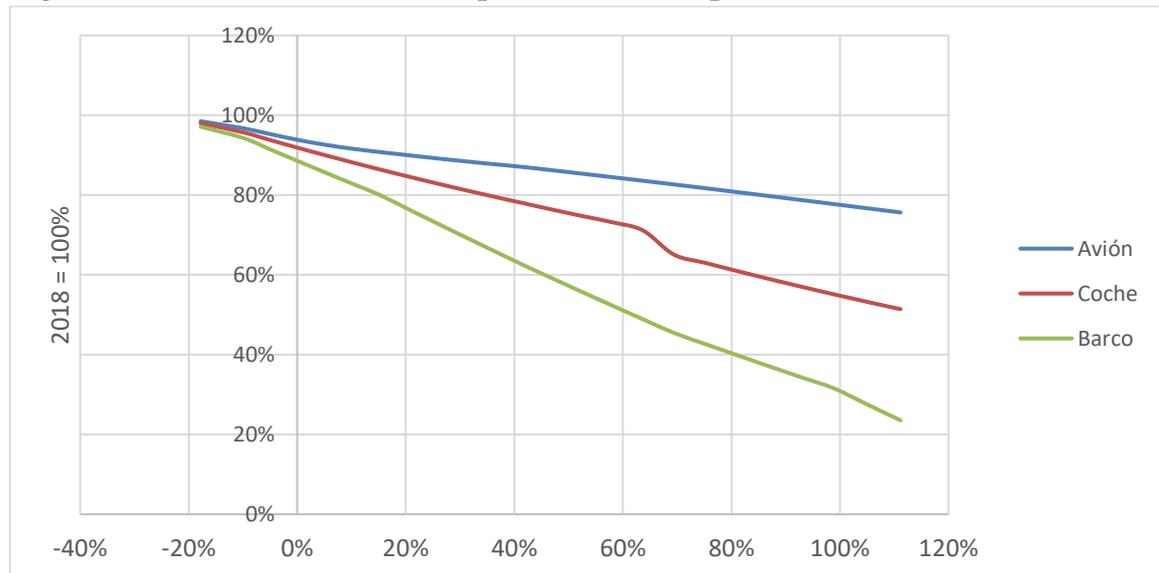
Mientras que para los modos aéreo y marítimo se toman índices finales, para el modo terrestre se compone un índice de la siguiente manera para un periodo designado como t :

$$\frac{\varphi_t}{\varphi_{2018}} = \frac{w_{el,t} \cdot x_{l,t} + (1 - w_{el,2018}) \cdot \zeta_t}{w_{el,2018} \cdot x_{l,2018} + (1 - w_{el,2018})} \quad (41)$$

En la expresión se divide el índice de emisiones φ correspondiente a 2018 con respecto al del periodo t . Dicho índice se compone de la fracción de vehículos eléctricos dentro del total de la flota $w_{el,t}$, que se multiplica por la fracción de la energía proveniente de fuentes libres de carbono $x_{l,t}$. A ello se añade la mejora que se va añadiendo a los motores de combustión ζ_t . Se asume que los vehículos tienen una vida media de 15 años.

El resultado se plasma en la Figura 45. Llama la atención que sea el modo marítimo aquél que presente mayores reducciones frente a las emisiones de 2018. Esto se debe a que se han tomado los valores objetivo de la Organización Marítima Internacional, mientras que para los otros modos se han asumido valores más conservadores.

Figura 45 Evolución de emisiones por unidad transportada (base 2018)



Fuente: elaboración propia a partir de IATA (2020), IMO (2018) y otras fuentes

Otros costes

Existen otras partidas de costes externos asociados al transporte, que también han sido incluidas en el análisis. Sus impactos son pequeños aunque no lo suficiente como para despreciarlos. Para evitar añadir complejidad adicional al trabajo, se tratarán juntamente con las emisiones de gases atmosféricos, monetizadas en unidades monetarias por kg de combustible consumido.

Se describen de manera somera, asumiendo los valores propuestos por Schreyer et al (2004) y se actualizan a 2018, aplicándolos a las condiciones de las Islas Canarias. Estos números se basan en promedios realizados para el conjunto de Europa y solo son una primera aproximación para el trabajo que se pretende abarcar aquí.

Contaminación acústica

El transporte es una actividad generadora de ruido, lo cual genera riesgos para la salud, además de las obvias molestias. Para valorar el impacto monetario, Schreyer et al (2004) utiliza una combinación de métodos, como son la voluntad para pagar por una reducción de ruido en la vivienda, el riesgo de muerte por exposición a ruido, o los costes médicos derivados del ruido.

La Tabla 22 muestra los valores de cada camino, para los que se calcula un promedio. Los valores de Schreyer et al (2004) se han adaptado a 2018 y se ha aplicado un factor minorador para pasar de la UE-17 a Canarias y adaptarlos a la renta inferior del archipiélago, de manera proporcional. Se trata de valores aproximados, y realmente habría que estudiar con mayor detalle el entorno de cada aeropuerto y su mapa de ruido para cuantificar con exactitud el impacto del ruido.

Tabla 22 Valores monetarios medios por el impacto del ruido (EUR 2018)

Vehículo	Valor/kg combustible [EUR]
Coche	0,200
Taxi	0,200
Bus	0,041
Camión	0,029
Avión	0,102
Barco	0,028-0,042

Fuente: Schreyer et al (2004) y elaboración propia. Para el barco, el valor inferior del rango se refiere al motor de cuatro tiempos y el valor superior al motor de dos tiempos.

En el caso del transporte marítimo, los resultados también varían mucho entre puertos. Algunos se encuentran en zonas despobladas, mientras que otros se hayan integrados en entornos urbanos, causando mayores molestias a la población que reside en las inmediaciones de estas infraestructuras.

Procesos aguas arriba y aguas abajo

Los costes de la producción de energía primaria y del transporte, así como la manufactura de vehículos y su transporte hacia el lugar donde van a trabajar son aspectos que también deben ser considerados entre los costes externos del transporte. Los valores que se imputan a cada medio de transporte se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23 Valores monetarios medios por el impacto del ruido (EUR 2018)

Vehículo	Valor/kg combustible [EUR]
Coche (pkm)	0,088
Camión (tkm)	0,144
Avión (pkm)	0,090
Barco (tkm)	0,042-0,061

Fuente: Schreyer et al (2004) y elaboración propia. *Pkm* hace referencia a que los costes mostrados son por pasajero-km transportado y *tkm* a los costes por tonelada-km transportada. Para el barco, el valor inferior del rango se refiere al motor de cuatro tiempos y el valor superior al motor de dos tiempos.

Ocupación del territorio

En este caso también se acude a la metodología propuesta por Schreyer et al (2004). En su estudio, se muestran valores que provienen de estudios realizados en Alemania y Suiza en los años 90. Una vez adaptados a Canarias en 2018 resultaría en las cantidades que se observan en la Tabla 24.

Tabla 24 Desglose de los costes de ocupación del territorio cu_{ocup} (EUR 2018)

Actividad	Coste/m2
Permeabilización	31,54
Recuperación de biotopos objetivos	12,62
Contaminación de suelo y subsuelo	44,15
Otros	12,62
Total	100,92

Fuente: Schreyer et al (2004) y elaboración propia

Transporte aéreo

El coste de la ocupación del territorio, en el caso del transporte aéreo se puede estimar en base a la siguiente expresión (42), que debe ser sumada para los dos aeropuertos $apto$ de origen y destino:

$$E(X)_{ocup,apto} = \frac{cu_{ocup,apto} \cdot SUP_{apto} \cdot w_{inter,apto}}{(q \cdot d)_{inter,apto} \cdot t_{apto}} \quad (42)$$

- Se calcula la superficie SUP_{apto} que ocupa el aeropuerto $apto$
- Se divide entre el número de años t_{apto} en operativos desde su construcción
- Se minora en función de la cuota del mercado interinsular $w_{inter,apto}$ en el aeropuerto $apto$
- Se divide entre el número de unidades de tráfico aéreo interinsulares $(q \cdot d)_{inter,apto}$
- Se multiplica por el coste unitario cu_{ocup} , el valor de la Tabla 24

A través de esta aproximación se obtienen unos costes con grandes variaciones entre aeropuertos, tal y como se observa en la Tabla 25.

Tabla 25 Costes de ocupación del territorio para los aeropuertos

Aeropuerto	Superficie Total [ha]	% Interinsular 2016	Antigüedad	Coste/PAX
Tenerife-Norte	161,5	42%	68	0,13 €
Tenerife-Sur	242,4	1%	40	0,01 €
Gran Canaria	266,5	15%	68	0,03 €
El Hierro	28,3	100%	46	1,61 €
La Gomera	34,2	100%	19	12,57 €
La Palma	92,9	56%	48	0,50 €
Fuerteventura	239,4	11%	44	0,06 €
Lanzarote	151,3	12%	68	0,03 €

Fuente: elaboración propia

El valor promedio propuesto por Schreyer et al (2004), queda en aproximadamente 0,07€ de 2018 para el transporte aéreo. Comparándolo con el resultado de sumar dos aeropuertos de la Tabla 25, se observa que la cantidad se aproxima bastante bien para aquellos aeropuertos medianos-grandes del listado, en los que el tráfico interinsular tiene un peso relativo importante.

A partir de estos valores, se estima el impacto en el escenario base. No se consideran cambios para los escenarios futuros. Esta hipótesis se basa en que la infraestructura no va a sufrir apenas modificaciones en los años que distan hasta el escenario a largo plazo planteado.

Transporte marítimo

Para el transporte marítimo se ha seguido una metodología similar a la del apartado anterior para el transporte aéreo. Esta vez, la imputación al transporte interinsular se efectúa en base a la superficie que este necesita para operar en los puertos $SUP_{pto,int}$ en el puerto pto . Esta

magnitud se calcula como la suma de los diques, explanadas de tierra y la superficie de agua en Zona I⁸⁹ del puerto, imputables al tráfico interinsular.

$$E(X)_{ocup,pto} = \frac{cu_{ocup,mar} \cdot SUP_{pto,inter}}{(q \cdot d)_{pto} \cdot t_{pto}} \quad (43)$$

En la Tabla 26 se incluyen los valores que se han estimado para el transporte de pasajeros.

Se trata de un valor orientativo, donde no se ha tenido en cuenta el aporte la carga.

Tabla 26 Costes de ocupación del territorio para los puertos

Puerto	Superficie total [ha]	Superficie imputable al transporte interinsular [ha]	Coste/Pasajero [EUR/PAX]
Santa Cruz	416,7	57,7	0,19
Los Cristianos	32,449	32,4	0,11
Las Palmas	1028,41	151,3	0,50
Agaete	7,65	7,7	0,06
La Palma	35,7365	17,9	0,20
Valle Gran Rey	12,67	12,7	1,64
San Sebastián	34,78	34,8	0,10
La Estaca	18,18	18,2	0,60
Morro Jable	21,35	21,4	0,21
Gran Tarajal	16,91	16,9	N/A
Corralejo	13,42	13,4	0,07
Puerto del Rosario	45,77	11,4	1,13
Playa Blanca	4,2	4,2	0,02
Arrecife	137,01	27,8	1,37
La Graciosa	9,09	9,1	0,18
Órzola	0,26	0,3	0,01

Fuente: Schreyer et al (2004) y elaboración propia

Como factor de Monetización, se ha tomado como punto de partida el valor de Schreyer et al (2004) para transporte en aguas interiores, y que es aproximadamente un tercio del

⁸⁹ La Zona I es aquella parte abrigada del puerto destinada al atraque de barcos, mientras que la Zona II es la zona de fondeo, situada fuera de los diques del puerto. Se considera la Zona II como no afectada por la actividad humana.

valor que estima para el resto de los medios de transporte. Este coeficiente, que queda en torno a 31 EUR/m², es inferior al valor que se debiera imputar, por ser los trabajos de recuperación en un entorno marino notablemente más complejos que en un entorno fluvial.⁹⁰

Transporte terrestre

Aplicar al transporte por carretera una metodología similar a la que proponen Schreyer et al (2004) implica conocer las características de las vías por las que circulan los vehículos y su IMD⁹¹. Para un trayecto de acceso cualquiera, se calcularía como el sumatorio de los costes para cada uno de los segmentos por pasajero-km (*pkm*) o por tonelada-km (*tkm*).

$$E(X)_{ocup} = \sum_{seg} \frac{C_{seg}}{N_{veh,seg} \cdot l_{seg}} = \sum_i \frac{an_{seg} \cdot d_{seg} \cdot cu}{IMD_i \cdot 365 \cdot d_{seg}} = \sum_i \frac{an_{seg} \cdot cu}{IMD_i \cdot 365} \quad (44)$$

La ecuación (44) se corresponde con el sumatorio de los costes para cada uno de los segmentos *i* que componen el trayecto de acceso. Los costes C_{seg} para cada segmento *i* se calculan como el coste asociado al tramo, que depende de su superficie $an_{seg} \cdot d_{seg}$ (ancho por longitud) y el coste unitario *cu*, y se divide por el número de vehículos que lo transitan cada día $N_{veh,seg}$, obtenido como el producto del IMD por 365 días, y por la longitud del segmento d_{seg} . Los valores por vehículo-km se muestran en la Tabla 27.

⁹⁰ A nivel metodológico existe una diferencia a la manera de computar la superficie imputable al aeropuerto. En un puerto existen zonas dedicadas casi en exclusiva al transporte Ro-Ro interinsular. Se calculan de manera independiente del resto de las infraestructuras. Al contrario, en los aeropuertos es difícil disociar las superficies por tráfico salvo en algunas áreas. Por ello, la imputación se hace en base a la cuota de mercado del segmento interinsular respecto del total aeroportuario.

⁹¹ IMD significa Índice medio diario, unidad habitual para medir el tráfico viario. Se toman valores de MFOM (2017)

Tabla 27 Valores para estimar los costes de ocupación de territorio (acceso terrestre)

Isla	Tramo	Long. [km]	Sup. [ha]	Año constr.	Coste total [EUR]	Coste/año [EUR]	IMD [-]	Coste/pkm [EUR]
Tenerife	Santa Cruz- La Laguna	7,6	104,3	1960	104.295.385	1.256.571	100.000	0,005
Tenerife	La Laguna-Los Rodeos	3,4	45,2	1960	45.220.000	544.819	90.000	0,005
Tenerife	Los Rodeos-Puerto de La Cruz	25,0	318,8	1970	318.750.000	4.366.438	70.000	0,007
Tenerife	Puerto-Fin TF5	4,0	51,0	1995	51.000.000	1.062.500	30.000	0,024
Tenerife	Fin TF5-Icod	20,0	240,0	1950	240.000.000	2.580.645	30.000	0,012
Tenerife	Santa Cruz-Güímar	19,4	258,0	1978	258.020.000	3.969.538	100.000	0,006
Tenerife	Güímar-Las Américas	53,8	686,0	1978	685.950.000	10.553.07	50.000	0,011
Tenerife	Las Américas-Fin TF1	14,0	178,5	1995	178.500.000	3.718.750	70.000	0,010
Tenerife	Fin TF1-Dos Carriles	25,0	318,8	2010	318.750.000	9.659.091	30.000	0,035
Tenerife	Dos Carriles -Icod	30,0	120,0	1950	120.000.000	1.290.323	20.000	0,006
Tenerife	Güímar-TF2	13,8	183,5	1970	183.540.000	2.514.247	100.000	0,005
Tenerife	TF2	5,7	91,5	1995	91.485.000	1.905.938	100.000	0,009
Tenerife	La Laguna-TF2	2,0	27,4	1960	27.446.154	330.677	100.000	0,005
Tenerife	Güímar-TFS	40,8	518,2	1970	518.160.000	7.098.082	50.000	0,010
Tenerife	TFS-Las Américas	13,0	165,1	1970	165.100.000	2.261.644	70.000	0,007
La Gomera	San Sebastián-GMZ	39,0	124,8	1950	124.800.000	1.341.935	4.000	0,024
La Gomera	GMZ-Valle Gran Rey	34,0	115,6	1950	115.600.000	1.243.011	4.000	0,025
La Gomera	Valle Gran Rey-San Sebastián	48,8	165,9	1950	165.920.000	1.784.086	4.000	0,025
El Hierro	Valverde-La Estaca	15,0	45,0	1950	45.000.000	483.871	1.000	0,088
EL Hierro	Valverde-VDE	15,0	45,0	1972	45.000.000	633.803	1.000	0,116
La Palma	Santa Cruz-EL Socorro LP-5	3,5	44,6	1950	44.625.000	479.839	10.000	0,038
La Palma	El Socorro -SPC	2,5	7,5	1972	7.500.000	105.634	10.000	0,012
La Palma	El Socorro-El Paso	11,8	35,4	1950	35.400.000	380.645	10.000	0,009
La Palma	El Paso	11,0	121,0	1950	121.000.000	1.301.075	10.000	0,032
La Palma	El Paso-Los Llanos	2,5	7,5	1950	7.500.000	80.645	10.000	0,009
Gran Canaria	Las Palmas-Circunvalación	4,5	59,9	1970	59.850.000	819.863	110.000	0,005
Gran Canaria	Circunvalación-LPA GC1	12,3	170,3	1970	170.307.692	2.332.982	110.000	0,005
Gran Canaria	LPA- Playa del Inglés	27,1	360,4	1970	360.430.000	4.937.397	70.000	0,007
Gran Canaria	Las Palmas-Circunvalación GC3	4,6	61,2	1970	61.180.000	838.082	50.000	0,010
Gran Canaria	Circunvalación-Gáldar	26,2	334,1	1970	334.050.000	4.576.027	40.000	0,012
Gran Canaria	Gáldar-Agaete	7,0	11,2	1970	11.200.000	153.425	10.000	0,006
Gran Canaria	Circunvalación de Las Palmas	8,0	106,4	1970	106.400.000	1.457.534	30.000	0,017
Gran Canaria	La Aldea Agaete	29,5	97,4	1970	97.350.000	1.333.562	2.000	0,062
Gran Canaria	La Aldea-GC1	31,1	102,6	1970	102.630.000	1.405.890	1.000	0,124
Gran Canaria	GC1-Mas Palomas	21,1	268,0	1970	267.970.000	3.670.822	70.000	0,007
Gran Canaria	Maspalomas-Playa del Inglés	4,0	53,2	1970	53.200.000	728.767	70.000	0,007
Gran Canaria	Fin GC1- Arguineguín	12,4	157,5	1970	157.480.000	2.157.260	10.000	0,048
Gran Canaria	Arguineguín-Maspalomas	8,7	110,5	1970	110.490.000	1.513.562	10.000	0,048
Fuerteventura	Morro Jable-Pájara	8,0	102,0	1970	102.000.000	1.397.260	10.000	0,048
Fuerteventura	Pájara-FUE	69,4	242,9	1970	242.900.000	3.327.397	10.000	0,013
Fuerteventura	FUE-Puerto del Rosario	5,6	71,4	1970	71.400.000	978.082	10.000	0,048
Fuerteventura	Puerto del Rosario-Corraleso	27,7	91,4	1970	91.410.000	1.252.192	10.000	0,012
Lanzarote	Arrecife-ACE	4,6	58,7	1970	58.650.000	803.425	10.000	0,048
Lanzarote	ACE-Tías	5,8	74,0	1970	73.950.000	1.013.014	10.000	0,048
Lanzarote	Tías-Playa Blanca	20,0	66,0	1970	66.000.000	904.110	10.000	0,012

Fuente: elaboración propia

Los valores mostrados en la tabla anterior, para los tramos considerados en este trabajo, están dentro de un amplio rango, que va desde 0,006 EUR/*pkm* hasta 0,19 EUR/*pkm*. Se trata de magnitudes compatibles con los aproximadamente 0,04 EUR/*pkm* que se estiman en la fuente citada.

4.4. Subvenciones

El transporte interinsular en Islas Canarias se encuentra sometido a un régimen de fuertes subvenciones de diversa índole. Abarcan tanto el transporte de pasajeros como el de mercancías. Estas subvenciones se dividen en las siguientes categorías:

- Subvención de una parte del pasaje por parte de las administraciones públicas, que supone el 75% para los pasajeros residentes en Canarias, y para las mercancías, del 100% sobre un precio tipo⁹².
- Compensaciones a aquellas empresas que exploten líneas consideradas no rentables, sujetas al régimen de Obligación de Servicio Público (OSP)
- Reducciones de las tasas portuarias y aeroportuarias para los trayectos interinsulares, las cuales se pueden considerar subsidios cruzados desde otras rutas no subvencionadas.

El impacto de las subvenciones públicas se estima en este estudio en base a los valores publicados en los presupuestos estatales y autonómicos, y otra normativa vigente. Respecto

⁹² Este precio, fijado por el Ministerio de Fomento se calcula en función de consultadas de este sobre los costes de las empresas de transporte. El precio tipo es, pues una aproximación del precio del billete que históricamente ha tendido subestimar el precio real.

a los subsidios cruzados, se consultaron las guías de tarifas publicadas por los organismos explotadores de las infraestructuras y el proveedor de servicios de navegación aérea.

En Portugal, existe un régimen de subvenciones directas al pasajero para los trayectos entre los archipiélagos y el continente, así como entre Madeira y las Azores, así como en el interinsular de cada archipiélago.

Subvenciones a los pasajeros y mercancías

En los trayectos interinsulares canarios, las subvenciones directas al cliente suponen un gasto para las administraciones públicas. Para no añadir complejidad adicional se asume que el coste para la sociedad es igual al valor de la subvención⁹³. Así, el importe del subsidio alcanza:

- El 75% del precio tipo del billete completo para los pasajeros residentes
- El 90%⁹⁴ de los costes del transporte de mercancías recogidas en dispuesto en BOE (2009-1) y BOE (2009-2).

Esta partida es la mayor, con gran diferencia, frente a las otras subvenciones en este ámbito geográfico. Su tratamiento en el trabajo se efectúa por una parte como externalidad negativa, al detraer recursos públicos. Por otra, el efecto positivo, al bajar del precio efectivo para el viajero residente, se introduce en el modelo a través del equilibrio de

⁹³ Aunque hay fuentes que mayoran este importen hasta un 20% para tener en cuenta las ineficiencias de los sistemas fiscales y a la hora de implementar políticas públicas de gasto.

⁹⁴ Aunque la bibliografía mencionada restringe al 50% sobre un importe de referencia desde la publicación oficial, el porcentaje de costes cubiertos ha ido ascendiendo hasta llegar al 100% de las tarifas tipo.

mercado: precios más bajos repercuten en mayores cantidades transportadas, tal y como muestran las pendientes negativas en las funciones inversas de demanda del apartado 3.4.

Existe, además, otra ruta con una subvención al pasajero, entre Madeira y Azores. En este caso el importe no es un porcentaje fijo, sino un precio máximo subvencionable, abonándose la diferencia a posteriori.

Subvenciones al transportista por la explotación de OSP

La obligación de servicio público (OSP) es un régimen limitado a una serie de rutas de interés comunitario consideradas poco rentables y de alto valor social. En el caso de las Islas Canarias estas son las rutas sometidas a OSP:

- Tenerife-El Hierro (marítimo)
- Tenerife-La Gomera (avión)
- Gran Canaria-La Gomera (avión)
- El Hierro–Tenerife Sur (avión), actualmente no explotada
- Gran Canaria–El Hierro (avión)

Se trata de conexiones con un impacto en los costes totales pequeños sobre el total del transporte canario, aunque no despreciable en términos por pasajero. Según los Presupuestos Generales del Estado de 2018, se presupuestaron uno 4 millones de euros para estas rutas aéreas, además de la conexión Madrid-Menorca en temporada baja. Se podría estimar que el reparto se hace a partes iguales entre ambos archipiélagos, y este luego se lleva a cabo en proporción a las frecuencias existentes, quedando 750.000€ para la conexión entre Tenerife y La Gomera y 500.000€ para la conexión entre Gran Canaria y El Hierro.

A la conexión marítima entre Tenerife y El Hierro se asigna una subvención que ronda los 4.500.000 EUR anuales⁹⁵.

Estas cantidades serán contabilizadas como externalidades negativas para las rutas mencionadas. Además, se asume que las cantidades persistirán de manera indefinida en el tiempo.

Subvenciones cruzadas en la explotación de las infraestructuras

Frente a la relativa simplicidad de la estimación efectuada en el apartado anterior, las bonificaciones a que se someten las tasas por uso de infraestructuras suponen, al fin y al cabo, una subvención cruzada por parte de los clientes de los demás trayectos. Esto implica, bien un impacto negativo en las cuentas de explotación de los puertos y aeropuertos, bien un aumento de los precios públicos abonados por el resto de los usuarios. En aras de mantener un nivel de complejidad moderado, esta externalidad se va a cuantificar minorando los beneficios sobre la empresa explotadora de las infraestructuras, mostrados en el apartado 4.5. A continuación, se explica la cuantificación de los subsidios cruzados para cada modo de transporte.

Tasas aeronáuticas

En España existen tasas a las compañías aéreas por la utilización de los aeropuertos y los servicios de navegación aérea. Las primeras son cargadas por Aena en los aeropuertos de la red estatal, mientras que las segundas corren a cargo de ENAIRE.

⁹⁵ Ver Gobierno de Canarias (2019)

Como las tasas de navegación aérea no tienen subvención al transporte interinsular, no es necesario considerarlas para la estimación de la subvención⁹⁶.

Las siguientes páginas contienen una adaptación de la información publicada por Aena y Enaire.

Estructura de las tasas aeroportuarias en España

Se puede considerar que las tasas que debe abonar una compañía aérea por operar un vuelo exclusivamente de pasaje tienen la siguiente estructura:

$$T_{total} = T_{ate} + T_{est} + N_{pax} \cdot (T_{aer} + T_{AESA} + T_{sec} + T_{pmr}) + T_{otros} \quad (45)$$

Se puede observar que existen unos conceptos asociados a la aeronave, como los derechos de aterrizaje (T_{ate}) o estacionamiento (T_{est}), y otros proporcionales al número de pasajeros embarcados: que son las tasas por uso de las instalaciones aeroportuarias (T_{est}), las tasa para financiación de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (T_{AESA}), para financiar las medidas de seguridad extraordinarias tras en 11-S (T_{sec}), o para la asistencia a personas con movilidad reducida (T_{pmr}). Existen otros conceptos de menor importancia y de asignación más difícil a un vuelo concreto T_{otros} , que se van a obviar. Se trata de arrendamientos de almacenes, locales en aeropuerto o el uso de mostradores de facturación entre otros conceptos, así como los cánones que deben abonarse por suministro de combustible o los servicios de asistencia en tierra a aeronaves.

⁹⁶ La tarifa unitaria aplicable al espacio aéreo canario es menor a la que se aplica al espacio aéreo peninsular. No obstante, no se considera que el propósito sea subvencionar el transporte aéreo en Canarias, sino que, tal como describe el órgano Eurocontrol, se basa en la estructura de costes del proveedor de los servicios de navegación aérea en cada territorio, según Eurocontrol (2018).

También existen cargos ligados al suministro de energía eléctrica a las aeronaves o de carburante. Estas categorías, quedan fuera del análisis que aquí se lleva a cabo, fundamentalmente porque no están sujetos a ningún tipo de subvención.

Subvenciones al tráfico interinsular

De los conceptos expuestos anteriormente, los siguientes son objeto de una reducción para el tráfico interinsular con respecto a un vuelo en el Espacio Económico Europeo (EEE)⁹⁷:

- Aterrizaje: 70%
- Uso de las instalaciones aeroportuarias: 70%
- AESA: 70%
- Seguridad: 85%
- Personas con movilidad reducida (PMR): 70%

Los porcentajes en las rebajas de tasas varían de año en año, aunque no de manera importante, según las guías anuales que va publicando Aena cada año, como Aena (2018).

La subvención para un trayecto entre i y j , $SV_{i,j}$, se puede calcular, de acuerdo como la diferencias entre las tasas aplicables a los vuelos del Espacio Económico Europeo (EEE)

$T_{total,i,j} |_{EEE}$ y los vuelos interinsulares en Canarias $T_{total,i,j} |_{can}$

$$SV_{i,j} = T_{total,i,j} |_{EEE} - T_{total,i,j} |_{can} \quad (46)$$

⁹⁷ Aena distingue entre vuelos en el Espacio Económico Europeo, vuelos internacionales (fuera de este espacio); vuelos Península-Islands, sujetos a reducciones; y vuelos interinsulares y Península-Ceuta/Melilla, los más subvencionados.

En este trabajo se desea calcular la subvención por pasajero transportado, por lo que se reparte la carga de las tasas ligadas al avión entre el pasaje transportado. El modelo de avión tipo es un ATR 72, cuya carga de pago se asume que consiste exclusivamente de pasaje. El factor de ocupación para cada ruta estimado FO_{ij} , se aplica para estimar el número medio de pasajeros por cada vuelo.

La subvención a las tasas aeroportuarias para los vuelos interinsulares $SV_{pax,i,j}$ se puede calcular a partir de las tasas correspondientes a un vuelo entre los aeropuertos i y j , dividiendo la tasa de aterrizaje entre el número de pasajeros medios por avión.

$$SV_{pax,i,j} = 0,7 \frac{T_{ate,j}}{N \cdot f_{oc}^{i,j}} + 0,7 T_{pax,i} + 0,85 T_{seg,i} + 0,7 T_{AESA,i} + 0,7 T_{PMR,i} \quad (47)$$

Como las tasas de aterrizaje se cobran en destino y las de pasajeros se cobran en origen, se hace un promedio entre la ida y la vuelta de un trayecto, lo cual simplifica los cálculos.

$$\overline{SV}_{pax,i,j} = \frac{SV_{pax,i,j} + SV_{pax,j,i}}{2} \quad (48)$$

El importe de las tasas está calculado a partir de los datos Aena (2018). En el Tabla 28 se muestran el importe por pasajero, por ruta, y la suma de ingresos que Aena deja de obtener por aplicar tarifas más bajas en el transporte interinsular para 2014.

Los datos de la tabla ignoran aquellos vuelos de aerolíneas europeas que realizan escalas en una isla para continuar hacia otra en un vuelo en una ruta del tipo *Europa-Isla 1-Isla 2-Europa*. El objeto fundamental de esta escala no es transportar pasajeros de una isla a otra sino servir dos destinos canarios con un solo vuelo desde Europa.

Tabla 28 Rebaja de tasas aeroportuarias por pasajero en los vuelos interinsulares

Trayecto		Tasas* EEE [EUR]	Tasas* Interinsular [EUR]	Total subvención Año 2014 [EUR]
Origen	Destino			
Tenerife	El Hierro	7,73	3,86	935.237
Tenerife	La Palma	8,28	4,14	3.924.818
Tenerife	La Gomera	7,22	3,61	202.089
Tenerife	Gran Canaria	9,39	4,69	5.463.724
Tenerife	Lanzarote	9,14	4,57	2.368.035
Tenerife	Fuerteventura	9,22	4,61	1.475.866
Gran Canaria	El Hierro	7,81	3,90	179.628
Gran Canaria	La Palma	8,46	4,23	760.987
Gran Canaria	Lanzarote	9,40	4,70	4.550.892
Gran Canaria	Fuerteventura	9,52	4,76	3.818.034
*Incluye sólo las tasas objeto de descuento			SUMA	23.679.315

Fuente: elaboración propia. Calculado con valores de 2014. No se considera que haya variado de manera significativa desde entonces.

Tasas portuarias

La estructura de tasas portuarias en la red estatal española es notablemente más compleja que las tasas aeroportuarias. El rango de posibilidades para una tarifa es notablemente mayor, dada la cantidad de bonificaciones y coeficientes que se aplican. En los puertos autonómicos la complejidad es menor.

Para estimar el importe de las subvenciones por pasajero se sigue la normativa publicada en BOE (2011) y BOE (2015), para los puertos estatales, y BOC (2012) para los puertos autonómicos canarios, así como las guías de tarifas publicadas por los entes gestores de los puertos en Puertos del Estado (2015) y Puertos del Estado (2016).

Se ha procedido a estimar la subvención media por pasajero de la siguiente manera: La subvención por línea ij , y por pasajero, por trayecto realizado $tray$ se agrega para calcular la subvención total, como se muestra en (49).

$$SV_{total} = \sum_{ij} SV_{ij} = \sum_{ij} \sum_{tray} SV_{tray,ij} \quad (49)$$

La subvención por cada trayecto individual $SV_{tray,ij}$ se estima a partir de la diferencia entre las tasas que corresponden al transporte marítimo de corta distancia (TMCD) regular $T_{tot|tmcd,reg}$ y aquellas que corresponden al transporte marítimo interinsular $T_{tot|can}$.

$$S_{tray,ij} = T_{tot|can} - T_{total|tmcd,reg} \quad (50)$$

Se distingue entre las tasas que se considera se aplican sólo en origen y aquellas que se aplican en origen y en destino:

$$T_{tot} = \sum_{tray} T_{tray} \Big|_{ori} + \sum_{tray} T_{tray} \Big|_{dest} \quad (51)$$

En los siguientes párrafos se va a describir la estructura tarifaria, basado en un buque de tipo Ro-Pax, con unas características específicas para cada ruta. A partir de este punto, cabe distinguir entre las tasas aplicadas en los puertos que son competencia del Estado y los puertos de competencia autonómica, gestionados por Puertos Canarios.

Tarifas de Puertos del Estado

En el caso de los puertos gestionados por Puertos del Estado la estructura tarifaria es la siguiente: En destino se aplican los siguientes conceptos:

- Tasa del Buque T_1
- Tasa de Recepción de Residuos T_{res}
- Tasa de Navegación T_{nav}
- Tasa de pasaje (aplicable a pasajeros y vehículos en régimen de pasaje) T_2
- Tasa de carga T_3

En origen sólo se considera que se aplica las siguientes tarifas:

- Tasa de pasaje T_2
- Tasa de carga T_3

Las tasas dependen de una serie de parámetros que varían con las características del buque y de la carga de pago⁹⁸.

⁹⁸ Este dato es importante para varias cuestiones, pues cada buque posee unas características que lo diferencian de los demás: dimensiones, planta motriz, consumos y emisiones, capacidad, y en lo que atañe a las tasas portuarias, porque permite asignar un valor de arqueo de registro bruto (GT), puesto que varias tasas a se calculan en función de esta magnitud, entre otras. El arqueo del buque es una medida del tamaño de un buque a partir de su volumetría. Es de uso común en el transporte marítimo.

Asimismo, se estima para cada buque tipo una carga típica PL. Por carga de pago se entiende el pasaje y vehículos tanto en régimen de carga como en régimen de pasaje.

Para cada categoría i de carga de pago (PL) se estima un valor típico que es el promedio anual. Este volumen se asigna a cada viaje mediante un reparto de los volúmenes anuales entre el número de trayectos realizados. Estos se contabilizan como las frecuencias semanales por el número de semanas que tiene cada año. Las frecuencias semanales se corresponden con las del mes de abril de 2014, considerando que el número de frecuencias no varía a lo largo del año de manera significativa. Existen una serie de dificultades que obstaculizan la estimación de estos valores:

- Para algunos trayectos no se dispone de datos desagregados por navieras y/o buque. De cara al cálculo de la subvención por pasajero esto no es un obstáculo importante, ya que esta cifra depende fundamentalmente de la tasa al pasaje, con un rango de variación muy pequeño por el reparto de las tasas aplicables al buque. En este caso se estima la cuota de mercado de cada naviera. Para ello se han seguido las siguientes reglas:
 - o Se han realizado conteos sobre el terreno comparando y tipo de vehículos embarcados en algunos barcos
 - o En caso de desconocimiento de la magnitud, se extrapola en base a la capacidad ofrecida por cada naviera y las cuotas de mercado conocidas para otras categorías de ese trayecto, o para la misma categoría en otros trayectos
- Puertos del Estado establece nueve categorías de vehículo de carga en el régimen de estimación simplificada. Esta es la metodología para estimar las tasas que se emplea en este trabajo. Sin embargo, las estadísticas de tráfico publicadas no muestran estas categorías, sino uno elenco mucho menor.
- Por otra parte, Puertos Canarios y Puertos del Estado difieren en cuanto a las categorías de vehículos a la hora de aplicar tasas, y de contabilizarlos. También existe esas diferencias entre las diferentes estadísticas de un organismo gestor de puertos.

Los valores de las subvenciones se obtienen con una herramienta propia en virtud de la documentación publicada por Puertos del Estado y Puertos Canarios. Dicha herramienta permite calcular las tasas portuarias aplicables a buques que circulan entre puertos del archipiélago canario

A cada uno de los trayectos marítimos estudiados en este trabajo se le asigna un buque tipo, que se corresponde con aquél que realiza el trayecto con más frecuencia a lo largo del año, de acuerdo con la información facilitada por las Autoridades Portuarias.

Ahora se procede a describir la estructura de cada una de las tarifas en mayor detalle.

La tasa del buque se calcula de la siguiente manera:

$$T_1 = CB \cdot C_{ap} \cdot t \cdot \frac{GT}{100} \cdot \prod_j bon_j \quad (52)$$

Se trata de una cuantía básica CB que depende del tipo de tráfico, del coeficiente de la Autoridad Portuaria ap , del arqueo bruto del buque GT , de la estancia del buque (lineal por tramos) y una serie de bonificadores bon_j relacionados con multitud de aspectos, como las frecuencias del buque, el tipo y zona de atraque o fondeo, así como reducciones por el cumplimiento con normas de calidad y buenas prácticas medioambientales.

Para buques mercantes, la tasa de navegación anual T_N se calcula de la siguiente manera

$$T_N = (CB_A + CB_C) \cdot N \cdot GT \quad (53)$$

Los donde CB_A y CB_C son cuantías básicas y N es el número de escalas, cuyo máximo es $N = 3$.

La tarifa de recepción de residuos por atraque T_{res} se estima según (54):

$$T_{res} = CB_{res} \cdot GT \cdot \prod_j b_j \quad (54)$$

Los bonificadores premian la cantidad de escalas realizadas en la última semana en puertos españoles, así como buenas prácticas medioambientales, y el tipo de deshechos descargados en escalas anteriores.

La Tasa de pasaje T_2 se estima de esta manera:

$$T_2 = CB_P \cdot C_{ap} \cdot \prod_j bon_j \cdot \sum_p (N_{pax} \cdot bon_{pax}) \quad (55)$$

Se trata de una cuantía básica CB_P , ponderada por una serie de bonificadores dependientes del tipo de tráfico y titularidad del terminal y el atraque, por el tipo de elemento de pasaje pax y su bonificador/penalizador correspondiente bon_{pax} y las cantidades de pasaje embarcadas o desembarcadas, N_{pax} .

Por último, la tarifa de mercancías T_3 se puede estimar en dos regímenes. Por su mayor sencillez, se ha optado por la modalidad simplificada, ya que se relaciona exclusivamente con el elemento de transporte que alberga la carga.

$$T_3 = CB_M \cdot C_{ap} \cdot \prod_j bon_j \cdot \sum N_{carga} \cdot bon_{carga} \quad (56)$$

La estructura de esta tarifa es muy similar a la de pasaje, aunque cambian la cuantía básica CB_M , la tipología de bonificadores b_{carga} y b_j y categorías de elementos transportados $carga$.

Tarifas en Puertos Canarios

Los puertos autonómicos, gestionados por el ente Puertos Canarios aplica las siguientes tarifas de acuerdo con la normativa contenida en BOC (2012):

- Tasa del Entrada T_1
- Tasa del Atraque T_2
- Tasa de pasaje (aplicable a pasajeros) T_3
- Tasa de carga (aplicada al resto de elementos) T_4

Las dos primeras se aplican sólo en destino, mientras que las dos últimas se aplican tanto en la arribada como en la salida de puerto. Existen otros conceptos que no son depreciables, como el alquiler de oficinas portuarias, la concesión de aguas, espacio para atraque y proceso de viajeros y mercancías, así como rampas para acceso a los barcos, que deberían ser computadas. No obstante, se han ignorado en estos cálculos, porque no son susceptibles de subvenciones por tráfico interinsular.

Se procede a explicar cada concepto. Comenzando por la tarifa de entrada y estancia T_1 :

$$T_1 = CB \cdot \frac{GT}{100} \cdot t \cdot bon \quad (57)$$

Que consiste en el producto de una cuantía básica CB , al arqueo bruto del buque GT , la duración de la estancia y un bonificador para un número de atraques mayor que diez, bon .

La tarifa de atraque T_2 depende de la duración de la estancia t , la longitud del atraque $long$ y de una serie de bonificadores condensados en el parámetro bon :

$$T_2 = t \cdot long \cdot bon \quad (58)$$

La tarifa de pasaje T_3 es el producto de la cuantía básica aplicable al tipo de tráfico CB_{pax} por el número de pasajeros que transporta el buque N_{pax} .

$$T_3 = CB_{pax} \cdot N_{pax} \quad (59)$$

La carga rodada T_4 se grava mediante una estructura similar a T_3 :

$$T_4 = \sum CB_{veh} \cdot N_{veh} \quad (60)$$

Donde CB_{veh} el precio unitario para los diferentes tipos de vehículos que transportan carga, veh , cuya cantidad transportada sería N_{veh} .

Reparto de las tasas entre el pasaje y el resto de los elementos de carga

Una cuestión importante es cómo repartir las tasas que recaen sobre el conjunto del buque entre pasaje, vehículos en régimen de pasaje y carga rodada. Existen varios criterios: por ejemplo, en función de la fracción del barco, en peso o volumen, que se dedica al pasaje o al resto de elementos. Esto resulta bastante difícil de estimar y se procederán en primer lugar a establecer un rango de variación, considerando que los pasajeros se llevan la totalidad de las tasas aplicadas al conjunto del buque, o en caso contrario no se llevan nada de estas tasas.

$$T_{tot,pax} = \frac{T_{pax}}{N_{pax}} \Big|_{ori} + \frac{T_{pax}}{N_{pax}} \Big|_{dest} + \frac{w_{pax}}{N_{pax}} \cdot \left(T_{bq} + T_{res} + \frac{T_{nav}}{N_{esc}} \right) \Big|_{des} \quad (61)$$

Siendo w_{pax} la fracción de las tasas del buque que se reparten al pasaje, que a su vez se dividen por el número de pasajeros medio.

La subvención $SV_{tray,ij}$ queda de la siguiente manera, por trayecto $tray$ de la línea ij :

$$SV_{tray,ij} = T_{tot,pax} \Big|_{can} - T_{tot,PAX} \Big|_{tmcd,reg} \quad (62)$$

4.5. Beneficios de los explotadores de las infraestructuras

Esta externalidad tendrá carácter positivo en tanto que la explotación de la infraestructura genere resultados económicos positivos. Para ello, se relacionan las ganancias de las empresas con el número de unidades manejadas cada año, resultando en un beneficio por

unidad de tráfico manipulada: UTA⁹⁹ para el caso de transporte aéreo, y UTM¹⁰⁰ para el caso del transporte marítimo.

Aeropuertos

En la actualidad, el gestor aeroportuario Aena no presenta cuentas de explotación de forma individual por aeropuertos, sino para el conjunto de la red¹⁰¹. Por este motivo, este análisis se simplifica haciendo un promedio para el conjunto de la red de Aena, sin perder de vista que hay grandes diferencias entre aeropuertos, diferencias que se dan dentro de los aeropuertos canarios en magnitud similar¹⁰². De esta manera se toman los resultados financieros publicados en la web de la empresa como referencia.

Así, se puede asumir que cada unidad de tráfico aéreo UTA gestionada supone unos beneficios antes de impuestos para el operador de esta magnitud:

$$\pi_{aena} = \frac{BAI}{UTA} \approx 6,0 \frac{EUR}{UTA} \quad (63)$$

Se toman los beneficios antes de impuestos ya que tanto el beneficio después de impuestos como los propios impuestos son una externalidad positiva.

Sin embargo, en el caso del tráfico del tráfico interinsular canario existe una bonificación a las tasas de aterrizaje, por uso de infraestructuras aeroportuarias, seguridad y PMR, que

⁹⁹ Una unidad de tráfico aéreo UTA equivale a 1 pasajeros o 0,1 t de carga.

¹⁰⁰ Una unidad de tráfico marítimo UTM equivale a 1 pasajero, una tonelada de carga o un vehículo turismo o motocicleta.

¹⁰¹ Existen cuentas de explotación desglosadas por aeropuerto hasta el año 2014 Ver Aena (2015). Desde entonces ha habido mejoras importantes en la explotación económica de los aeropuertos, lo que invalida las magnitudes de 2014. En este trabajo nos abstenemos de actualizar el desglose por aeropuerto.

¹⁰² Se asume que la rentabilidad conjunta del grupo de aeropuertos canarios es similar a la del conjunto de la red; ver Aena (2015)

se puede aproximar en una reducción de un 65% del conjunto de ingresos por tasas¹⁰³. Así, para el caso de los vuelos interinsulares, tratar a un pasajero interinsular supone un coste para las instalaciones:

$$\pi_{Aena,can} \approx \pi_{Aena} - 0,65 \cdot T_{Aena} = -2,0 \frac{EUR}{UTA} \quad (64)$$

En caso de los aeródromos portugueses, se puede aproximar para ellos una cantidad similar de beneficio por pasajero que, en el caso de los españoles, sin bien es verdad que ANA es una empresa con rentabilidad ligeramente superior a Aena¹⁰⁴.

$$\pi_{ANA} \approx \pi_{Aena} \quad (65)$$

El caso de Cabo Verde es diferente. En este país, los pasajeros que arriban al archipiélago han de pagar una tasa de unos 30 euros, recaudada por el gestor ASA. Asumiendo que solo la mitad de los pasajeros son de llegada, y que una parte de ellos son nacionales exentos de la tasa, se asume que el beneficio queda entorno a los 15€

$$\pi_{ASA} \approx 15,0 \frac{EUR}{UTA} \quad (66)$$

En cada ruta, el beneficio es la suma de los beneficios de ambos aeropuertos de salida y llegada.

$$\pi_{ij} = \pi_i + \pi_j = \bar{\pi}_{pax,i,j} = \frac{\pi_{pax,i,j} + \pi_{pax,j,i}}{2} \quad (67)$$

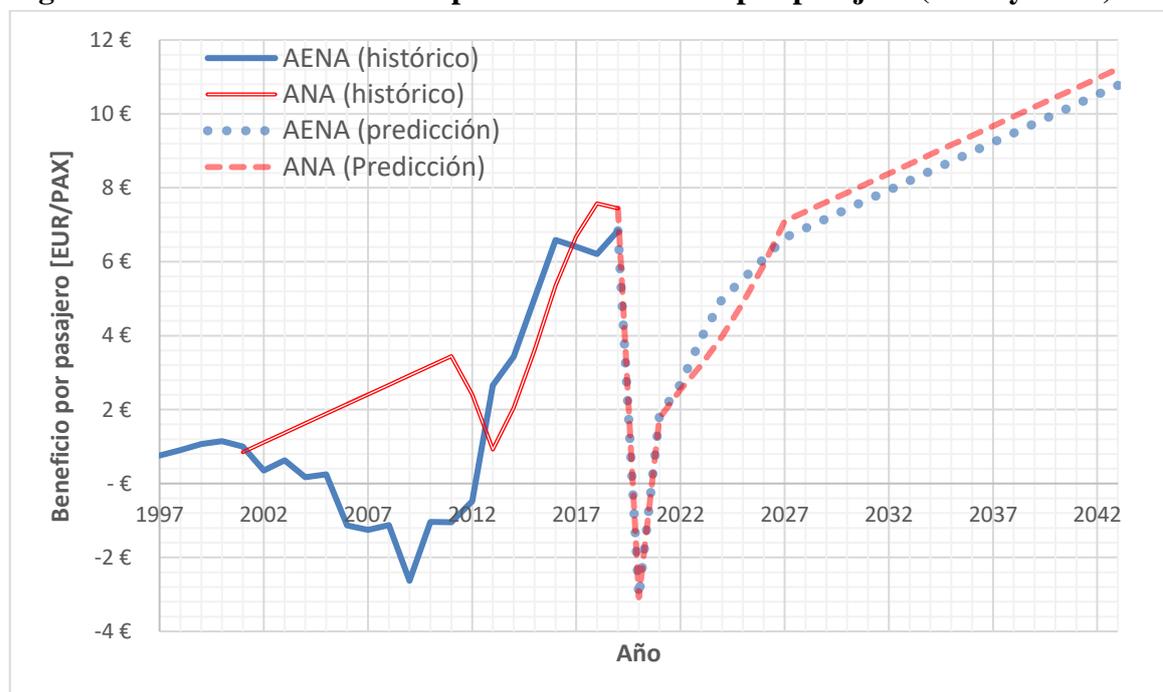
¹⁰³ Estas cantidades varían cada año, aunque no de manera significativa. Ver guías de tarifas de Aena y apartado 4.4 para mayor detalle sobre el cálculo de estos importes.

¹⁰⁴ Ver informes anuales de ambas sociedades.

Por último, resulta necesario estimar la evolución de los beneficios por pasajero a lo largo del periodo 2019-2043. Para ello se lleva a cabo una regresión lineal de esta magnitud tomando como muestra el periodo 1997-2019 para Aena, y extrapolando desde 2020 en adelante mediante la misma función. Para ANA, la muestra de resultados existentes es mucho menor (2011-2019) y se proyecta con la misma pendiente que para Aena, puesto que la regresión con datos de ANA arroja resultados muy optimistas.

En lo concerniente a la sostenibilidad del crecimiento del beneficio por pasajero a lo largo del tiempo cabe destacar la existencia de un crecimiento previsto importante para el pasaje, que puede lograr economías de escala, así como un desarrollo adicional de algunas líneas de negocio como la inmobiliaria. Este incremento de la rentabilidad justifica un aumento las externalidades positivas de cara al futuro, en línea con lo representado en la Figura 46

Figura 46 Evolución histórica esperada del beneficio por pasajero (Aena y ANA)



Fuente: elaboración propia a partir de Aena, ANA y Bankinter (2020). Nótese que se ha tenido en cuenta el impacto del COVID-19, cómo refleja el pico del año 2020 y la adaptación posterior. Los resultados de ANA para el periodo 2002-2010 son una extrapolación hacia el pasado con intención de dar continuidad a la serie en el gráfico.

Puertos

En el caso de los puertos de gestión estatal, la información se presenta desglosada por autoridad portuaria, lo que permite analizar las cuentas de explotación de cada autoridad portuaria de manera separada, aunque no diferenciar entre cada uno de los puertos que integran cada autoridad portuaria.

Además, se publican cada año las cifras del Fondo de Compensación Interportuario¹⁰⁵ (*FC*), que habría que restar a los resultados anuales publicados para cada una de las dos autoridades portuarias (*AP*): Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria. Por último, existen bonificaciones en las tasas portuarias al transporte interinsular canario, y al transporte marítimo de corta distancia¹⁰⁶.

Los resultados se basan en un promedio para los años 2016 y 2017, ya que existen fuertes divergencias entre ambos años.

$$\pi_{AP\ Santa\ Cruz} = \frac{BAI_{sc} - FC_{sc}}{UTM_{sc}} \approx 0,10 \frac{EUR}{UTM} \quad (68)$$

$$\pi_{AP\ Las\ Palmas} = \frac{BAI_{lp} - FC_{lp}}{UTM_{lp}} \approx 0,30 \frac{EUR}{UTM} \quad (69)$$

En el caso del ente público Puertos Canarios, *PCAN*, se toman las cuentas anuales publicadas en los presupuestos de la Comunidad Autónoma Canaria para el año 2018,

¹⁰⁵ Se trata de una redistribución de los beneficios del sistema portuario desde las autoridades es más rentables hacia las más deficitarias. En el caso de los puertos del Estado en canarias, las subvenciones recibidas se destinan a compensar la insularidad o la reducción de tasas aplicadas al transporte entre islas y con la Península.

¹⁰⁶ Ver apartado 4.4 para mayor detalle sobre el cálculo de tasas portuarias.

tomando el apartado “resultado del ejercicio” en las cuentas de explotación, como base del cálculo:

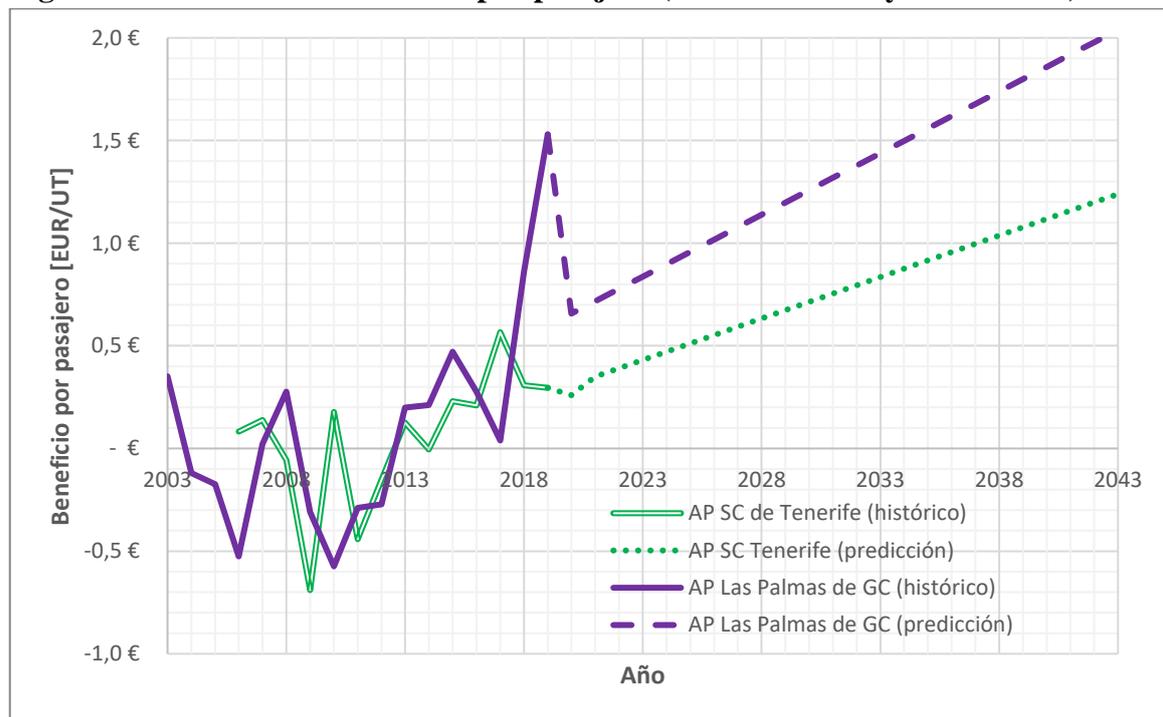
$$\pi_{PCAN} = \frac{BAI}{UTM} \approx 0,05 \frac{EUR}{UTM} \quad (70)$$

Para las autoridades portuarias de Azores (Portos dos Açores), Madeira (APRAM) y Cabo Verde (ENAPOR) se asumen unos beneficios de 0,2 EUR/UTM en base a niveles de tasas similares entre las diferentes sociedades gestoras de puertos.

$$\pi_{P.Azores} \approx \pi_{APRAM} \approx \pi_{ENAPOR} \approx 0,20 \frac{EUR}{UTM} \quad (71)$$

Las expectativas de beneficios de las autoridades portuarias de Las Palmas de Gran Canaria y Tenerife se estiman en base a los datos históricos, según se muestra en Figura 47.

Figura 47 Evolución del beneficio por pasajero (AP de Tenerife y Las Palmas)



Fuente: Elaboración propia a partir de Puertos del Estado. El efecto del COVID-19 es una estimación.

4.6. Valor del tiempo¹⁰⁷

Para los seres humanos el tiempo es un bien escaso que al que se asigna un cierto valor. A partir de esta aseveración, se puede discutir hasta qué punto el tiempo de viaje es un elemento por el que un consumidor o empresario están dispuestos a pagar un precio u otro. En este apartado se desarrolla una metodología para determinar el valor del tiempo de los usuarios del transporte en Canarias y en la región de Macaronesia. Su aplicación sería la determinación del coste generalizado para los consumidores, en el Apéndice 1, así como la estimación de los costes por congestión y retrasos.

Es posible que algunos turistas disfruten de algunas fases de su viaje en barco o en avión, aunque hay consenso sobre que, en promedio, el tiempo de viaje es una magnitud para minimizar. En los siguientes apartados se deducirá cuánto valora cada tipo de viajero la duración de cada fase de su viaje.

Para ello, este trabajo se apoya en las siguientes fuentes: el valor subjetivo del tiempo para el ámbito interinsular canario se analiza en González (1995) y Grisolia (2006), que trabajan con el trayecto Tenerife-Gran Canaria basándose en encuestas realizadas en los periodos 1992 y 2002-2003 respectivamente.

Ambos autores parten de fundamentos microeconómicos para determinar valores del tiempo. En sus trabajos se obtienen cantidades diferenciando por modo de transporte, fase del viaje y otras variables socioeconómicas como el motivo del viaje o el nivel de renta,

¹⁰⁷ Los resultados de aplicación del método desarrollado en este capítulo se encuentran en el Apéndice 1 por no formar parte del tronco de este trabajo.

constituyendo una rica base de partida. Sin embargo, estos estudios han quedado anticuados en cierta medida, no solo por los cambios macroeconómicos, sino también por las notables alteraciones que viene sufriendo el mercado desde que se prepararon las citadas publicaciones, para el trayecto Tenerife-Gran Canaria. En concreto cabe destacar

- La desaparición del *jet-foil*
- Implantación de la línea Santa Cruz-Agaete, e introducción de *fast-ferry* en esta línea
- Mejoras en el ferry *lento* en velocidad y frecuencia¹⁰⁸
- Cambios en la operativa del *fast-ferry*

Se podría considerar que en el periodo 2006-2018 las condiciones han sido bastante estables en las conexiones que unen las islas capitalinas.

Categorías del valor del tiempo

Para el viajero que se traslada por motivos de trabajo, el tiempo está relacionado con los costes laborales del trabajador, magnitud fácilmente obtenible. Asimismo, existe un valor subjetivo del tiempo (*VST*), variable que sería aplicable también a los demás pasajeros que viajan por diversos motivos, aunque con diferentes valores.

¹⁰⁸ De hecho, una de las conclusiones del trabajo de González (1995) es que un aumento de la velocidad del ferry lento atraería muchos pasajeros hacia este modo. Por motivos desconocidos, Trasmediterránea tomo en 1994 la decisión contraria, al asignar a la ruta dos buques más lentos (de la serie “Tritón”, con 15 nudos de velocidad de servicio) que los dos buques de la muy veterana serie “Delfín” que venían sirviéndola desde los años 70 (19 nudos). Más adelante, primero Fred Olsen a partir de 1999 y luego Armas desde de 2006, han venido incorporando una serie de buques mucho más veloces con los que ha logrado multiplicar el pasaje de la ruta.

El VST se puede descomponer en dos factores: por una parte, el coste de oportunidad del tiempo empleado en el viaje, por otra, la incomodidad asociada a cada fase del viaje. Esta incomodidad contemplaría también la incertidumbre asociada a la espera. Resulta difícil obtener ambos componentes de manera desglosada, por lo que aquí nos centraremos en la obtención de los valores globales.

En primer lugar, para atacar este problema habrá que diferenciar entre varios tipos de viajero. Vamos a contabilizar las varias categorías de viajeros atendiendo a los siguientes criterios:

- Motivo del viaje: Se considerará que un viaje se realiza bien por trabajo, o bien por otros motivos. Se asume que el viajero no residente lo hará solo por otros motivos.
- Medio de transporte: el avión y barco para el trayecto principal, así como taxi y el vehículo privado para el acceso.
- Fase del viaje: se distinguirán las siguientes fases del viaje:
 - Fases de acceso en transporte terrestre: viajero en taxi y conductor de vehículo privado, descartando como posibles los viajeros de autobús y los pasajeros, como acompañantes, de vehículo privado. Esta simplificación es coherente con el resto de las hipótesis asumidas para simplificar la tipología de accesos.
 - Fases de acceso dentro de la infraestructura *interfaz*: en función de los tiempos y distancias internas de cada uno de los puertos y aeropuertos canarios.
 - Fases de espera dentro de la terminal, en las que el que viaja por trabajo trabajará, si puede, y el que viaja en su tiempo de ocio, se dedica a entretenerse.

- Tiempo de viaje en el trayecto principal, que puede simplificarse como el tiempo total en el vehículo.

A partir del establecimiento de estas categorías, se han consultado las fuentes citadas para obtener unos valores que se adapten a la casuística aquí contemplada.

Los valores obtenidos por González (1995) y Grisolíá (2006) se asignan a los viajeros que en ese momento utilizan cada modo de transporte. En este trabajo, vamos a evaluar cómo valora un viajero tipo un viaje en cada una de las alternativas disponibles. Por ello, se recurrirá a los valores de otros trabajos para establecer los valores.

Influencia del motivo de viaje en la valoración del tiempo de viaje

Para simplificar la cuestión, en primer lugar, ha de asumirse que la mayoría de las horas de viaje por trabajo son remuneradas, lo cual es una mera aproximación. Es bien sabido que el tiempo de viaje no computa totalmente dentro de la jornada laboral, especialmente para los viajes de mayor duración. Pese a ello, se consideran los costes laborales medios, como el valor de la hora de viaje en el transporte.

La segunda cuestión es obtener cuánto valora un ciudadano su tiempo de viaje, VST, como fracción de sus ingresos. Las fuentes consultadas muestran una gran disparidad de valores. Por ello es importante determinar hasta qué punto son extrapolables los datos de la bibliografía.

La fuente con mejores posibilidades de trasplantar resultados es García-Álvarez (2016), que recopila información de trabajos realizados por instituciones del transporte. Por ejemplo, a partir de un estudio de ADIF de 2008, para el ferrocarril, el VST en ocio supone el 48% del VST en viajes por trabajo. Otro estudio de 2011 propone usar el 42%, mientras que otros autores lo sitúan en un 30%, o incluso en un 25% según De Rus et al. (2003).

Gwilliam (1997) recomienda utilizar el 30%. Por el contrario, González (1995) obtiene un 67%.

En este caso, se propone seguir a García Álvarez y tomar el valor propuesto por ADIF, del 42% para otros motivos distintos del trabajo:

$$VST_{otros} = 0,42 \cdot VST_{trab} \quad (72)$$

Influencia del modo de transporte en la valoración del tiempo de viaje

El modo de transporte, en función de su comodidad, influye en la precepción del viaje como pérdida de tiempo: viajar en avión permite realizar menos tareas que viajar en barco. No obstante, existen otros factores, como la meteorología o las preferencias individuales de cada pasajero. No deberían olvidarse los frecuentes mareos en la mar, así como el miedo a volar.

En lo tocante a la espera, según González (1995) y Grisolia (2006), el tiempo de espera en la estación marítima tiene un VST asignado superior al del aeropuerto. Esto se debe en gran medida a que las terminales marítimas cuentan con una oferta de servicios y comodidades para el pasajero menor que las que se pueden encontrar en un aeropuerto.

Por otra parte, el tránsito por el aeropuerto conlleva pasar un incómodo control de seguridad y hacer colas para embarcar en el avión, sin olvidar que aún han de hacer cola en el mostrador de facturación quienes hayan de facturar equipaje o no hayan logrado hacer el *check-in online*.

En cuanto al perfil del viajero, los citados autores obtienen valores en función del nivel de renta, así como la frecuencia de viaje del pasajero. En líneas generales, se asigna un mayor

estatus a viajar en avión frente al barco. Por ello, al viajero del avión se le suponen generalmente mayores ingresos y por tanto un VST mayor en condiciones *ceteris paribus*.

Sin embargo, este trabajo persigue estimar la valoración del tiempo para un mismo pasajero, que puede elegir viajar en una cualquiera de entre las alternativas disponibles. Por este motivo, habría de asumirse que el perfil del pasajero es el mismo para cada tipo de viaje, pudiendo variar solo por su lugar de residencia o su motivo de viaje. Hay que establecer unos viajeros tipo para el conjunto de la demanda entre los puntos a conectar, diferenciando solo entre aquellos que lo hacen por trabajo, aquellos que lo hacen porque son turistas (no-residentes), o porque viajan por otros motivos.

Esta consideración impide trasladar los resultados de González (1995) y Grisolíá (2006) a este trabajo, ya que ellos asignan unos VST habiendo efectuado previamente el *split* modal. En este trabajo, se procederá a reconstruir por una doble suma ponderada de los valores adaptados: en primer lugar, se pondera por los pesos de cada tipo de pasajero *pax* en una ruta *ij*, en segundo lugar, por los pesos de cada modo *mod* en cada conexión.

$$VST_{ij} = \sum_{mod} \left(w_{mod,ij} \cdot \sum_{pax} (w_{ij,mod,pax} \cdot VST_{mod,pax}) \right) \quad (73)$$

Los valores de $VST_{mod,pax}$ del modo *mod* se muestran de la Tabla 33 hasta la Tabla 35.

Los pesos $w_{ij,mod,pax}$, se conocen del apartado 2.5. Una vez obtenido este valor, cabe plantearse como se valora el tiempo de viaje por modo y tipo de pasajero, $VST_{mod,pax}$

Influencia de la fase del viaje en la valoración del tiempo de viaje

En el modelo empleado se diferencia por cada una de las fases del viaje y por modo de transporte.

Mohring (1971) obtiene diferencias entre valores de desutilidad para las fases del transporte en autobús urbano en EE. UU. Para Canarias, en comparación con el lugar de origen del estudio (Minnesota) la orografía hace más desagradable el caminar, aunque la climatología es más benigna, en general. Esto conlleva que en ninguno de estos casos sea realmente aplicable con seguridad a este trabajo. Sin embargo, se pueden extraer algunas conclusiones, que se traducen en la asunción de unos valores para este estudio.

- Esperas de pie y otros procesos: la desutilidad se puede considerar entre 1,7 y 3,6 veces mayor, que para Canarias se asumirá como 2, en línea con los juicios que hace Grisolia (2006).
- Tiempos de desplazamiento a pie: entre 1,3 y 2,8 el tiempo de viaje sentado, cuyo valor se asumirá como 2 también, también coherente con Grisolia (2006).

En un estudio efectuado por el Gobierno Británico¹⁰⁹ se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Viajar en el propio vehículo genera más desutilidad que viajar en taxi (VST_{taxi} un 30% menor)
- Viajar en el autobús genera más desutilidad que viajar en taxi (VST_{taxi} un 20-25% menor)

Ambas hipótesis se incorporarán a este trabajo.

¹⁰⁹ Publicado en García Álvarez (2016)

Landau (2015) basa su trabajo en una campaña de encuestas sobre el pasajero aéreo estadounidense. Permite asignar unos valores del tiempo según la fase del viaje, motivo de este y nivel de renta, las cuales se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29 Valor del tiempo por fase del viaje en avión en EE. UU

Valores 2013 [USD 2012]	Valor Tiempo Trabajo	Valor Tiempo Otros	Fracción valor: Otros/ Trabajo	Comparativa respecto a la fase de vuelo (Otros)	Comparativa respecto a la fase de vuelo (Otros)
Acceso	18,60	16,95	91%	36%	49%
Acceso terminal	33,85	26,00	77%	66%	74%
Facturación y control de seguridad	37,20	28,45	76%	73%	82%
Ir a puerta de embarque	32,25	22,85	71%	63%	65%
Espera en puerta	20,50	17,60	86%	40%	50%
Tiempo de vuelo	51,00	34,90	68%	100%	100%
Retrasos	286,30	123,30	43%	561%	353%
Acceso a recogida de equipajes	32,25	22,85	71%	63%	65%
Recogida de equipajes	37,20	28,45	76%	73%	82%

Fuente: Landau (2015)

Las diferencias de renta entre los pasajeros estadounidenses y los de este trabajo¹¹⁰ hacen difícil la adaptación directa de estos valores. Sin embargo, sí se extrapolarán las relaciones de la valoración del tiempo de viaje de cada una de las fases respecto del tiempo de vuelo.

Asimismo, se establece una adaptación del modo aéreo al modo marítimo estableciendo equivalencias entre fases del viaje y su duración. Más adelante se proponen valores para el transporte aéreo, contruidos en base a las proporciones obtenidas de Landau (2015)¹¹¹.

Antes de aportar valores al transporte marítimo, resulta importante relacionar estos valores con los obtenidos por González (1995) y Grisolia (2006). Para ello cabe realizar las

¹¹⁰ Que son por un lado los residentes canarios y, por otro, la media ponderada de una cesta de turistas.

¹¹¹ Ver Tabla 31 y siguientes.

siguientes afirmaciones para homogeneizar la metodología aplicada en modo aéreo frente al modo marítimo:

- Existen importantes variaciones del VST en el acceso, entre cada modo de transporte.
- Existen diferencias entre el acceso y el egreso
- La espera en las terminales marítimas se valora más negativamente que la espera en el aeropuerto
- La valoración según el modo de acceso no cambia si se va en barco o avión.
- El acceso a la terminal desde el vehículo tampoco varía.
- La facturación y control de seguridad no existen para el modo marítimo.
- Desplazarse a la puerta de embarque equivale a ir de la terminal hacia el barco.
- Espera en puerta de embarque se valora igual.
- Tiempo del trayecto principal se valora igual.
- Los retrasos se valoran igual.
- Acceso a recogida de equipajes es igual en ambos casos.
- La recogida de equipajes no varía.

Tiempos característicos de las fases en puertos y aeropuertos

A continuación, se presentan los tiempos que se asignan a los puertos y aeropuertos para cada una de las fases del viaje que transcurren en sus instalaciones. Para asignar los valores del tiempo característicos, se tiene en cuenta el tamaño y los recorridos típicos de cada aeropuerto. Como se puede observar en la Tabla 30, se diferencia para cada uno de los aeropuertos, mientras que para los puertos se consideran tiempos similares para todos ellos.

Tabla 30 Tiempo de acceso en minutos para puertos y aeropuertos

Fase del viaje	Aeropuertos								Puertos
	Tenerife-Norte	Tenerife-Sur	La Palma	La Gomera	El Hierro	Gran Canaria	Fuerteventura	Lanzarote	
Acceso	Según trayecto. depende de la distancia entre el origen/destino y las terminales.								
Acceso terminal	2	5	2	1	1	5	5	5	2
Facturación y Seguridad	10	10	10	5	5	10	15	10	5
Ir a zona de embarque	5	5	5	2	2	10	10	2	5
Espera en puerta de embarque	30	30	30	30	30	30	30	30	20
Tiempo Trayecto Principal	Según trayecto: depende de la duración del vuelo/travesía								
Retrasos	No se considera								
Acceso a recogida de equipajes	5	5	5	2	2	5	5	5	5
Recogida de equipajes y salida	10	10	10	5	5	10	10	5	5

Fuente: Elaboración propia. Esta tabla asigna a cada una de las fases del viaje unos tiempos característicos. Los tiempos de acceso dependen del trayecto entre el domicilio de origen y la terminal donde se accede al modo de transporte principal. El resto de los tiempos se estima en función de las características de los puertos y aeropuertos.

Influencia de la variación de la renta en la valoración del tiempo

Cabe preguntarse de qué manera varía al valor del tiempo cuando la renta del pasajero varía.

Esta cuestión es pertinente por dos razones:

- Los grupos de pasajeros considerados tienen diferentes niveles de ingresos medios
- Los trabajos anteriormente citados están basados en estudios hechos en regiones con diferentes rentas y resultados han de poder aplicarse a la Islas Canarias y demás archipiélagos.
- Dichos trabajos tienen una antigüedad y es necesario adaptarlos a los niveles de renta actuales, especialmente en el caso de González (1995), en el que las encuestas se efectuaron 26 años antes del año de referencia 2018.

Según Leboeuf (2014), la variación del valor del tiempo con la renta estaría acotada de la siguiente manera:

$$1 \leq \frac{\partial VST}{\partial m} \leq 1,4 \quad (74)$$

Esta expresión implica que, conforme aumenta el nivel de vida, también tiende a crecer el valor que asignamos a nuestro tiempo, y que puede hacerlo hasta un 40% más de lo que lo ha hecho la renta per cápita m . Conforme aumenta su poder adquisitivo, el consumidor dispone de un presupuesto mayor una vez cubiertas una serie de necesidades básicas. Por tanto, tiene mayor capacidad de gasto en otros bienes y está dispuesto a pagar un precio superior por ellos. Entre estos bienes secundarios se pueden contar el tiempo libre y comodidad de un viaje.

Por el contrario, Gwillian (1997) recomienda tomar valores entre 0,3 y 0,4, según estudios realizados en estados de la OCDE. En este caso se tomará el valor 0,4 para actualizar los valores desde el año de estudio, al año 2018, valor que es compatible con los cálculos efectuados por González (1995) y Grisolíá (2006), que diferencian entre los pasajeros según su nivel de ingresos. Este valor puede aplicarse a las variaciones de renta que se producen a lo largo del tiempo como entre los diferentes territorios. Para la adaptación de los tiempos de viaje a lo largo del tiempo se emplea el deflactor del PIB para España de Prados de la Escosura (2017).

Influencia de la longitud del viaje

García Álvarez (2016) hace una revisión de los valores del tiempo que deben tenerse en cuenta en estudios de transporte. La principal fortaleza de ese trabajo es que contiene datos recientes y recopila una buena cantidad de fuentes. Incluye los datos que se emplean

actualmente en la evaluación de proyectos ferroviarios y permite distinguir por motivo de viaje, y su clasificación.

Muchos de los estudios se han realizado para el Corredor Norte, con una renta disponible per cápita de 12.200€ de 2017, como promedio para Madrid, Castilla y León, Galicia, Asturias y Cantabria.

La renta disponible de Canarias supone un 73% de esa cifra, con lo que el valor del tiempo de viaje quedaría en el rango 89-100%, adaptándose el valor inferior que corresponde a una elasticidad de 0,4, tal y como se ha propuesto anteriormente.

De los valores mostrados para España en García Álvarez (2016), se obtiene valores promedios para las siguientes distancias y motivos de viaje, mostrados en la Tabla 31.

Tabla 31 Valor del tiempo según la distancia del viaje en EUR

Motivo del viaje	Corto	Medio	Largo	Heatco
Trabajo			27,95	32,00
Mixto	9,82	17,78	17,78	
Otros			13,33	15,68

Fuente: elaboración propia a partir de García Álvarez (2016). Los valores para Canarias se encuentran en la siguiente tabla.

Tanto para Heatco, en García Álvarez (2016), como para los viajes de larga distancia, el valor del tiempo de viaje por otros motivos se cuantifica en un 48% del valor del viaje por trabajo. Se asume que el ferrocarril tiene como alternativas el autobús, el vehículo privado y en otros casos, el avión, mientras que en Canarias sólo se puede escoger entre el barco y el avión. Se cree que los valores para el ferrocarril pueden ser más altos que para el conjunto del mercado de transporte, al ser el ferrocarril normalmente más caro que el autobús.

En este trabajo, tal y como se ha mostrado más arriba, en la Tabla 29 y la Tabla 30, la mayoría de los viajeros que se desplazan por trabajo son residentes canarios. Se asume que sus rentas varían poco entre rutas, manteniendo el mismo modo de transporte en cada ruta.

En el caso de aquellos pasajeros que viajan por otros motivos, puede haber diferencias más significativas según la ruta, ya que los turistas tienen, en promedio, mayor poder adquisitivo que residente canario medio. Además, su peso relativo sí varía de manera notable de una ruta a otra, tal y como se observa en la Figura 22.

No obstante, con el fin de no añadir complejidad adicional las hipótesis, se asumirá que este tipo de turista se encuentra siempre de vacaciones y no valora tanto el tiempo de viaje para los trayectos que realiza, que además es relativamente reducido.

En la Tabla 32 se adaptan los valores de la anterior Tabla 31 a los residentes en Canarias.

Tabla 32 VST para pasajero residente canario según la distancia y motivo

Motivo del viaje	Viaje corto [EUR]	Viaje medio [EUR]	Viaje largo [EUR]
Trabajo		24,87	24,87
Mixto	8,74	15,83	20,25
Ocio		7,46	11,86

Fuente: Elaboración propia a partir de García Álvarez (2016)

La consecuencia que se desprende de estos valores es que el valor del tiempo de viaje crecería con su duración, se valora más el tiempo empleado en un viaje de larga duración que en un viaje de menor duración, siempre a igualdad de los demás factores.

En el caso de Canarias, se asume que todos los trayectos son de medio recorrido, salvo el Fuerteventura -Lanzarote que es de corto recorrido. Se tomaría un valor cercano a los 25€/hora para el valor del tiempo de trabajo y otro cercano a los 7,50€/hora para el tiempo de ocio.

Estos valores nos aportan una referencia adicional para determinar el valor subjetivo del tiempo.

Adaptación al transporte canario

El siguiente paso es asignar valores para las diferentes fases del viaje. Se toman los porcentajes respecto del trayecto principal de la Tabla 29, basado en los valores de González (1995) y Grisolía (2006). Se puede observar que estos valores son compatibles con lo deducido a partir del estudio de García Álvarez (2016).

El pasajero de negocios valora su tiempo de viaje entre los 10 y 38 euros frente a los 25 de la Tabla 32, asumiendo que el ferrocarril es similar al avión y el *fast-ferry*, dejando el ferry lento como alternativa para viajeros con un menor poder adquisitivo, según lo expuesto por González (1995) y Grisolía (2006)

En lo que concierne al pasajero que viaja por ocio, los valores oscilan entre los 26 y los 5 euros frente a los 7,5 de la Tabla 32; tal y como se muestra en la Tabla 33 para el avión, la Tabla 34 para el *fast-ferry* y la Tabla 35 para el ferry convencional

Tabla 33 Valor del tiempo: avión en función de la fase del viaje y tipo de viajero.

Tipo de viajero	Valor del tiempo para viajes en avión				
	Acceso-Taxi	Acceso-Privado	Tránsito	Espera	Viaje
Trabajo	8,45 €	10,14 €	75,91 €	8,17 €	37,95 €
Otros	5,83 €	7,00 €	52,38 €	5,64 €	26,19 €
No residentes	7,58 €	9,10 €	68,09 €	7,33 €	34,04 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 34 Valor del tiempo: fast-ferry en función de la fase del viaje y tipo de viajero.

Tipo de viajero	Valor del tiempo para viajes en <i>fast-ferry</i>				
	Acceso-Taxi	Acceso-Privado	Tránsito	Espera	Viaje
Trabajo	5,63 €	6,75 €	21,44 €	14,45 €	10,72 €
Otros	3,88 €	4,66 €	14,79 €	9,97 €	7,40 €
No residentes	5,05 €	6,05 €	19,23 €	12,96 €	9,62 €

Fuente: elaboración propia

Tabla 35 Valor del tiempo: avión en función de la fase del viaje y tipo de viajero.

Tipo de viajero	Valor del tiempo para viajes en ferry convencional				
	Acceso-Taxi	Acceso-Privado	Tránsito	Espera	Viaje
Trabajo	4,21 €	5,05 €	15,62 €	14,45 €	7,81 €
Otros	2,91 €	3,49 €	10,78 €	9,97 €	5,39 €
No residentes	3,78 €	4,53 €	14,01 €	12,96 €	7,00 €

Fuente: elaboración propia

Nótese que el valor de la renta cambia según el trayecto. En el caso de los turistas, se asume la renta media ponderada según una cesta de turistas particular para Canarias, para el año 2017. Se ha podido comprobar que el valor de la renta ponderada difiere poco entre islas.

Nota sobre los costes derivados de la congestión de las infraestructuras

Los costes de congestión se determinan en función de la demora media que hay en un trayecto debido a la congestión en la red viaria y puertos y aeropuertos. En el caso del transporte aéreo y marítimo, son pocos los días en los que hay retrasos importantes y cancelaciones de vuelo.

En Canarias éstas se deben mayormente a la meteorología y no a la congestión. Por este motivo se pueden considerar muy pequeños estos costes. Sin embargo, queda fuera de los objetivos de esta Tesis Doctoral.

Los costes derivados de la congestión son muy importantes para algunos trayectos en las islas Tenerife¹¹² y Gran Canaria, debido las largas colas que se forman en varios puntos de las carreteras de estas islas en las mañanas de los días laborables. Los valores del tiempo

¹¹² Se trata de la carretera TF-5 en sentido La Laguna, desde el Sauzal; la TF-1 desde San Isidro hasta Las Américas, la GC-1 desde Telde hacia Las Palmas. Estos atascos afectan a unas 200.000 personas cada día, aunque solo una pequeña proporción de ellos sean los pasajeros sujetos en este trabajo.

estimados en el apartado 4.6 son una buena base de partida. Es necesario conocer con detalle las características del tráfico viario en las carreteras canarias para poder estimar correctamente las demoras medias, quedando para futuros trabajos la cuantificación de estos costes.

4.7. Consideraciones finales

En este largo capítulo se han deducido y obtenido valores para cuantificar los efectos externos directos del transporte sobre el bienestar de la sociedad, intentando considerar el máximo número de efectos manteniendo el grado de complejidad limitado.

Se ha logrado cuantificar el impacto de las emisiones de gases, contaminación acústica, efectos aguas arriba y abajo, accidentalidad, subvenciones y beneficios de los explotadores de las infraestructuras. Además, se ha obtenido el valor subjetivo del tiempo, VST, aunque no se efectúa su aplicación en la determinación de los costes de la congestión. En el Apéndice 1 se muestran los resultados del VST estimados para cada ruta, junto con la estimación del coste generalizado.

Los valores obtenidos, considerados para cada uno de los trayectos involucrados, se aplican en el análisis coste-beneficio que se lleva a cabo en el próximo capítulo, además de la aplicación al cálculo de coste generalizado mencionada en el párrafo anterior.

Capítulo 5

Rentabilidad social y financiera del transporte

Para evaluar si la demanda y el coste finales de la puesta en funcionamiento del presente proyecto de inversión justifica el llevarlo a cabo, por una parte se desarrolla y aplica un análisis coste-beneficio (ACB) que, con algunas hipótesis simplificadoras, relaciona los posibles beneficios sociales de la racionalización del transporte entre las Islas Canarias, así como entre los archipiélagos de la región macaronesia, con las previsiones de demanda y costes. Por otra, una vez estudiada la rentabilidad social, se lleva a cabo un análisis de viabilidad financiera desde el punto de vista de los productores.

Los apartados anteriores proporcionan los valores de entrada para el cálculo: las funciones de demanda o la definición de una serie de externalidades, y la cuantificación de sus efectos sobre el bienestar. El tercer elemento del mercado necesario para el análisis que se lleva a cabo en esta sección es la oferta. Para ello es necesario conocer antes la estructura de costes de la empresa. Estos elementos se obtienen después de analizar la configuración del mercado.

Conocidos todos estos elementos se realiza una discusión de los resultados obtenidos acerca de la viabilidad de cada una de las conexiones analizadas.

5.1. Consideraciones previas

Se va a utilizar el análisis coste-beneficio para analizar la rentabilidad social del proyecto. Se supone que un proyecto es socialmente rentable cuando su valor social presente descontado o valor actual neto social (VAN_s) es positivo. Considerando los beneficios (BS) y costes (CS) sociales, más el coste de la inversión inicial del proyecto, todo lo cual se debe valorar al coste social de oportunidad, el VAN_s de un proyecto viene dado por la siguiente expresión:

$$VAN_s = -I_0 + \sum_{t=1}^{NP} \frac{BS_t - CS_t}{(1 + \rho)^t} \quad (75)$$

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; ρ 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 estará entre la llamada variación equivalente y la variación compensatoria, cuyo 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, o 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 variable, o el área comprendida entre los costes marginales y los ingresos medios.

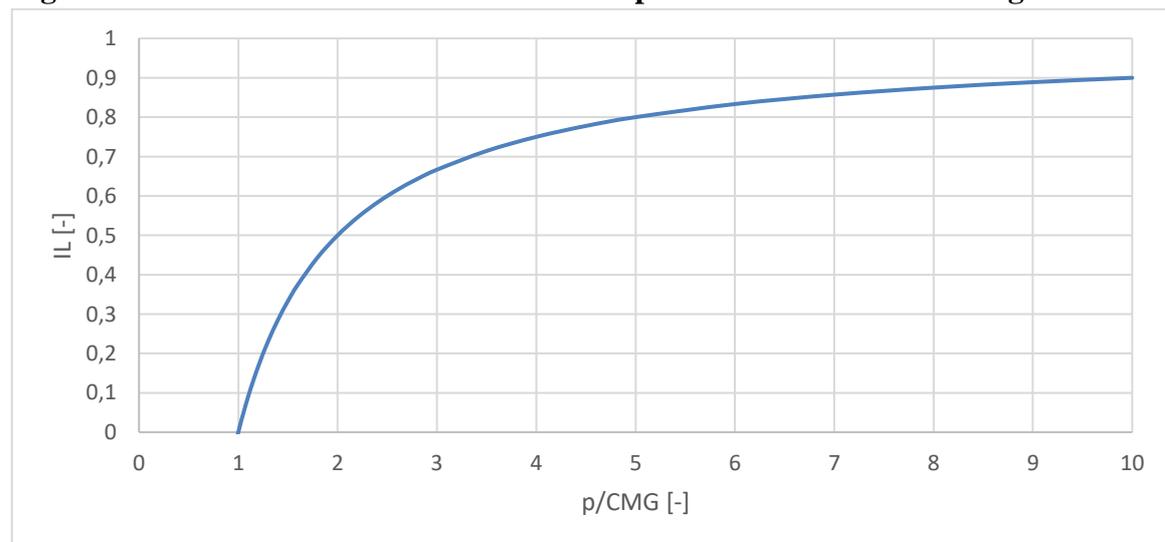
5.2. Estructura del mercado

En este caso, tanto en el transporte de pasajeros como en el de mercancías, entre los pares de islas de Canarias concurren en cada tramo fundamentalmente entre una y cuatro empresas, dos de las cuales llevan a cabo el transporte aéreo y las otras dos el marítimo. De esta forma, entre las Islas Canarias compiten las compañías tal y como se indica en la Tabla 36. En ella se muestran, además de las empresas que hay en cada ruta, el índice de Lerner IL , que es un indicador que sirve para medir cuánto se acercan los precios a los que se darían en un escenario de competencia perfecta.

$$IL = \frac{p - CMG}{p} \quad (76)$$

Donde. p es el precio del pasaje y CMG el coste marginal. En la Figura 48 se observa su evolución la ratio precio-coste marginal.

Figura 48 Índice de Lerner IL en función del precio relativo al coste marginal



Fuente: elaboración propia. El índice toma valor nulo cuando el precio es igual al coste marginal y va tendiendo asintóticamente a la unidad según va creciendo el precio. Si el precio duplica el coste marginal el índice de Lerner toma el valor 0,5.

En la Tabla 36 se calcula el índice para el modo aéreo en pasajeros y para el modo marítimo, combinado pasajeros y vehículos, y también para el transporte de mercancías¹¹³.

Tabla 36 Operadores por ruta e Índice de Lerner *IL* (Canarias, año 2018)

Conexión	Modo Aéreo			Modo Marítimo			
	Operadores	<i>IL_{pax}</i>	OSP	Operadores	<i>IL_{pax}</i>	<i>IL_{carga}</i>	OSP
Tenerife-La Palma	Binter	0,70	Sí	Fred. Olsen	0,53	0,72	No
	Canaryfly	0,79		Armas	0,60	0,74	
Tenerife-El Hierro	Binter	0,58	Sí	Armas	0,69	0,78	Sí
	Canaryfly	0,49					
Tenerife-La Gomera	Binter	0,83	Sí	Fred. Olsen	0,77	0,78	No
		Armas		0,86	0,84		
Tenerife-Gran Canaria	Binter	0,83	Sí	Fred. Olsen	0,07	0,42	No
	Canaryfly	0,81		Armas	0,04	0,48	
Tenerife-Fuerteventura	Binter	0,64	Sí	Armas**			
	Canaryfly	0,51					
Tenerife-Lanzarote	Binter	0,71	Sí	Armas**			
	Canaryfly	0,64					
Gran Canaria-La Palma	Binter	0,67	Sí				
Gran Canaria-El Hierro	Binter	0,82	Sí				
	Canaryfly *						
Gran Canaria-La Gomera	Binter *		Sí				
Gran Canaria-Fuerteventura	Binter	0,73	Sí	Fred. Olsen	0,20	0,43	No
	Canaryfly	0,67		Armas	0,77	0,80	
Gran Canaria-Lanzarote	Binter	0,54	Sí	Armas	0,02	0,11	No
	Canaryfly	0,48					
La Palma-La Gomera			No	Fred. Olsen*	0,94	0,96	No
				Armas *	0,93	0,96	
La Palma-Fuerteventura	Binter *		No				
La Palma-Lanzarote	Binter *		Sí				
La Gomera-El Hierro			No	Armas *			No
Fuerteventura-Lanzarote			No	Fred. Olsen	0,93	0,95	No
				Armas	0,95	0,95	
				Romero	0,19	N/A	

*Estacional

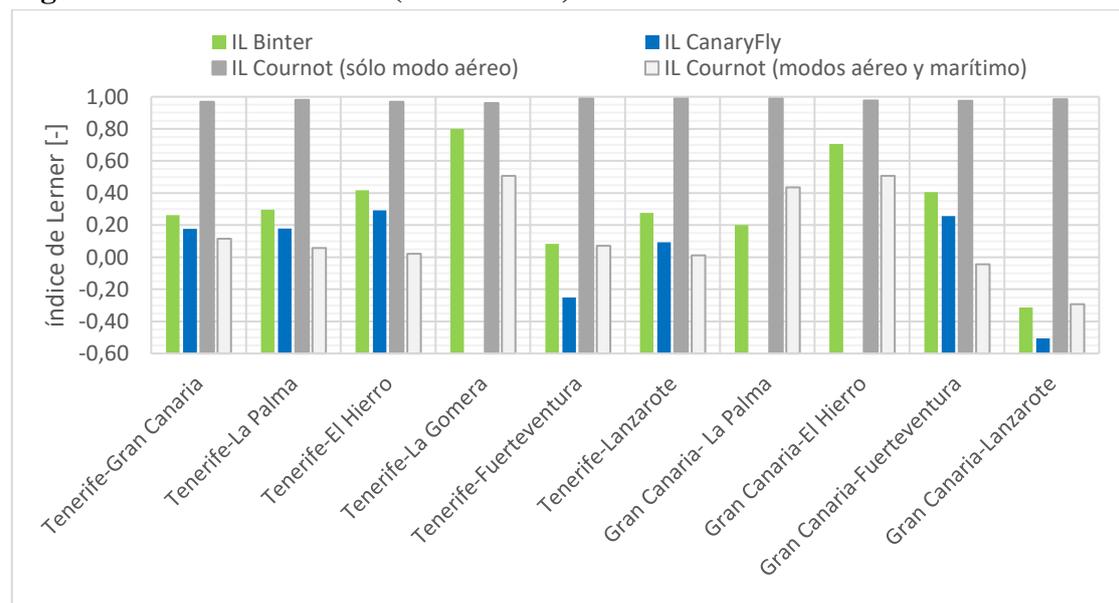
** El barco hace escala en uno o más puertos antes

Fuente: elaboración propia a partir de las tarifas observadas en las webs de los operadores y de Delgado-Aguilar, G. y Hernández-Luis J.A. (2019) para los precios. Los costes marginales se han obtenido en el apartado 5.3. *IL* representa el índice de Lerner. La columna OSP marca sí la conexión está considerada como Obligación de Servicio Público (OSP) independientemente de que se subvencione directamente a la compañía o no. Cuando una ruta es declarada OSP, esta puede ser objeto de regulación o de subvenciones por parte de las autoridades.

¹¹³ Binter y Canaryfly tienen a priori precios similares, siendo Canaryfly algo más barata. No obstante al no disponer de información de precios medios, sino de las tarifas publicadas en la web estaríamos haciendo una mera aproximación. En caso del barco, el fast ferry resulta algo más caro que el ferry convencional aunque la diferencia no es alta.

El modo aéreo parece tener para el transporte de pasajeros unos precios más alejados de la competencia perfecta que el modo marítimo, tal y como se observa en la Figura 49. Esto se puede explicar con el menor grado de competencia a que se haya sometido el avión; donde Canaryfly oferta un número de asientos muy inferior a Binter en la mayoría de las conexiones, diferencia que se añade a la potente fuerza de la marca de esta última. En esta misma figura se observa que las tarifas suelen quedar entre el Índice de Lerner para un modelo de equilibrio de Cournot¹¹⁴, contando el número de empresas que operan en el modo aéreo, y el que correspondería si se considerasen las empresas que operan para ambos modos. Asimismo, cabe destacar casi todas las rutas aéreas se hayan sometidas a una OSP que fija tarifas máximas y número de asientos ofertados mínimo¹¹⁵.

Figura 49 Índice de Lerner (modo aéreo)



Fuente: elaboración propia. Se comparan los índices de Lerner de los operadores con los de Cournot en el caso de considerar ambos modos aéreo y marítimo o solo el modo aéreo.

¹¹⁴ Ver pág. 208.

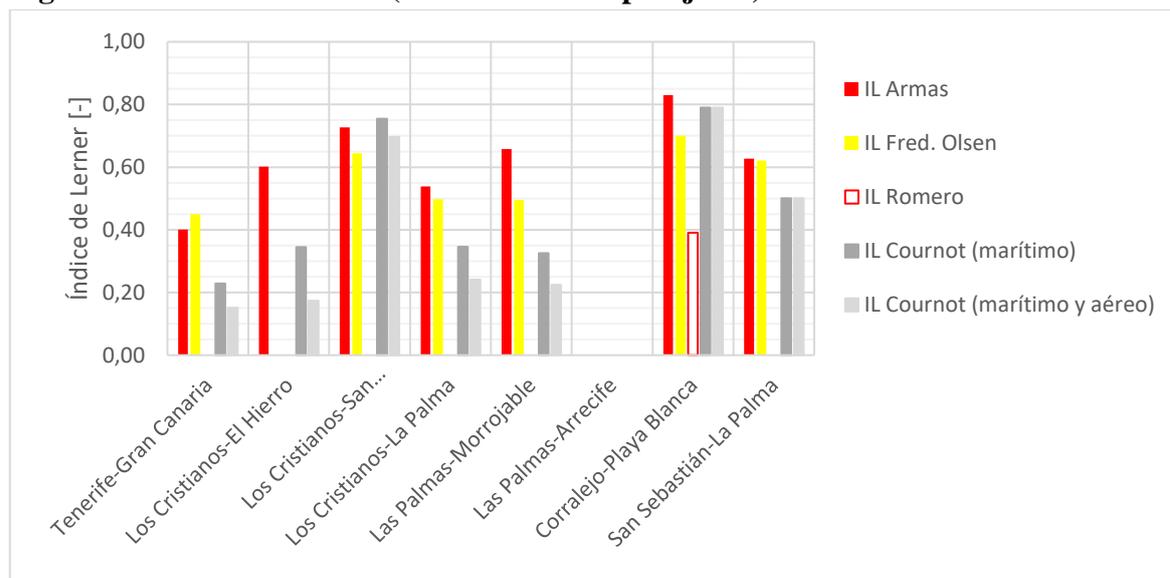
¹¹⁵ Estas tarifas máximas parecen ser suficientemente elevadas como para permitir que la aerolínea opere muy por encima de los costes marginales estimados.

Al existir una fuerte subvención al pasajero las diferencias de precios son relativamente pequeñas. Por ejemplo, una diferencia de 10 EUR entre dos operadores queda reducida a aproximadamente 3 EUR tras aplicar el descuento a residentes, limitando el incentivo para volar con la otra empresa. Además, no se puede concluir que en aquellas rutas con un solo operador el valor de índice sea siempre superior a las conexiones donde trabajan las dos aerolíneas.

En el modo marítimo, Figura 50, se ha incluido en el precio del pasaje el transporte de un vehículo según las proporciones pasajeros-vehículo, con datos de 2018. Los valores del Índice de Lerner son en general iguales o superiores que para ambos modelos de Cournot, llegando el trayecto Las Palmas-Arrecife, donde el barco compite intensamente con el avión, a ofrecerse a un precio cercano al coste marginal.

El Corralejo- Playa Blanca, donde no compite el avión, ofrece los valores más altos del índice. Sin embargo, el operador Romero ofrece precios bastante menores a los otros dos, posiblemente porque no permite transportar vehículos en el barco.

Figura 50 Índice de Lerner (modo marítimo pasajeros)

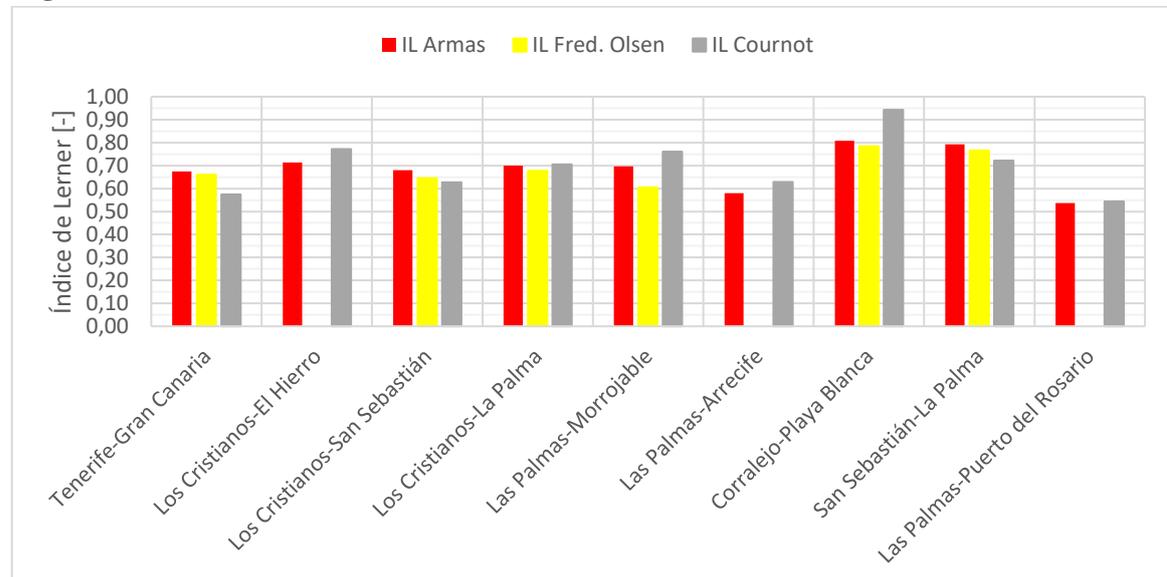


Fuente: elaboración propia. Se compara los índices de Lerner de los operadores con los de Cournot en el caso de considerar ambos modos aéreo y marítimo (2 modos) o solo el modo aéreo (1 modo). Datos de 2018.

Por otro lado, cabe destacar que en la mayoría de los casos, las características de los barcos son diferentes entre sí, generando una falta de homogeneidad en el producto. El barco de Fred. Olsen es en general más rápido y, por tanto, caro de operar que el de Naviera Armas; ante tarifas similares. El Índice de Lerner de Fred. Olsen es inferior al de Armas, lo cual se observa bien en la figura anterior.

En el caso de la carga, se observa que el valor del índice es superior, algo que podría explicar la inexistencia del modo aéreo como alternativa realista. Debemos destacar que los precios se encuentran varias veces por encima del coste marginal estimado, con lo que estamos lejos de un caso de competencia perfecta, tal y como se observa en la Figura 51. En ella se observa que el precio se acerca o supera al del equilibrio de Cournot.

Figura 51 Índice de Lerner (marítimo mercancías)



Fuente: elaboración propia. Se compara los índices de Lerner de los operadores con los de Cournot en el caso de considerar ambos modos aéreo y marítimo (2 modos) o solo el modo aéreo (1 modo).

Entre los archipiélagos que conforman la región de Macaronesia, el número de empresas se reduce en la práctica a entre una y dos que puedan competir de forma efectiva, como

máximo. En la Tabla 37 se observa qué empresas vienen operando entre los archipiélagos. El índice de Lerner es en este caso menos fiable al ser la información de precios más escasa; los precios para cada ruta han sido más difíciles de estimar. Hecha esta salvedad, cabe destacar que el valor de índice es para la carga marítima es algo superior a lo mostrado en la tabla anterior para las islas Canarias. Sin embargo, en el caso del transporte aéreo, los valores son más bajos y se acercan más a la competencia perfecta, como es el caso del Canarias-Cabo Verde (0,04), seguido del Canarias-Azores (0,06) mostrando que el poder de mercado del operador es en este caso reducido. En varios casos, los porcentajes de tránsito con terceros destinos son significativos, y no se ha incluido información sobre el otro trayecto del viaje.

Tabla 37 Operadores por ruta e Índice de Lerner IL (Macaronesia, año 2018)

Conexión	Modo Aéreo		Modo Marítimo		
	Operadores	IL_{pax}	Operadores	IL_{pax}	IL_{carga}
Canarias-Madeira	Binter	0,51	Grupo Sousa con Armas *		0,82
Canarias-Azores	SATA	0,06	N/E		
Canarias-Cabo Verde	Binter Grupo Tui**	0,03	Boluda*** (solo mercancías)		0,78
Madeira-Azores	SATA	0,16	Grupo Sousa (solo mercancías)		0,81
Madeira-Cabo Verde					
Azores-Cabo Verde	SATA	0,26			

Fuente: elaboración propia. * estacional (y de manera intermitente en el tiempo). ** y posiblemente otras más, ligadas a paquetes vacacionales *** La operativa del Grupo Sousa entre la Península Ibérica, Canarias y Cabo-Verde, podría ser probablemente posterior al año 2018.

A la vista de lo expuesto, se puede considerar entonces que, para cada tramo, la estructura de mercado se podría asimilar para Canarias a un duopolio u oligopolio, 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 de mercancías). En el caso de la región macaronesia en algunos casos existe

monopolio, mientras que en el Canarias- Cabo Verde habría un oligopolio si se contasen las aerolíneas europeas que agregan sus viajeros en los aeropuertos canarios, aunque los precios cuentan con un margen inferior.

Desde este punto de vista consideraremos en esta investigación que la competencia en este mercado es imperfecta, siendo, en el corto plazo más cercano al modelo de competencia de Cournot y solo en el largo plazo del tipo equilibrio de Bertrand (1883), donde las empresas se enfrentan a un sólo mercado, es decir, a la misma curva de demanda de mercado.

El equilibrio del modelo de Bertrand para dos empresas, 1 y 2, se obtiene cuando los precios que imponen ambas empresas interdependientes terminan igualándose simultáneamente a un mismo coste marginal¹¹⁶: $p_1 = p_2 = CMG$. Por lo tanto, la solución de Bertrand coincide con la de un mercado de competencia perfecta en el que sólo hay dos empresas.

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, añadiendo un margen que se toma a partir de los precios medios observados, 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 modificado tiene la ventaja de aproximarse al equilibrio de un mercado competitivo, en el que los precios tienden a reflejar el coste de oportunidad ya que se hacen coincidir con los costes marginales más un margen conocido.

¹¹⁶ En la tarificación óptima del transporte el precio generalizado debe igualar al coste marginal social, y en ausencia de congestión el precio debe igualarse al coste marginal del vehículo y de la infraestructura.

En el caso del equilibrio de Cournot, las empresas compiten en cantidades y el precio de equilibrio viene determinado por el número de empresas N que compiten según la expresión

$$p_1 = p_2 = \frac{a+CMG \cdot N}{N+1}. \text{ El precio } p \text{ es mayor que el coste marginal } CMG \text{ y solo se igualará}$$

a este cuando el número de empresas sea infinito. a representa la ordenada en el origen de la función inversa de demanda.

En la estructura de mercado mencionada están definidas las curvas de oferta y demanda, y se puede aproximar el beneficio o excedente social (BS) por la suma de los excedentes de los consumidores y de los productores: $BS = EC + EP$ en un mercado donde q es el número pasajeros-kilómetros o toneladas-kilómetros anuales transportados en la línea a cubrir por las unidades de transporte de pasajeros y mercancías, y 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 deben calcular los precios sombra que reflejen el valor de los costes marginales.

Con el objeto de simplificar el cálculo del excedente social, supongamos ahora 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 las islas o los archipiélagos considerados se ha llevado a cabo mediante el ajuste y calibración de los modelos de gravedad del apartado 3.5. Con respecto a la extracción de las funciones de demanda, suponemos que existen tres tipos de demandas relacionadas con el tráfico entre las islas/archipiélagos: 1) la de los consumidores residentes; 2) la de los consumidores turistas, y 3) la demanda de tráfico de mercancías. La demanda de transporte de vehículos en régimen de pasaje se diluye en la demanda de pasaje para el caso marítimo considerando el vehículo como un suplemento, tal y como se expresa en las ecuaciones (93) y (96).

5.3. Estimación de la función de oferta

La función de oferta es el otro elemento indispensable para la implementación del análisis coste-beneficio planteado. Relaciona el precio de venta de un producto con la cantidad ofrecida en el mercado.

En el modelo de equilibrio de competencia perfecta, la parte creciente de la función de costes marginales sería igual a la función de oferta. En el modelo de equilibrio de Bertrand con producto homogéneo, la solución de este tiende a la de competencia perfecta.

Sin embargo, los datos disponibles muestran que las empresas aplican márgenes sobre sus costes marginales en los mercados que estamos analizando. Estaríamos, pues, ante un caso más cercano al equilibrio de Cournot en el corto plazo que al de Bertrand, que sería la solución ideal a largo plazo.

Con las debidas precauciones, se podría asumir que la línea de puntos de oferta se obtendría a partir de la curva de costes marginales, con aplicación de un coeficiente multiplicador mayor o igual que la unidad, tomado el valor unitario solo en caso del equilibrio de Bertrand u otro valor mayor para el corto y el medio plazo.

Para ello, en primer lugar, se ha de obtener una función de costes que de penda de una magnitud que serán las unidades de tráfico aéreo y marítimo multiplicado por el número de kilómetros. En el caso del transporte marítimo se obtiene tal y como se indica más adelante.

Para el transporte aéreo se asume que una tonelada métrica de carga equivale aproximadamente a diez pasajeros. En este medio de transporte el peso es uno de los determinantes de coste importantes, a la vez que un pasajero con su equipaje se puede

asimilar a unos 100 kg de carga de pago aproximadamente. Las cantidades transportadas q_{ij} se homogenizan en esta unidad de transporte aéreo.

$$(q_{ij} \cdot d_{ij})_{Aéreo} = (q_{ij}^{pax} + q_{ij}^{carga} / 100) \cdot d_{ij} \cdot N_{viajes}^{ij} \quad (77)$$

Donde q_{ij}^{pax} son los pasajeros transportados y q_{ij}^{carga} , la mercancía transportada expresada en kg. Se trata de una magnitud cantidad-distancia expresada frecuentemente en toneladas-km (tkm) para el caso de la carga o pasajeros-km (pkm) para el caso de la mercancía, usuales en el mundo del transporte y que combinan tanto los volúmenes transportados como la distancia: en este trabajo se expresan como el producto de la cantidad q por la distancia d : $(q_{ij} \cdot d_{ij})$.

En el caso del transporte marítimo la equivalencia es diferente. Se asume que un pasajero con equipaje pesa aproximadamente cerca de 100 kg mientras que un vehículo pesa algo más de 1000 kg. Sin embargo, el espacio disponible en buque, para 10 pasajeros es mayor que el necesario para un vehículo. Por este motivo, se ha optado por hacer una equivalencia de que un pasajero equivale a un vehículo de turismo. Por otra parte, se asimilarán a una tonelada métrica de carga también. Así, la unidad homogenizada para el transporte marítimo será:

$$(q_{ij} \cdot d_{ij})_{Marítimo} = (q_{ij}^{pax} + q_{ij}^{veh} + q_{ij}^{carga}) \cdot d_{ij} \cdot N_{viajes}^{ij} \quad (78)$$

Donde q_{ij}^{pax} son los pasajeros transportados, q_{ij}^{veh} , los vehículos y q_{ij}^{carga} , la mercancía transportada, expresada en toneladas o toneladas. d_{ij} es la distancia entre i y j , y N_{viajes}^{ij} el número de viajes entre ambos puntos. Se consideran tres empresas transportistas en

Canarias, que son Armas, Fred. Olsen y Binter¹¹⁷. Para cada uno de los trayectos en que operan se estiman los costes anuales, con lo que se obtiene una función de costes en función del número de unidades transportadas. El coste marginal para la empresa emp se ha determinado a través de esta expresión para ambos modos de transporte:

$$cmg_{emp} = \frac{\partial C_{emp}}{\partial (d \cdot q_{emp})} \quad (79)$$

En la ecuación (79), cmg_{emp} es el coste marginal de la empresa emp , calculado como la derivada de los costes de la empresa emp , C_{emp} ; con respecto a las cantidades-kilómetro transportadas por la empresa emp , $(d \cdot q_e)$.

La variación de los costes con la cantidad-distancia transportada $\partial C_{emp} / \partial (d \cdot q_{emp})$, se calcula en su forma discreta para los elementos $i = 1, 2, \dots, I$. La dependencia de los costes marginales cmg con las cantidades transportadas como una función lineal con ordenada en el origen ς_{emp} y tiene pendiente χ_{emp} .

$$cmg_{emp} = \varsigma_{emp} + \chi_{emp} \cdot (d \cdot q)_{emp} + \varepsilon \quad (80)$$

Se obtiene así la curva de coste marginales para cada una de las tres empresas, sin distinguir para cada uno de los trayectos considerados en este trabajo. El siguiente paso para aplicarlo a un trayecto determinado es relacionarlo con la distancia del trayecto d_{ij} : Para ello:

$$CMG_{emp,ij} = \frac{\partial C_{emp}}{\partial q_{emp}} = \frac{\partial C_{emp}}{\partial (d_{ij} \cdot q_{emp})} \cdot \frac{\partial (d_{ij} \cdot q_{emp})}{\partial q_{emp}} = cmg_{emp} \cdot d_{ij} \quad (81)$$

¹¹⁷ En el modo aéreo han existido competidores de Binter siempre con una cuota de mercado reducida y cuya presencia a lo largo del tiempo ha oscilado mucho. Así, se asume que hay un solo operador que efectúa todos los vuelos entre islas. También en el caso de transporte marítimo se ha ignorado el peso marginal de Trasmediterránea y de otras empresas.

Quedando la curva de costes marginales de la empresa *emp* en función de las cantidades transportadas entre *i* y *j*:

$$CMG_{emp,ij} = g_{emp,ij} + h_{emp,ij} \cdot q_{emp,ij} \quad (82)$$

$$g_{emp,ij} = \zeta_{emp} \cdot d_{ij} \quad (83)$$

$$h_{emp,ij} = \chi_{emp} \cdot d_{ij}^2 \quad (84)$$

Donde g_j y h_{ij} resultan de multiplicar ζ y χ por la distancia d y su cuadrado respectivamente. El modelo empleado trata de reproducir la estructura de costes de una compañía aérea y de una naviera. Contempla la amortización y el mantenimiento del vehículo, los costes laborales de la tripulación, el combustible, las tasas portuarias, aeroportuarias y de navegación, unos costes generales, un coste por pasajero, vehículo y tonelada de carga transportados.

En caso del modo aéreo se emplean las siguientes fuentes:

- Para el consumo de combustible en cada trayecto, se usa la metodología simplificada propuesta en ICAO (2014)
- Los datos técnicos de las aeronaves se obtienen de Daly (2009) y Jackson (2018)
- Las tasas aeroportuarias son las publicadas por Aena, de igual manera que las de navegación de aérea de Enaire, tomando los datos de 2015, sin grandes variaciones desde entonces.
- Los costes de tripulación se estiman en base a valores típicos del sector, Doganis (2004) y Pindado Carrión (2006), aplicados a las Islas Canarias.
- Los costes por pasajero y generales en base a valores típicos del sector, con las fuentes anteriores.

En el modo marítimo se acude a estas referencias:

- Para el consumo de combustible se emplea la metodología propuesta en Enertrans (2008)
- Los datos técnicos de los vehículos para ello se obtienen de los fabricantes de buques y de sus plantas energéticas y otras fuentes especializadas en el medio marítimo
- Las tasas portuarias se obtienen de la información publicada por Puertos del Estado y por Puertos Canarios, también para el año 2015, siendo su evolución desde entonces pequeña.

Las pendientes de las curvas de costes marginales para cada empresa se observan en la Tabla 38, mientras que en la Tabla 39 se muestran sus ordenadas en el origen.

Tabla 38 Pendientes χ de la curva de costes marginales

χ Armas	χ Fred. Olsen	χ Romero	χ Binter	χ SATA
0,00000000356	0,00000000445	0,000000336	0,00000000085	0,00000000085

Fuente: elaboración propia. Las unidades son [EUR/unidad-km transportada]. Para SATA se han tomado los datos de Binter a modo de aproximación.

Tabla 39 Ordenada en origen ζ en la curva de costes marginales

ζ Armas	ζ Fred. Olsen	ζ Romero	ζ Binter	ζ SATA
0,15	0,13	0,20	0,10	0,10

Fuente: elaboración propia. Las unidades son [EUR/km]. Para SATA se han tomado los datos de Binter a modo de aproximación.

Como se ha mostrado en la ecuación (81), la curva de costes de las empresas ha de adaptarse a cada uno de los trayectos y se multiplican los coeficientes por la distancia entre cada ruta entre i y j servida por la empresa emp :

$$CMG_{emp,ij} = cmg_{emp} \cdot d_{emp,ij} \quad (85)$$

Finalmente, para obtener la curva de costes marginales entre i y j para todo el mercado se procede a agregar las funciones de costes marginales de cada empresa mediante suma horizontal:

$$CMG_{ij} = \sum_{horizontal} CMG_{emp,ij} = \frac{\sum_{emp} \frac{g_{emp,ij}}{h_{emp,ij}}}{\sum_{emp} \frac{1}{h_{emp,ij}}} + \frac{1}{\sum_{emp} \frac{1}{h_{emp,ij}}} q_{ij} \quad (86)$$

De (89) se deduce que habría unos coeficientes de la línea de puntos de oferta del mercado g_{ij} y h_{ij} que se se obtienen a partir de los de las empresas que participan de este, de la siguiente manera:

$$g_{ij} = \frac{\sum_{emp} \frac{g_{emp,ij}}{h_{emp,ij}}}{\sum_{emp} \frac{1}{h_{emp,ij}}} \quad (87)$$

$$h_{ij} = \frac{1}{\sum_{emp} \frac{1}{h_{emp,ij}}} \quad (88)$$

La senda de los puntos de oferta $p_{ij}(q_{ij})$ se puede obtener multiplicando la función de costes marginales por un parámetro $\mu_{ij} \geq 1$, que en el caso del equilibrio de Bertrand tomaría valor unitario. El parámetro μ_{ij} es el margen de precios sobre el coste marginal, que se obtiene comparando los precios observados con los costes marginales observados:

$$p_{ij} = \mu_{ij} \cdot CMG_{ij} = \mu_{ij} \cdot cmg_{ij} \cdot d_{ij} \quad (89)$$

5.4. Variación del beneficio social: variaciones del bienestar

Una vez estimadas las funciones de oferta y demanda generalizadas para cada tramo y considerando los niveles medios de la renta m e y_{it} , se obtienen las funciones inversas demanda-precio $p = a - b \cdot q$ y oferta-precio $p = (g + h \cdot q)$, (aún sin aplicar el margen

μ), ambas de carácter lineal. Operando con ellas se despejan el precio y la cantidad de equilibrio:

$$p = g + h \frac{a - g}{h + b} \quad (90)$$

$$q = \frac{a - g}{h + b} \quad (91)$$

Operando, el valor del excedente social total será:

$$ES = \frac{(a - g)^2}{2(h + b)} \quad (92)$$

donde a , b , g y h son los coeficientes estimados 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 y Nombela (2007) y De Rus (2009), se ha supuesto que: i) los precios p reflejan el coste de oportunidad, que coincide con los costes marginales, más un margen μ ; ii) en principio no se ha considerado la existencia de impuestos iii) no hay mercados secundarios; iv) se asume que el valor de la tasa social de descuento es la calculada en Florio, Maffi et al. (2008: 84) para la evaluación de proyectos en la Unión Europea durante el período comprendido entre 2008 y 2030, con respecto a los proyectos a realizar en España ($\rho = 0,06$) y en Portugal ($\rho = 0,05$). Para Cabo Verde se asume $\rho = 0,1$.

Para la adaptación a las circunstancias del transporte en los mercados planteados, es necesario considerar dos hechos adicionales: i) las subvenciones al consumidor materializadas en descuentos al precio de los pasajes $p_{sub} = \sigma \cdot p_{100\%}$, donde $0 < \sigma \leq 1$ y ii) la existencia de un margen sobre el coste marginal y de equilibrio a largo plazo, $p_{100\%} = \mu \cdot CMG$, donde $\mu \geq 1$. Con el fin de simplificar las expresiones, los parámetros μ

y σ se combinan en un nuevo parámetro $\xi = \sigma \cdot \mu$, para reducir el número de elementos en las próximas fórmulas. Además, en el caso del transporte marítimo han de incorporarse los vehículos en régimen de pasaje: en la función de demanda se considera la cantidad de pasajeros transportados, mientras que a efectos de costes se consideran tanto pasajeros como los vehículos transportados ambos con la misma ponderación. El parámetro ω expresa la relación entre el total de vehículos transportados en régimen de pasaje y el total de pasajeros:

$$\omega = \frac{q_{pax} + q_{veh}}{q_{pax}} \quad (93)$$

De esta manera la función de oferta se expresaría como $p = \mu \cdot (g + h \cdot \omega \cdot q)$ y la función inversa de demanda como:

$$p = \frac{a - b \cdot q}{\sigma} \quad (94)$$

Tras aplicar estas modificaciones, el equilibrio se modifica quedando éste de la siguiente manera:

$$q = \frac{a - \xi g}{\xi \omega h + b} \quad (95)$$

$$p = \mu \left(g + \omega h \frac{a - \xi g}{\xi \omega h + b} \right) \quad (96)$$

El excedente social tomaría la siguiente expresión.

$$ES = \frac{a - \xi g}{\omega \xi h + b} \left\{ \frac{a - \xi g}{\omega \xi h + b} \left[\frac{b}{2} + \omega h \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) \right] + g(\mu - \omega) \right\} \quad (97)$$

El excedente del productor será:

$$EP = pq - g\omega q - \frac{1}{2} h\omega q^2 = \frac{a - \xi g}{\xi \omega h + b} \left[g(\mu - \omega) + \omega h \frac{a - \xi g}{\xi \omega h + b} \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) \right] \quad (98)$$

$$EP = \frac{a - \xi g}{\omega \xi h + b} \left[\omega h \frac{a - \xi g}{\omega \xi h + b} \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) + g(\mu - \omega) \right] \quad (99)$$

El excedente del consumidor se puede obtener desarrollando la expresión:

$$EC = \frac{1}{2} (a - \mu p) q_{max} = \frac{(a - \xi g)^2 b}{2(\xi \omega h + b)^2} \quad (100)$$

Las previsiones de demanda, calculadas mediante el modelo de gravedad, hacen aumentar o disminuir los excedentes obtenidos para el escenario base con la consiguiente variación del bienestar, modificando fundamentalmente la pendiente (b) de la función inversa de demanda precio según aumenten o disminuyan las preferencias de los consumidores por un trayecto concreto, ya que la demanda final es la suma horizontal de las demandas individuales, que suponemos idénticas; también, la demanda se traslada paralelamente modificando el coeficiente (a) según aumente o disminuya la renta nominal disponible de los potenciales pasajeros, según aumenten o disminuyan las tarifas de otros itinerarios competidores; o en cuanto a las mercancías, según los flujos del comercio, que están en función del nivel de producción de los países y regiones.

Las previsiones de costes influirían sobre la función de oferta del mercado haciendo también que aumenten o disminuyan los excedentes de consumidores y productores y, en nuestro caso, haciendo variar la constante g y pendiente h de la parte creciente de la función de costes marginales 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 al trabajo, o por posibles ahorros o desahorros en costes por cambios en el tamaño de flota. Sin embargo, hemos decidido mantenerlos constantes ante la incertidumbre existente sobre la evolución futura de estas partidas.

También hay que añadir a los excedentes del escenario base la cuantificación monetaria, según su precio sombra, la variación que sufren diversas externalidades. Muchas de ellas

no tienen mercado y repercutirán en variaciones en la ordenada en el origen de la función inversa de demanda (a) o en la ordenada en el origen de la función inversa de oferta (e). Afecta a la función de demanda la reducción o aumento de la accidentalidad en el acceso, de las emisiones de gases de efecto invernadero o ruido del acceso¹¹⁸, mientras que también afectarían a la función de oferta la reducción o aumento en los costes de posibles accidentes o la contaminación en el trayecto principal.

Por lo tanto, la variación de estas externalidades ΔX causa variación en los parámetros a y g , y estos en el excedente total (ΔES). Derivando parcialmente a y g respecto a X , y a través de (97), podemos conocer la variación a y g ante variaciones de ES debidas a la variación de las externalidades (ΔX):

$$\frac{\partial a}{\partial X} = \frac{\partial a}{\partial ES} \frac{\partial ES}{\partial X} = \frac{\xi\omega h + b}{g(\mu - \omega) + \frac{a - \xi g}{\xi\omega h + b} \left[2\omega h \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) + b \right]} \frac{\partial ES}{\partial X} \quad (101)$$

$$\frac{\partial g}{\partial X} = \frac{\partial g}{\partial ES} \frac{\partial ES}{\partial X} = \frac{\xi\omega h + b}{(a - \xi g) \left[\frac{a - 2\xi g}{a - \xi g} (\mu - \omega) - \frac{\xi [\omega h (2\mu - \omega) + b]}{\xi\omega h + b} \right]} \frac{\partial ES}{\partial X} \quad (102)$$

Considerando la variación de los excedentes debida a las causas anteriormente mencionadas, el valor actualizado neto social (VAN_s) suministrado por la ecuación (75) deberá ser positivo para poder afirmar que el proyecto sea aceptado por ser socialmente rentable.

¹¹⁸ También afecta a la función de demanda la reducción o aumento en los tiempos de viaje para pasajeros y mercancías, aunque este factor no se ha tenido en cuenta al no considerar los costes de la congestión de carreteras, puertos...

Un criterio adicional para verificar decidir sobre la viabilidad del proyecto es el cálculo de la tasa interna de rendimiento (*TIR*) del proyecto. La *TIR* es la tasa de descuento *i* que resulta de igualar a cero la ecuación (75).

Los criterios para aceptar un proyecto son: 1) $VAN_s > 0$, junto con 2) $TIR > \rho$ y 3) $B/C > 1$ ¹¹⁹; en caso de que hubiera contradicción entre alguno de los criterios primaría el criterio $VAN_s > 0$.

5.5. Variación de los excedentes del productor y consumidor

A partir de las formulaciones (101) y (102) se pueden calcular las variaciones de los excedentes del productor y consumidor conforme varían los parámetros *a*, *b*, *g* 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 productor respecto a los parámetros.

Se asume que la forma de la función de costes marginales no varía en la evolución al escenario futuro desde el escenario actual. La Tabla 40 y la Tabla 41 contienen las expresiones por las que se trasladan las variaciones de los parámetros a los excedentes.

¹¹⁹ Ver definición en apartado 5.9.

Tabla 40 Variación del excedente del productor ante cambios en a, b, g y h

Variación en	Variación Excedente del Productor ΔEP (incluyendo externalidades)
a	$\left[\frac{g(\mu - \omega)}{\xi\omega h + b} + 2\omega h \frac{a - \xi g}{(\xi\omega h + b)^2} \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) \right] \Delta a$
b	$\frac{(a - \xi g)}{(\xi\omega h + b)^2} \left[2\omega h \frac{a - \xi g}{\xi\omega h + b} \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) - g(\mu - \omega) \right] \Delta b$
g	$\frac{a - \xi g}{\xi\omega h + b} \left[(\mu - \omega) \left(1 - \frac{\xi g}{a - \xi g} \right) - \frac{2\xi\omega h}{\xi\omega h + b} \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) \right] \Delta g$
h	$\frac{\omega \left(\mu - \frac{\omega}{2} \right) (b - \xi\omega h) (a - \xi g)^2}{(\xi\omega h + b)^3} \Delta h$

Fuente: elaboración propia

Con respecto a la pendiente de la función inversa de demanda, b , si aumenta el número de viajes efectuados en un año, entonces disminuye la decrecerá b , haciéndose esta función más horizontal. Asumimos que la función inversa de demanda agregada es la de los N_0 agentes del año base es $p = a - b \cdot q$.

Tabla 41 Variación del excedente del consumidor ante cambios en a, b, g y h

Variación en	Variación Excedente del Consumidor ΔEC (incluyendo externalidades)
a	$\frac{(a - \xi g)b}{(\xi\omega h + b)^2} \Delta a$
b	$\frac{(a - \xi g)^2 (\xi\omega h - b)}{2(\xi\omega h + b)^3} \Delta b$
g	$-\xi \frac{(a - \xi g)b}{(\xi\omega h + b)^2} \Delta g$
h	$-\frac{\xi\omega b (a - \xi g)^2}{(\xi\omega h + b)^3} \Delta h$

Fuente: elaboración propia

Si en el período t el número de agentes demandantes ha aumentado a N_t , siendo $N_t > N_0$, y las demandas individuales son iguales, entonces la función inversa de demanda habrá pasado a ser más horizontal y en el período t su expresión será:

$$\sigma p = a - b \left(\frac{N_0}{N_t} \right) q \quad (103)$$

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 Δb mostrada en la Tabla 40 será $\Delta b = \left(\frac{N_0}{N_t} - 1 \right) b$. Lo contrario sucedería si el número de demandantes disminuyese, es decir, $N_t < N_0$.

En resumen, la variación del excedente social se calcula como suma de las variaciones parciales:

$$\Delta ES = \sum_{i=1}^N \frac{\partial ES}{\partial x_i} \Delta x_i = \sum_{i=1}^N \frac{\partial EP}{\partial x_i} \Delta x_i + \sum_{i=1}^N \frac{\partial EC}{\partial x_i} \Delta x_i \quad (104)$$

Donde x_i tomaría los valores de a , b , g y h . La variación de parámetro x_i se compone de la variación debida por el cambio de características de los consumidores o la función de costes más la variación de estos debido a los cambios en las externalidades:

$$\Delta x_i = \Delta x_{i,0} + \frac{\partial x_i}{\partial ES} \Delta ES(\Delta X) \quad (105)$$

5.6. Cálculo de la rentabilidad social

Una vez calculados los excedentes sociales en ambos escenarios actual y potencial de largo plazo, cabe evaluar la rentabilidad para cada una de las conexiones por separado, añadiendo la dimensión temporal y el coste de oportunidad.

Sin embargo, los excedentes sociales obtenidos se hayan parcialmente desvirtuados por su valor meramente cualitativo. Teniendo en consideración lo anterior, se procederá a estimar las inversiones necesarias para poder transportar las cantidades potenciales y someterlas a un estudio de rentabilidad, aunque con carácter meramente indicativo.

Para ello se emplearán varios criterios de decisión: en primer lugar, el valor actual neto social de la conexión entre i y j , $VAN_{s,ij}$, que ha de ser no-negativo:

$$VAN_{s,ij} = -I_{0,ij} + \sum_{t=1}^{25} \frac{BS_t}{(1 + \rho_{ij})^t} \geq 0 \quad (106)$$

Donde I_0 es una inversión de adecuación de capacidad que para simplificar se considerará acometida al inicio del periodo de análisis, cuya estimación para cada trayecto se lleva a cabo en el siguiente apartado. La tasa social de descuento ρ se toma de Florio, M., Maffi, S. et al. (2008), IMF (2003).

Los diferenciales de excedentes ΔES_t para cada uno de los 25 años se interpolan linealmente entre el diferencial de excedente en el año 0 y el año 25, valores que provienen de los resultados mostrados en el apartado 5.8.

En segundo lugar, la tasa interna de rentabilidad (TIR) habrá de ser mayor a la tasa social de descuento ρ aplicable a la conexión ij :

$$TIR_{ij} \geq \rho_{ij} \quad (107)$$

Donde la tasa social de descuento ρ_{ij} se obtiene como el promedio de las tasas de descuento de cada uno de los nodos de la conexión:

$$\rho_{ij} = \frac{\rho_i + \rho_j}{2} \quad (108)$$

En la Tabla 42 se muestran los valores para los estados considerados en este trabajo.

Tabla 42 Tasa social de descuento para proyectos de infraestructuras de transporte

Cabo Verde	España	Portugal
10%	6%	5%

Fuente: Florio, M., Maffi, S. et al. (2008), IMF (2003)

Por último, se calcula un cociente Beneficio-Coste a partir del VAN_s y que, siguiendo las directrices de BVWP (2016) deberá ser superior a 1,3¹²⁰, asumiendo que como costes se contemplan solo las inversiones iniciales:

$$B/C_{ij} = \frac{VAN_{s,ij} - I_{0,ij}}{I_{0,ij}} > 1,3 \quad (109)$$

Si los tres criterios se cumplen, entonces será rentable para la sociedad tomar las medidas necesarias para que la conexión ij pueda transportar los volúmenes de pasajeros y mercancías potenciales en el futuro.

5.7. Resumen de los escenarios considerados

En ese punto, antes de comenzar a exponer los resultados empíricos, conviene hacer un resumen de los escenarios planteados y los parámetros que los definen.

El escenario base se sitúa en el año 2018, el último año para el que se contaba con una serie completa de datos durante la elaboración del grueso del trabajo. Así, los datos de cantidades transportadas y precios corresponden con este año. En el análisis se incluyen casi todas las combinaciones de conexiones entre las ocho islas, así como entre los cuatro archipiélagos

¹²⁰ Se trata de un criterio de aplicación bastante extendido en el mundo occidental, y se ha tomado como referencia el umbral de rentabilidad exigido para para planificación alemana de infraestructura de transportes BVWP (2016).

de la región macaronesia, diferenciando por modo y según la naturaleza del mercado: pasajeros o mercancías.

La Tabla 43 y siguientes¹²¹ muestran las magnitudes más significativas para cada uno de los trayectos, tanto para el escenario base como para el escenario futuro. Este último se caracteriza por estar situado temporalmente en el año 2043, es decir, 25 años después del año base.

Los coeficientes a y b son los parámetros de la función inversa de demanda, estimados a partir de las series temporales de precios, rentas y cantidades. Los coeficientes g y h son los parámetros de las curvas de costes marginales ajustadas a una recta, los cuales se han obtenido a partir de unos modelos de costes de las empresas operadoras.

Las cantidades transportadas son las estimadas en el análisis del potencial, considerando las proyecciones socioeconómicas para el año 2043, las cuales implican cambios en la función de demanda actual, tal y como se ha estimado en el apartado 3.6.

Se asume que las conexiones tienen lugar desde los puertos y aeropuertos existentes con vistas al cálculo de externalidades asociadas los accesos/egresos. Si existe ya una conexión entre dos islas/archipiélagos con más de una posibilidad en el mismo modo, se supone que en el escenario futuro se continuarán empleando los mismos puertos y aeropuertos.

¹²¹ Estas tablas se encuentran más adelante, separadas del texto ya que su tamaño obliga a ubicarlas en hojas con disposición horizontal, las cuales se ha optado por agrupar, quedando separadas de la descripción en el texto.

En resumen, se asume una situación similar al escenario base para las infraestructuras utilizadas, reparto modal y cuota de las empresas transportistas del mismo modo¹²².

Los valores de entrada al modelo han sido obtenidos en los capítulos anteriores y se resumen en la Tabla 43¹²³ y siguientes. Se observa que las cantidades transportadas aumentan de manera notable en cada caso. La comparativa entre las cantidades transportadas en ambos escenarios se encuentra en la Tabla 11 y la Tabla 12 en el capítulo de estimación de la demanda.

Para el modo marítimo se han contemplado solo las conexiones directas entre islas adyacentes. Para conexiones entre islas que no lo son, las escalas en un tercer puerto intermedio añaden excesiva complejidad al análisis y manipulación de la información a la que se ha tenido acceso, tal y como se ha mencionado en el apartado 1.6. las limitaciones impedían determinar precios y cantidades de manera correcta, estimar funciones de demanda, tasas, subvenciones, principalmente.

¹²² Ello no obsta a que en el apartado 5.9, a la hora de ampliar infraestructuras, se tomen decisiones que presupongan algunos cambios. En principio, estos supondrán mejoras del excedente social. Por tanto, se estaría en el lado seguro en este apartado: los excedentes calculados son menores que asumiendo las mejoras del apartado 5.9.

¹²³ Ver pág. 237 y siguientes.

Tabla 43 Escenarios base y futuro (Canarias: modo aéreo)

Desde	Hacia	Escenario actual (2018)					Escenario futuro (2043)		
		Pasajeros	a	b	g	h	Pasajeros	a	b
Tenerife	El Hierro	161.991	51	-0,00020	2,2	2,8E-05	222.241	91	-0,0001
Tenerife	La Palma	609.838	93	-0,00012	2,0	1,6E-05	731.143	136	-0,0001
Tenerife	La Gomera	48.290	42	-0,00121	1,6	8,4E-06	182.486	231	-0,0003
Tenerife	Gran Canaria	841.609	43	-0,00003	1,7	1,1E-05	2.179.308	106	-0,0000
Tenerife	Lanzarote	289.749	152	-0,00043	2,9	6,3E-05	536.427	409	-0,0002
Tenerife	Fuerteventura	373.579	146	-0,00058	2,7	5,0E-05	585.602	492	-0,0004
Gran Canaria	El Hierro	45.853	66	-0,00120	2,8	5,2E-05	88.927	209	-0,0006
Gran Canaria	La Palma	151.440	117	-0,00075	2,8	5,2E-05	290.816	374	-0,0004
Gran Canaria	La Gomera	8.583	53	-0,00217	2,3	2,7E-05	113.119	56	-0,0002
Gran Canaria	Lanzarote	654.403	60	-0,00006	2,0	3,7E-05	1.215.184	92	-0,0000
Gran Canaria	Fuerteventura	531.357	61	-0,00007	2,0	1,6E-05	809.612	120	-0,0000
La Palma	El Hierro	7.986	23	-0,00115	1,5	7,4E-06	68.121	0	-0,0001
La Palma	La Gomera	30.000	26	-0,00111	1,5	6,0E-06	105.841	0	-0,0003
La Palma	Lanzarote	16.326	68	-0,00319	3,7	1,4E-04	99.940	221	-0,0005
La Palma	Fuerteventura	16.000	41	-0,00164	3,6	1,2E-04	44.058	42	-0,0006
La Gomera	El Hierro	2.000	36	-0,01654	1,4	4,8E-06	44.058	70	-0,0008
La Gomera	Lanzarote	520	45	-0,01252	3,5	1,2E-04	38.755	0	-0,0002
La Gomera	Fuerteventura	726	48	-0,03214	3,3	9,3E-05	79.556	0	-0,0003
El Hierro	Lanzarote	1.864	16	-0,00322	3,9	1,7E-04	19.781	0	-0,0003
El Hierro	Fuerteventura	246	49	-0,00426	3,7	1,4E-04	21.963	0	-0,0000

Fuente: elaboración propia. a y b representan los parámetros de la función inversa de demanda $p = a + b \cdot q$, mientras que los símbolos e y h definen la función de oferta $p = \mu (g + h \cdot q)$. Nótese que μ , g y h permanecen constantes a lo largo del periodo de análisis.

Tabla 44 Escenarios modo marítimo: Canarias: pasajeros y vehículos (pasaje)

Desde	Hacia	Escenario actual (2018)						Escenario futuro (2043)			
		Pasajeros	Vehículos	a	b	g	h	Pasajeros	Vehículos	a	b
Tenerife	El Hierro	156.898	58.394	44	-0,00012	2,6	5,1E-05	302.834	95.802	68	-0,00006
Tenerife	La Palma	231.773	92.247	58	-0,00015	2,5	3,0E-05	522.671	179.575	136	-0,00007
Tenerife	La Gomera	1.293.777	275.044	103	-0,00006	1,3	3,0E-06	1.642.373	299.381	215	-0,00005
Tenerife	Gran Canaria	1.423.741	492.766	43	-0,00002	1,8	1,2E-05	2.177.784	633.223	60	-0,00001
Gran Canaria	Lanzarote	99.427	42.953	54	-0,00044	3,7	1,5E-04	105.999	38.923	57	-0,00041
Gran Canaria	Fuerteventura	571.097	268.904	47	-0,00007	2,5	1,9E-05	1.333.131	520.385	118	-0,00003
Fuerteventura	Lanzarote	1.118.799	618.962	87	-0,00006	0,7	4,4E-07	2.212.479	1.040.423	178	-0,00003
La Palma	La Gomera	30.031	11.204	65	-0,00268	2,3	2,7E-05	105.841	33.565	133	-0,00076

Fuente: en el caso de los vehículos, se trata de vehículos en régimen de pasaje. Elaboración propia. a y b son los parámetros de la función inversa de demanda $p = a + b \cdot q$, mientras que e y h definen la función de oferta $p = \mu (g + h \cdot q)$. Nótese que μ , g y h permanecen constantes a lo largo del periodo de análisis.

Tabla 45 Escenarios base y futuro modo marítimo (Canarias: mercancías)

Desde	Hacia	Escenario actual (2018)					Escenario futuro (2043)		
		Carga	a	b	g	h	Carga	a	b
Tenerife	El Hierro	54.825	93	-0,00021	2,6	5,1E-05	103.762	267	-0,00011
Tenerife	La Palma	300.588	75	-0,00012	2,5	3,0E-05	329.037	213	-0,00011
Tenerife	La Gomera	172.038	27	-0,00017	1,3	3,0E-06	370.222	126	-0,00008
Tenerife	Gran Canaria	1.393.778	53	-0,00002	1,8	1,2E-05	2.089.344	56	-0,00001
Gran Canaria	Lanzarote	486.960	125	-0,00012	3,7	1,5E-04	549.205	307	-0,00011
Gran Canaria	Fuerteventura	712.014	81	-0,00004	2,5	1,9E-05	886.652	269	-0,00003
Fuerteventura	Lanzarote	273.500	95	-0,00036	0,7	4,4E-07	775.378	142	-0,00013
La Palma	La Gomera	5.321	59	-0,00273	2,3	2,7E-05	34.632	105	-0,00042

Fuente: elaboración propia. ver pie de tabla anterior.

Tabla 46 Escenarios base y futuro (Macaronesia: mercancías, modo marítimo)

Desde	Hacia	Escenario actual (2018)					Escenario futuro (2043)		
		Carga	a	b	g	h	Carga	a	b
Canarias	Madeira		588	-0,00444	6,6	0,000254	18	882	-0,0044
Canarias	Azores		120	-0,00422	11,9	0,001805	33	179	-0,0042
Canarias	Cabo Verde	142.442	726	-0,00460	11,9	0,001837	33	1451	-0,0021
Madeira	Azores	15.384	613	-0,00460	9,4	0,000828	26	858	-0,0014
Madeira	Cabo Verde		34	-0,00024	13,8	0,002974	38	57	-0,0002
Azores	Cabo Verde		42	-0,00026	16,6	0,005520	46	70	-0,0003

Fuente: elaboración propia. a y b son los parámetros de la función inversa de demanda $p = a + b \cdot q$, mientras que e y h definen la función de oferta $p = \mu (g + h \cdot q)$. Nótese que μ , g y h permanecen constantes a lo largo del periodo de análisis.

Tabla 47 Escenarios base y futuro (Macaronesia: pasajeros, modo marítimo)

Desde	Hacia	Escenario actual (2018)					Escenario futuro (2043)		
		Pasajeros	a	b	g	h	Pasajeros	a	b
Canarias	Madeira	600	539	-0,00143	4,5	1,1E-03	61.231	809	-0,0000
Canarias	Azores		158	-0,00438	8,0	7,5E-03	3.574	219	-0,0044
Canarias	Cabo Verde		174	-0,00040	8,1	7,7E-03	4.611	339	-0,0004
Madeira	Azores		95	-0,00453	6,4	3,5E-03	2.239	187	-0,0045
Madeira	Cabo Verde		21	-0,00193	9,3	1,2E-02		280	-0,0019
Azores	Cabo Verde		312	-0,00072	11,3	2,3E-02		562	-0,0007

Fuente: elaboración propia. a y b son los parámetros de la función inversa de demanda $p = a + b \cdot q$, mientras que e y h definen la función de oferta $p = \mu (g + h \cdot q)$. Nótese que μ , g y h permanecen constantes a lo largo del periodo de análisis.

Tabla 48 Escenarios base y futuro (Macaronesia: pasajeros, modo aéreo)

Desde	Hacia	Escenario actual (2018)					Escenario futuro (2043)		
		Pasajeros	a	b	g	h	Pasajeros	a	b
Canarias	Madeira	20.456	539	-0,00143	4,5	1,1E-03	183.694	809	-0,00016
Canarias	Azores	9.628	158	-0,00438	8,0	7,5E-03	71.489	219	-0,00059
Canarias	Cabo Verde	35.202	174	-0,00040	8,1	7,7E-03	92.222	339	-0,00015
Madeira	Azores	38.244	95	-0,00453	6,4	3,5E-03	44.775	187	-0,00387
Madeira	Cabo Verde		21	-0,00193	9,3	1,2E-02	11.000	280	-0,00193
Azores	Cabo Verde	10.800	312	-0,00072	11,3	2,3E-02	66.726	562	-0,00012

Fuente: elaboración propia. a y b son los parámetros de la función inversa de demanda $p = a + b \cdot q$, mientras que e y h definen la función de oferta $p = \mu (g + h \cdot q)$. Nótese que μ , g y h permanecen constantes a lo largo del periodo de análisis.

5.8. Resultados empíricos de las variaciones de bienestar

Una vez se cuenta con una descripción básica de los escenarios, se procederá a mostrar los valores de excedentes y sus variaciones, los cuales han sido obtenidos siguiendo la metodología desarrollada en los capítulos anteriores.

La Tabla 49 y siguientes¹²⁴ muestran los valores, diferencian los excedentes por ámbito geográfico, modo de transporte y elementos transportados, pasaje, carga o sumatorio de ambos. El transporte de vehículos en régimen de pasaje se aplica para el modo marítimo entre las Islas Canarias, mientras que el transporte de mercancías se restringe al modo marítimo. En el caso de la región macaronesia, el modo aéreo transporta exclusivamente pasajeros, y el modo marítimo, hace lo propio con las mercancías.

Las tablas la siguiente estructura: en primer lugar, en el extremo izquierdo se hallan las islas que definen la conexión. A continuación, para el escenario inicial se encuentran los excedentes del mercado con carácter exclusivamente económico: excedente del productor, EP , y consumidor, EC , y su suma, $EP+EC$ que denominamos *excedente de social sin externalidades* al no englobar los efectos externos. A la izquierda de estas se hallan los valores de las externalidades, imputables al productor $E(XP)$ o al consumidor, $E(XC)$. Si se suman a los excedentes respectivos dichas externalidades, entonces se obtienen los valores de las columnas $EP(\text{con ext.})$ y $EC(\text{con ext.})$ ¹²⁵. La suma de ambos conceptos produce el

¹²⁴ las tablas a las que se hace mención en estos apartados se encuentran agrupadas en las siguientes páginas, separadas del texto que las describe. Se ha optado por esta solución ya que as tablas tienen un formato tal que solo caben apaisadas. Ver pág. 253 y siguientes.

¹²⁵ Nótese que $EP(\text{con ext.}) = EP + E(XP)$, $EC(\text{con ext.}) = EC + E(XC)$. Asimismo, el excedente social se puede definir de dos maneras: $ES = EP + EC + E(X) = EP(\text{con ext.}) + EC(\text{con ext.})$

excedente social (ES). En la parte izquierda de las tablas se encuentran las variaciones de los excedentes anteriormente mencionados, entre los escenarios futuro e inicial, ΔEP , ΔEC ...

Islas Canarias: pasajeros en modo aéreo

Para este segmento del mercado los valores numéricos se encuentran en la Tabla 49¹²⁶. Si se observan las primeras columnas, excedentes sin externalidades, se observa que, como se debería esperar, la mayoría son positivos, con algunas excepciones. Tanto el EP como el EC son positivos para todas las conexiones directas, y entre las indirectas, solo La Palma-El Hierro y El Hierro-Lanzarote tienen el EP negativo. La suma del EC positivo produce un excedente social sin externalidades $EP+EC$ ¹²⁷ negativo en ambos casos.

Las externalidades, calculadas con la metodología empleada son fuertemente negativas. Tal y como se ha explicado en los apartados anteriores, predominan los costes externos. La consecuencia es que el excedente social (ES), magnitud que englobaría toda la información resulta negativa en la mayoría de los casos actuales. Esto solo significa, que en el escenario base, y con las externalidades contempladas, el transporte de pasajeros tendría en casi todas las rutas indirectas consecuencias sociales negativas, donde los daños medioambientales

¹²⁶ Tal y como se ha mencionado en notas anteriores; se ha dispuesto agrupar las tablas con los resultados ya que se encuentran en hojas con disposición horizontal, con la desventaja de quedar separadas del texto que las analiza.

¹²⁷ Cabe recordar de nuevo que se ha definido como excedente social descontadas externalidades ($EC+EP$) a la suma de los excedentes del productor EP y del consumidor EC , sin contabilizar los efectos externos, es decir, contabilizando solo aquello internalizado por el mercado: $EC+EP$. El excedente social sí incluye las externalidades $ES = EP + EC + E(X)$.

explican en cierta medida estos efectos perniciosos, además del Tenerife- La Gomera. Para las demás conexiones directas excedente social (*ES*) es positivo.

Si se contempla la variación entre el escenario futuro y el actual, se observa que, de nuevo, para el productor y el consumidor, y en términos de excedente social, la expansión del mercado tiene efectos positivos, con la excepción de La Palma-El Hierro. Esta mejoría se debe mayoritariamente a dos factores: por una parte, en términos de mercado, el incremento de actividad es beneficioso para productores y consumidores; por otra, el progreso tecnológico reduce el coste per cápita en términos de contaminación y accidentes. Además, se prevé mejora en la gestión de las infraestructuras que produzca un mayor rendimiento económico de estas.

De esta manera las actuales conexiones directas, que son aquellas con un mayor potencial por explotar, mejoraría en este escenario el excedente social (*ES*) de la situación inicial. Lo mismo se puede afirmar para casi todas las conexiones que pasan de tener un trasbordo a estar explotadas como rutas directas.

Aquellas que sean socialmente beneficiosas, pero económicamente deficitarias podrían aspirar a algún tipo de subvención y hacerlas económicamente para los operadores a un precio que genere excedente de consumidor positivo.

Los excedentes pueden tener magnitudes muy elevadas, lo que les detrae de validez cuantitativa, dejándolos solo como indicadores cuantitativos.

Islas Canarias: pasajeros y vehículos en modo marítimo

Observando la Tabla 50, se extraen las siguientes conclusiones para el modo marítimo: tanto excedente del productor (*EP*) como el excedente del consumidor (*EC*) son positivos en la situación actual. Nótese que el excedente del productor (*EP*) en la ruta que se haya

subvencionada (Tenerife- El Hierro) la suma de los valores del excedente del productor y del consumidor ($EP+EC$) es cercano a la subvención que actualmente recibe Naviera Armas por la explotación de la OSP. Cuando se contabilizan las externalidades, el excedente social (ES) pasa a ser negativo salvo para la conexión Tenerife-La Gomera y Fuerteventura- Lanzarote, los trayectos de menor distancia con diferencia.

La evolución de cara al escenario potencial es sin embargo muy positiva en este modo de transporte, logrando mejoras económicas y sociales para todas las rutas.

Comparativa modo aéreo y modo marítimo para pasajeros

En este punto cabe detenerse y comparar el modo aéreo y el modo marítimo para cada una de las rutas en las que ambos modos compiten:

Tenerife-El Hierro: Partiendo de la base de que el modo marítimo contabiliza que los pasajeros llevan vehículos consigo, el modo aéreo produce para el productor y para el consumidor un mayor excedente (EP y EC). Las externalidades son menos negativas para este modo también y por tanto, el excedente social global (ES) es mayor. En términos de variaciones entre escenarios, tanto el excedente social sin externalidades ($EC+EP$) como las externalidades mejoran para ambos modos de manera similar aunque inferior para el modo marítimo.

Tenerife-La Palma: Para el escenario actual, el excedente del productor es mayor para el modo aéreo (en términos absolutos y también por viajero); lo mismo sucede para el excedente del consumidor (EC). Pese a que el número de viajeros es unas tres veces superior para el modo aéreo, las externalidades son notablemente inferiores para este. Finalmente, el excedente global excedente social (ES) es positivo para el modo aéreo mientras que es negativo para el modo marítimo.

En lo que se refiere a las variaciones de los excedentes hacia el escenario potencial futuro, el crecimiento de las cifras de pasaje lleva a una mejora de los factores de ocupación en el modo marítimo, que implica mejora de los excedentes sociales descontadas externalidades ($EC+EP$) y del excedente global (ES). Mientras tanto, el modo aéreo también se mejora fuertemente el excedente social (ES). Para el escenario potencial, ambas posibilidades quedan con excedente social sin externalidades ($EP+EC$) y excedente social global (ES) positivo, siendo muy superior el del modo aéreo al del barco también por unidad transportada.

Tenerife-La Gomera: esta conexión, donde domina de manera absoluta el modo marítimo, muestra que este también como más beneficioso para los agentes del mercado, tanto en términos absolutos como per cápita. Además, el excedente global es negativo para el avión, mientras que es positivo para el barco. La evolución hacia el escenario potencial futuro se es positivo para ambos modos.

Tenerife-Gran Canaria: en la conexión más importante del archipiélago, ambos modos presentan excedentes sociales descontadas externalidades ($EP+EC$) positivos, aunque para el modo marítimo son mayores en términos absolutos y per cápita. Las externalidades del modo marítimo son más negativas, y ello hará que el excedente global también sea para el barco negativo mientras que para el avión será positivo.

De cara al futuro ambos modos tendrán una fuerte mejora de todas las componentes del excedente social, siendo mayores para el avión que para el barco.

Gran Canaria-Fuerteventura: para esta conexión, el excedente social sin externalidades ($EC+EP$) es más positivo para el barco que para el avión, en términos absolutos y por

cápita. Incluyendo las externalidades, la balanza se inclina aún más a favor del avión, para el que el excedente social (*ES*) es positivo, mientras que para el barco es negativo.

La evolución hacia el escenario futuro hará que el barco contribuya más positivamente en términos globales que el avión. En esta conexión parece evidente que, con las condiciones actuales, el avión tiene efectos más beneficiosos para la sociedad que un barco que opere en las condiciones de hoy.

Gran Canaria-Lanzarote: en esta conexión el modo aéreo excedente social (*ES*) positivo mientras que para el barco esta magnitud tiene signo negativo. Sin embargo tanto el excedente del productor como del consumidor son positivos descontadas las externalidades, para ambos modos.

La evolución al escenario potencial supone una mejora del excedente social para ambos modos, aunque en el modo aéreo lo es mucho más en términos per cápita. En este caso, de nuevo el avión es para pasajeros claramente más atractivo desde un punto de vista del bienestar general.

Islas Canarias: mercancías en modo marítimo

Los valores para este segmento se encuentran en la Tabla 51¹²⁸. En ella, se observa que, sin contabilizar las externalidades, todas las rutas consideradas tienen excedentes positivos. Las externalidades, fuertemente negativas, anulan el efecto de los excedentes de productor

¹²⁸ Ver pág. 254.

Beneficios sociales en el transporte interinsular en Canarias y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde y consumidor para varias rutas. En concreto, solo Tenerife–La Gomera y Tenerife–Gran Canaria y Fuerteventura–Lanzarote tienen excedentes sociales positivos.

De cara al escenario futuro, a nivel de mercado habría una mejoría global para productores y consumidores en ambos planos económico y social.

Islas Canarias: resumen modo marítimo

Aunque se hayan analizado por separado mercancías y pasajeros con vehículos, los barcos transportan las tres categorías de carga de pago en el mismo viaje y debe completarse el análisis con los datos que se encuentran en la Tabla 52¹²⁹. De ella se extrae que todas las rutas generan en el escenario inicial excedentes sociales positivos, descontadas externalidades ($EP+EC$). Estas tienen una magnitud importante y merman el efecto de los beneficios sociales, aunque solo para las rutas Tenerife-La Gomera y Tenerife – Fuerteventura, serían globalmente positivas.

La evolución hacia el escenario potencial futuro trae mejoras para consumidores y productores y el conjunto de la sociedad, sin excepciones.

Región macaronesia: pasajeros modo aéreo

Para el transporte aéreo de pasajeros entre los archipiélagos de esta región atlántica, los resultados se observan en la Tabla 53. En las circunstancias iniciales, todas las conexiones existentes proporcionan excedentes sociales descontadas externalidades ($EP+EC$)

¹²⁹ Ver pág. 255.

positivos. Las externalidades tienen un signo mixto al que contribuye favorablemente el efecto positivo que tienen los pasajeros en la actividad aeroportuaria.

La evolución hacia el escenario potencial, con los incrementos de cantidades transportadas y reducción de externalidades per cápita conlleva evoluciones positivas de los excedentes sociales descontadas externalidades ($EC+EP$) para todas las conexiones.

Región macaronesia: pasajeros modo marítimo

Solo existe, y de manera intermitente, la conexión entre Canarias y Madeira para el transporte de pasajeros en el escenario inicial, que además transportó en 2018 un número reducido de pasajeros. En ella, tanto el excedente social sin externalidades ($EC+EP$) como el excedente social (ES) son positivos. Los efectos negativos de las externalidades son relativamente pequeños en relación con las componentes de mercado.

En el escenario futuro, donde se contemplan las seis conexiones posibles entre archipiélagos el trayecto por mar Canarias-Madeira presenta un balance positivo. El Canarias-Azores y Madeira-Azores tendría excedente del consumidor (EC) negativo, aunque el ES global sería positivo.

Región macaronesia: mercancías modo marítimo

En el caso del transporte marítimo entre archipiélagos de la región macaronesia se asume que en la actualidad este modo se dedica en exclusiva al transporte de mercancías, con la excepción del Canarias-Madeira¹³⁰, donde se obvia el transporte de mercancías. De las dos

¹³⁰ Ruta que se ha prestado con carácter estacional en los veranos de 2018 y 2019

rutas que se explotan la actualidad, Canarias-Cabo Verde tendría excedentes negativos tanto contabilizando externalidades como sin hacerlo. Al contrario, en ruta entre Madeira y Azores ambas magnitudes son positivas.

La evolución hacia el escenario potencial de largo plazo produce los siguientes resultados: un Canarias-Madeira futuro generaría un excedente del consumidor (*EC*) negativo, que se no vería compensado por la variación del excedente del productor (*EP*). Al añadir externalidades, el resultado global sería negativo. En el caso del Canarias-Azores los excedentes son negativos en todos los ámbitos restando interés a esta conexión directa. Las dos conexiones actualmente existentes tienen margen de crecimiento al mejorarse los beneficios sociales. La conexión entre Canarias y Cabo Verde mejoraría su atractivo¹³¹.

Región macaronesia: resumen modo marítimo

En el modo marítimo cabe agregar los resultados para carga y pasaje de manera conjunta ya que ambos pueden ser transportados en el mismo buque y así se ha tenido en cuenta en el escenario potencial a la hora de repartir los costes. De las tres conexiones existentes en el escenario inicial dos generarían excedentes sociales positivos en su configuración futura: Canarias-Madeira y Madeira-Azores.

¹³¹ El Canarias-Cabo Verde ha mostrado un fuerte crecimiento en los últimos años, dato que contradice el excedente del productor negativo. Esto se puede deber a que las rutas reales hacen escala entre diferentes puertos africanos siendo por tanto los costes reales muy inferiores a los aquí imputados.

Para el escenario potencial, de las seis conexiones estudiadas, cuatro arrojarían excedentes sociales positivos. Tanto el Canarias-Madeira como el Canarias-Azores no tendrían sentido como ruta directa¹³².

Sería más bien para el transporte de pasajeros que para el de mercancías o combinado que cobraría sentido una ruta troncal norte a sur que recorra la región Azores–Madeira–Canarias–Cabo Verde, que tendría sentido económico y social. La ruta directa Azores–Cabo Verde la única que no estaría perfectamente satisfecha con esta ruta troncal. No obstante, según los resultados obtenidos, en esta conexión se transportarían fundamentalmente pasajeros siendo el peso de la carga marginal. Dada la distancia superior a 2.500 km y los 4 días de navegación que supone el trayecto, es altamente probable que estos pasajeros potenciales busquen una experiencia cercana a los que es un viaje en crucero, mientras que aquellos que deseen hacer el viaje con la mayor rapidez optarán por el modo aéreo.

Sobre lo anterior también cabe mencionar la existencia de otras rutas que ya cubren algunos los trayectos considerados como el transporte de mercancías Península–Canarias–África Occidental- Cabo Verde, o la recuperación de la conexión combinada Algarve–Madeira–Canarias, las cuales seguramente harían necesario replantear el esquema propuesto en el párrafo anterior.

¹³² Como para Canarias-Cabo Verde, la posibilidad de combinar estas rutas con prolongaciones al Algarve podría contribuir a generar excedentes sociales positivos a través de una mayor ocupación.

Tabla 49 Excedentes sociales escenario base y variaciones (Canarias: pasajeros avión)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Tenerife	El Hierro	6.615.224	3.104.984	9.720.208	-1.233.241	-5.728.679	5.381.983	-2.623.695	2.758.287	28.748.142.283	10.953.613.019	28.747.593.539	50.599.220.575	79.346.814.114
Tenerife	La Palma	23.210.663	24.609.963	47.820.626	-4.573.286	-21.058.162	18.637.377	3.551.801	22.189.177	260.216.255.054	178.480.478.367	260.217.159.457	616.966.090.297	877.183.249.754
Tenerife	La Gomera	717.333	254.998	972.331	-974.145	-21.058.162	-256.811	-20.803.164	-21.059.976	5.242.133.641	8.723.371.243	5.241.387.386	22.660.619.075	27.902.006.461
Tenerife	Gran Canaria	24.678.571	12.092.974	36.771.546	-4.989.457	-27.054.493	19.689.114	-14.961.518	4.727.595	1.442.407.654.512	635.957.381.938	1.442.408.714.251	2.714.044.428.752	4.156.453.143.003
Tenerife	Lanzarote	18.650.137	19.802.751	38.452.888	-1.938.803	-18.318.652	16.711.334	1.484.099	18.195.433	38.175.288.901	32.338.424.689	38.177.174.857	102.428.083.643	140.605.258.500
Tenerife	Fuerteventura	6.347.550	14.773.061	21.120.612	-1.459.883	-11.136.138	4.887.667	3.636.924	8.524.591	34.869.690.650	63.452.359.814	34.871.103.014	161.427.678.755	196.298.781.769
Gran Canaria	El Hierro	2.207.848	746.526	2.954.374	-344.201	-2.569.419	1.863.647	-1.822.893	40.754	1.676.835.964	828.930.272	1.677.120.008	3.295.025.476	4.972.145.483
Gran Canaria	La Palma	5.728.882	6.109.382	11.838.264	-865.368	-5.665.450	4.863.514	443.932	5.307.446	9.600.265.477	9.717.677.058	9.601.064.335	28.865.681.978	38.466.746.313
Gran Canaria	La Gomera	655.301	185.183	840.484	-155.430	-356.725	499.871	-171.542	328.329	4.374.989.818	2.236.558.733	4.375.037.128	8.848.026.796	13.223.063.924
Gran Canaria	Lanzarote	23.882.151	14.883.716	38.765.867	-4.695.343	-24.746.479	19.186.808	-9.862.763	9.324.045	672.419.971.900	316.221.057.067	672.419.524.630	1.304.739.061.075	1.977.158.585.706
Gran Canaria	Fuerteventura	25.328.050	12.219.069	37.547.119	-3.503.905	-20.803.158	21.824.146	-8.584.090	13.240.056	374.240.693.034	136.347.562.491	374.241.320.517	646.676.868.692	1.020.918.189.208
La Palma	El Hierro	-145.893	4.061	-141.832	-61.716	-273.536	-207.609	-269.474	-477.084	-1.069.052	140.785	-1.428.833	401.725	-1.027.109
La Palma	La Gomera	527.675	40.723	568.398	-561.828	-971.373	-34.153	-930.650	-964.803	4.294.521	299.836	3.854.481	1.246.086	5.100.567
La Palma	Lanzarote	659.846	170.286	830.132	-159.289	-952.081	500.557	-781.794	-281.238	5.389.054	5.233.573	4.399.384	6.178.632	10.578.016
La Palma	Fuerteventura	354.801	33.756	388.557	-151.879	-968.581	202.922	-934.825	-731.903	1.274.962	685.584	357.835	1.642.121	1.999.956
La Gomera	El Hierro	35.388	2.338	37.725	-39.167	-74.202	-3.780	-71.864	-75.644	906.114.776	699.032.563	905.888.628	2.304.040.107	3.209.928.734
La Gomera	Lanzarote	5.134	24	5.158	-11.118	-31.806	-5.984	-31.782	-37.767	1.235.295.577	-149.067.789	1.234.885.087	938.503.047	2.173.388.134
La Gomera	Fuerteventura	18.714	968	19.682	-15.231	-46.018	3.484	-45.050	-41.566	5.467.579.504	-273.787.508	5.466.806.469	4.923.668.174	10.390.474.643
El Hierro	Lanzarote	-416.184	57.025	-359.159	-20.984	-112.070	-437.168	-55.045	-492.213	430.787.476	-188.105.889	430.573.492	54.686.111	485.259.603
El Hierro	Fuerteventura	112.459	3.606	116.065	-2.676	-15.336	109.783	-11.730	98.052	339.744.847	-18.577.188	339.527.510	303.758.932	643.286.442

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: *EP*, excedente del productor sin externalidades; *EC* excedente del consumidor sin externalidades; *EC+EP*, suma de los dos conceptos anteriores; *E(XP)*, externalidades imputables al productor; *E(XC)* externalidades imputables al consumidor; *EP (con ext.)*, excedente del productor sin externalidades; *EC (con ext.)*, excedente del consumidor con externalidades y *ES*, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 50 Excedentes escenario base y variaciones (Canarias: pasajeros barco)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Tenerife	El Hierro	881.682	1.504.718	2.386.401	-14.786.249	-7.196.667	-13.904.567	-5.691.949	-19.596.515	12.596.520.617	25.082.535.846	12.589.130.473	62.757.783.902	75.346.914.375
Tenerife	La Palma	6.509.402	4.808.560	11.317.963	-17.310.971	-6.396.864	-10.801.568	-1.588.303	-12.389.872	41.121.596.405	37.898.277.855	41.099.896.572	117.403.368.498	158.503.265.070
Tenerife	La Gomera	41.789.345	55.241.528	97.030.873	-36.913.696	-28.181.372	4.875.649	27.060.156	31.935.805	254.243.641.745	530.383.915.978	254.233.257.007	1.322.461.627.813	1.576.694.884.820
Tenerife	Gran Canaria	29.779.744	24.855.007	54.634.751	-23.290.254	-49.221.061	6.489.490	-24.366.054	-17.876.565	1.346.522.213.617	1.222.076.529.303	1.346.487.359.826	3.806.478.499.547	5.152.965.859.373
Gran Canaria	Lanzarote	1.969.330	2.134.598	4.103.928	-5.126.184	-5.956.287	-3.156.854	-3.821.689	-6.978.543	6.514.603.726	3.807.187.768	6.515.877.472	14.125.910.146	20.641.787.617
Gran Canaria	Fuerteventura	10.949.615	10.185.460	21.135.075	-34.766.653	-23.578.753	-23.817.038	-13.393.293	-37.210.331	469.518.002.379	522.572.100.187	469.494.222.452	1.531.796.518.240	2.001.290.740.692
Fuerteventura	Lanzarote	30.561.072	29.656.619	60.217.691	-11.177.217	-11.558.033	19.383.856	18.098.586	37.482.441	58.258.739.460	164.509.239.722	58.267.703.662	384.082.329.442	442.350.033.104
La Palma	La Gomera	497.625	614.251	1.111.877	-24.057.114	-971.570	-23.559.488	-357.319	-23.916.807	693.914.401	2.510.804.575	704.659.475	5.697.899.717	6.402.559.192

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: *EP*, excedente del productor sin externalidades; *EC* excedente del consumidor sin externalidades; *EC+EP*, suma de los dos conceptos anteriores; *E(XP)*, externalidades imputables al productor; *E(XC)* externalidades imputables al consumidor; *EP (con ext.)*, excedente del productor sin externalidades; *EC (con ext.)*, excedente del consumidor con externalidades y *ES*, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 51 Excedentes escenario base y variaciones (Canarias: mercancías barco)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Tenerife	El Hierro	1.815.503	1.953.615	3.769.118	-7.482.321	-1.454.964	-5.666.817	498.650	-5.168.167	345.513.003	757.070.082	337.261.000	1.834.744.851	2.172.005.851
Tenerife	La Palma	13.767.507	8.998.637	22.766.143	-31.975.941	-4.193.412	-18.208.435	4.805.224	-13.403.210	5.469.336.487	4.437.887.297	5.455.866.248	13.768.480.265	19.224.346.513
Tenerife	La Gomera	11.147.608	1.867.380	13.014.988	-8.961.624	-1.685.041	2.185.984	182.339	2.368.323	9.477.643.247	4.257.573.757	9.455.874.776	17.887.597.200	27.343.471.976
Tenerife	Gran Canaria	26.693.795	32.128.781	58.822.576	-22.685.995	-20.493.417	4.007.801	11.635.364	15.643.165	143.879.168.340	207.900.737.810	143.888.144.349	524.584.963.193	668.473.107.542
Gran Canaria	Lanzarote	7.866.672	24.867.892	32.734.564	-33.974.000	-5.789.261	-26.107.329	19.078.631	-7.028.698	11.879.297.202	38.368.878.592	11.883.524.240	68.536.229.912	80.419.754.152
Gran Canaria	Fuerteventura	25.324.536	22.839.837	48.164.373	-63.805.618	-9.859.682	-38.481.082	12.980.154	-25.500.927	42.691.312.336	47.256.752.108	42.679.959.065	131.164.163.262	173.844.122.327
Fuerteventura	Lanzarote	10.162.222	11.292.020	21.454.242	-3.454.240	-2.601.636	6.707.982	8.690.384	15.398.366	24.918.435.750	57.876.740.895	24.919.327.176	140.292.673.503	165.212.000.679
La Palma	La Gomera	604.565	218.096	822.662	-6.122.812	-69.149	-5.518.246	148.948	-5.369.298	29.917.008	82.470.762	23.495.777	198.639.994	222.135.771

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: *EP*, excedente del productor sin externalidades; *EC* excedente del consumidor sin externalidades; *EC+EP*, suma de los dos conceptos anteriores; *E(XP)*, externalidades imputables al productor; *E(XC)* externalidades imputables al consumidor; *EP (con ext.)*, excedente del productor sin externalidades; *EC (con ext.)*, excedente del consumidor con externalidades y *ES*, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 52 Excedentes escenario base y variaciones (Canarias: total modo marítimo)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Tenerife	El Hierro	2.697.185	3.458.333	6.155.519	-22.268.569	-8.651.631	-19.571.384	-5.193.298	-24.764.682	12.942.033.620	25.839.605.929	12.926.391.473	64.592.528.753	77.518.920.226
Tenerife	La Palma	20.276.909	13.807.197	34.084.106	-49.286.912	-10.590.276	-29.010.003	3.216.921	-25.793.082	46.590.932.893	42.336.165.151	46.555.762.820	131.171.848.763	177.727.611.583
Tenerife	La Gomera	52.936.953	57.108.908	110.045.861	-45.875.321	-29.866.412	7.061.632	27.242.495	34.304.128	263.721.284.991	534.641.489.734	263.689.131.783	1.340.349.225.014	1.604.038.356.796
Tenerife	Gran Canaria	56.473.539	56.983.788	113.457.327	-45.976.248	-69.714.478	10.497.290	-12.730.690	-2.233.400	1.490.401.381.957	1.429.977.267.113	1.490.375.504.175	4.331.063.462.740	5.821.438.966.915
Gran Canaria	Lanzarote	9.836.001	27.002.491	36.838.492	-39.100.184	-11.745.548	-29.264.183	15.256.943	-14.007.240	18.393.900.929	42.176.066.360	18.399.401.712	82.662.140.057	101.061.541.770
Gran Canaria	Fuerteventura	36.274.151	33.025.297	69.299.448	-98.572.271	-33.438.435	-62.298.120	-413.138	-62.711.258	512.209.314.715	569.828.852.295	512.174.181.517	1.662.960.681.502	2.175.134.863.019
Fuerteventura	Lanzarote	40.723.294	40.948.639	81.671.933	-14.631.457	-14.159.669	26.091.837	26.788.970	52.880.807	83.177.175.210	222.385.980.617	83.187.030.838	524.375.002.945	607.562.033.783
La Palma	La Gomera	1.102.191	832.348	1.934.538	-30.179.925	-1.040.719	-29.077.735	-208.371	-29.286.106	723.831.409	2.593.275.337	728.155.252	5.896.539.710	6.624.694.963

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: *EP*, excedente del productor sin externalidades; *EC* excedente del consumidor sin externalidades; *EC+EP*, suma de los dos conceptos anteriores; *E(XP)*, externalidades imputables al productor; *E(XC)* externalidades imputables al consumidor; *EP (con ext.)*, excedente del productor sin externalidades; *EC (con ext.)*, excedente del consumidor con externalidades y *ES*, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 53 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: pasajeros avión)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Canarias	Madeira	60.380.408	20.313.049	80.693.457	-1.793.021	-1.025.338	58.587.388	19.287.711	77.875.099	11.107.873	41.360.616	11.588.432	42.137.558	53.725.990
Canarias	Azores	1.004.122	351.373	1.355.495	-241.171	41.404	762.951	392.777	1.155.728	1.384.376	713.736	914.230	497.805	1.412.035
Canarias	Cabo Verde	5.189.031	908.172	6.097.204	-795.030	208.332	4.394.001	1.116.504	5.510.505	17.891.784	2.932.900	17.937.258	2.565.352	20.502.609
Madeira	Azores	331.832	433.711	765.543	-814.748	170.588	-482.916	604.298	121.382	3.897.874	749.020	4.222.943	460.707	4.683.650
Madeira	Cabo Verde	0	0	0	0	0	0	0	0	2.699.898	32.202	2.699.898	32.202	2.732.101
Azores	Cabo Verde	5.337.252	209.004	5.546.256	-305.403	46.440	5.031.849	255.444	5.287.293	13.741.285	587.968	13.454.097	324.234	13.778.330

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: *EP*, excedente del productor sin externalidades; *EC* excedente del consumidor sin externalidades; *EC+EP*, suma de los dos conceptos anteriores; *E(XP)*, externalidades imputables al productor; *E(XC)* externalidades imputables al consumidor; *EP (con ext.)*, excedente del productor sin externalidades; *EC (con ext.)*, excedente del consumidor con externalidades y *ES*, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 54 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: pasajeros barco)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Canarias	Madeira	7.117.212	167.252	7.284.463	-12.262	-2.532	7.104.950	164.720	7.269.670	10.012.108	439.698	9.123.990	339.334	9.463.325
Canarias	Azores	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	816.473	42.841	575.417	37.578	612.995					
Canarias	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	1.353.144	6.056	1.286.676	-287	1.286.389					
Madeira	Azores	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	926.621	34.843	837.064	31.397	868.461					
Madeira	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	114.510	-444	114.510	-444	114.066					
Azores	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	413.119	84	413.119	84	413.203					

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: EP, excedente del productor sin externalidades; EC excedente del consumidor sin externalidades; EC+EP, suma de los dos conceptos anteriores; E(XP), externalidades imputables al productor; E(XC) externalidades imputables al consumidor; EP (con ext.), excedente del productor sin externalidades; EC (con ext.), excedente del consumidor con externalidades y ES, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 55 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: mercancías barco)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Canarias	Madeira	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	9.474.691	-14.359.607	-6.232.585	-18.471.476	-24.704.062					
Canarias	Azores	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	-13.426.149	-1.246.413	-21.878.716	-1.831.550	-23.710.266					
Canarias	Cabo Verde	-46.764.616	37.862.579	-8.902.037	-1.793.021	-1.025.338	-48.557.637	36.837.241	-11.720.395	-66.179.051	141.605.637	-70.975.680	141.043.390	70.067.710
Madeira	Azores	12.414.755	3.008.062	15.422.817	-157.548	-110.491	12.257.207	2.897.571	15.154.779	735.105	6.891.058	-1.275.391	6.741.467	5.466.076
Madeira	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	4.471	121	-29.629	-26.785	-56.414					
Azores	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	784	38	-18.943	-15.527	-34.470					

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: ver tabla anterior.

Tabla 56 Excedentes escenario base y variaciones (Macaronesia: total barco)

Desde	Hacia	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext.)	EC (con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (con ext.)	ΔEC (con ext.)	ΔES
Canarias	Madeira	7.117.212	167.252	7.284.463	-12.262	-2.532	7.104.950	164.720	7.269.670	19.486.798	-13.919.909	2.891.405	-18.132.142	-15.240.737
Canarias	Azores	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	-12.609.676	-1.203.572	-21.303.299	-1.793.972	-23.097.270					
Canarias	Cabo Verde	-46.764.616	37.862.579	-8.902.037	-1.793.021	-1.025.338	-48.557.637	36.837.241	-11.720.395	-64.825.908	141.611.693	-69.689.004	141.043.103	71.354.099
Madeira	Azores	12.414.755	3.008.062	15.422.817	-157.548	-110.491	12.257.207	2.897.571	15.154.779	1.661.726	6.925.901	-438.327	6.772.864	6.334.537
Madeira	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	118.980	-323	84.881	-27.229	57.652					
Azores	Cabo Verde	Sin servicio	Sin servicio	Sin servicio	413.903	122	394.177	-15.443	378.733					

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: ver tabla anterior

5.9. Estimación de las inversiones iniciales necesarias

La inversión necesaria para las diferentes conexiones evaluadas en este trabajo se restringe a las infraestructuras de transporte, es decir puertos y aeropuertos. El material móvil, barcos y aviones, se considera una inversión privada que no debe incluirse en esta cuenta. Actualmente se asume que la flota se encuentra en régimen de alquiler o *leasing*, mientras que para el futuro se considerará parte de la inversión de los operadores.

De manera conservadora, y con ánimo de simplificar el análisis, se considera que la inversión de adecuación al tráfico potencial se efectúa al inicio del periodo de análisis. Se supone que es un criterio conservador, puesto que esta decisión asume que la infraestructura estará sobredimensionada durante una buena parte del periodo de análisis. En algunos casos, la inversión será necesaria solo a mediados o al final del periodo.

Aeropuertos

El marco regulatorio del sistema aeroportuario español se plasma en el Documento de Regulación Aeroportuaria DORA 2017-2021. En este documento se establece el nivel de utilización de las infraestructuras para los volúmenes de pasajeros, operaciones y carga para cada año del periodo regulatorio.

Conocidos estos valores, y las cantidades potenciales en el futuro se puede estimar el déficit de capacidad existente por cada uno de estos elementos de un aeropuerto: campo de vuelo, plataforma de estacionamiento, terminal de pasajeros y terminal de carga. Las actuaciones

necesarias para ampliar la capacidad se extraen de los planes directores de los aeropuertos afectados¹³³.

Se asume que el resto de los tráficos del aeropuerto crecen en la misma proporción que el conjunto de tráfico considerado en este trabajo, interinsular y macaronesio. Así, se obtienen los niveles de utilización futuros y las ampliaciones necesarias para volver a niveles de utilización con un nivel elevado de calidad de servicio. Estas cantidades se imputan a cada ruta de acuerdo con su peso relativo en el escenario futuro, dentro del conjunto de rutas del aeropuerto.

Una vez traducida la inversión en las cantidades físicas en términos de superficies edificadas, puestos de estacionamiento para aviones y otros elementos del campo de vuelo que es necesario construir, se aplican precios estimativos por unidad¹³⁴, para obtener el monto de la inversión necesaria.

Para aquellos aeropuertos en territorio portugués y caboverdiano, los volúmenes de tráfico generados no suponen un impacto significativo frente a los volúmenes de tráfico totales, y, sobre todo de cara a las capacidades existentes en la actualidad. Se asume que las inversiones serán soportadas por otras rutas con mayor peso relativo dentro del *mix* de las ciudades infraestructuras.

¹³³ Los planes directores de los aeropuertos contienen las obras necesarias para el desarrollo previsible del aeropuerto con un estudio económico. Dichas estimaciones son de principios de la década de los 2000 y los precios se han actualizado con el IPC. Ver Aena (2001-2002).

¹³⁴ Ver nota anterior.

Para el aeropuerto $apto$, la inversión I_o imputable al tráfico considerado en este trabajo se determina así:

$$I_{o,apto} = (w_{inter,apto} + w_{macar,apto}) \cdot I_{apto} \quad (110)$$

Donde w es el peso relativo en el aeropuerto $apto$, de los tráficos interinsulares canario (subíndice $inter$) y entre archipiélagos de la región macaronesia (subíndice $macar$). Las inversiones necesarias estimadas se encuentran en el Apéndice 2, Tabla 79.

En el siguiente paso, la inversión se reparte entre las rutas existentes en el aeropuerto $apto$ tal que así:

$$I_{o,ij} = w_{ij} \cdot I_{o,apto} \quad (111)$$

Donde w_{ij} es el peso de la ruta ij dentro del total de rutas analizadas

Puertos

En el caso de la infraestructura portuaria, el marco regulatorio no incentiva la publicidad de los niveles de uso de los puertos, mucho menos se hacen proyecciones futuras de carácter abierto. Los niveles de utilización se estiman en base a la información encontrada en la prensa y otros medios digitales. De esta manera se gana conocimiento de las deficiencias de cada puerto y se pueden deducir heurísticamente qué proyectos pueden ser necesarios en el futuro. Las inversiones propuestas se clasifican en actuaciones de ampliación de diques, explanadas, terminales y accesos; ver Tabla 80.

En algunos casos existen ya varias alternativas de proyecto para adecuar el puerto a la demanda futura¹³⁵. Se opta por la alternativa que requiera menor inversión de entre las posibles planteadas en el debate público.

Para el puerto pto , las inversiones se estiman de manera similar a las del entorno aeroportuario. De la inversión total I_{pto} a ejecutar en el puerto p , se considera imputable solo la proporción que representan el tráfico interinsular w_{inter} y con la región macaronesia w_{macar} , dentro del crecimiento esperado para el puerto.

$$I_{o,pto} = (w_{inter,pto} + w_{macar,pto}) \cdot I_{pto} \quad (112)$$

Las proporciones se centran solo en las posibilidades de la carga de pago típicas de los buques Ro-Pax, es decir, pasajeros, vehículos en régimen de pasaje y semirremolques con/sin cabezas tractoras. La imputación para cada ruta concreta ij , se hace siguiendo las proporciones de cada ruta dentro del total de rutas consideradas en este trabajo para el puerto, pto . Por último, se suman las inversiones para cada puerto imputadas a la ruta ij .

$$I_{o,ij,pto} = w_{ij,p} \cdot I_{o,pto} \quad (113)$$

$$I_{o,ij} = I_{o,ij,ptoi} + I_{o,ij,ptoj} \quad (114)$$

¹³⁵ El caso más relevante es la ampliación del Puerto de los Cristianos. Las instalaciones actuales se hallan insertadas en el casco urbano de este núcleo turístico, causando problemas de congestión en la ciudad cuando llegan los barcos. La alternativa planteada por las autoridades tinerfeñas es un puerto de nueva construcción junto a la localidad de Alcalá, unos 20 km más al norte. La otra posibilidad sería una ampliación y mejora de la integración del Puerto de Los Cristianos y de sus accesos.

5.10. Resultados de los indicadores de rentabilidad social¹³⁶

La Tabla 57 y siguientes muestran los resultados del análisis de viabilidad socioeconómica de las ampliaciones de capacidad de las infraestructuras necesarias para gestionar el tránsito creciente hasta el escenario 2043. La tabla se organiza de la siguiente manera:

- En las primeras columnas, se encuentran las conexiones analizadas, junto con la tasa de retorno requerida en proyectos de infraestructuras de transporte para cada ruta.
- A continuación, se muestra la inversión inicial, que se abordaría al inicio del periodo considerado, 2018-2043.
- Las siguientes columnas contemplan el análisis de rentabilidad según los criterios descritos en los apartados anteriores:
 - El VAN, que debe ser un valor positivo
 - La diferencia entre la TIR y la tasa de retorno ρ debe ser positiva igualmente
 - La ratio Beneficio-Coste B/C debe ser superior a 1,3

En caso de conflicto prevalecerá el VAN como criterio determinante, quedando el resultado de la decisión en la última columna.

La información mostrada en las tablas mencionadas permite extraer las siguientes conclusiones:

¹³⁶ Como necesario complemento al apartado actual, el apartado 5.11 se analiza rentabilidad desde el punto de vista del productor, magnitud con la que se extraen las conclusiones de esta tesis.

- Conexiones con $\Delta ES > 0$ y viabilidad socioeconómica: en este caso la transición a la demanda potencial de cara al futuro es rentable social y financieramente.
- Conexiones con $\Delta ES > 0$ e inviabilidad socioeconómica: en primera instancia, este proyecto no es viable desde el punto social y no debería acometerse. No obstante, una redistribución de las inversiones a realizar para aligerar las inversiones. Esto es una forma de subsidio cruzado entre proyectos, opción que sería posible en el marco de este trabajo, ya que la suma de beneficios supera notablemente la suma de inversiones.
- Conexiones con $\Delta ES < 0$: estas conexiones quedaban descartadas del análisis de rentabilidad puesto que no son socialmente rentables.

Si se hace un análisis de rentabilidad en términos agregados para todas las conexiones, el resultado sería que se cumplen los criterios de viabilidad social en términos globales. No obstante, considerando las rutas a nivel individual, solo cumpliría con este criterio una parte de ellas. En este sentido, también resulta determinante la asignación de inversión inicial a cada ruta. Estas partidas, tal y como han sido planteadas en el Apéndice 2 se enfocan a infraestructuras concretas y luego se imputan a cada ruta.

El criterio seguido en dicha imputación de costes es el de proporcionalidad en el número de pasajeros. Según este método de reparto, de las 40 conexiones consideradas, donde solo 34 tendrían excedente social positivo ($\Delta ES > 0$); todas cumplirían con los tres criterios de decisión. En las 7 conexiones restantes, al ser $\Delta ES < 0$ los tres criterios serían negativos no recomendándose la inversión para poder explotar dicha ruta.

El hecho de que una parte de las conexiones sean socialmente rentables y otras no, nos sitúa ante la siguiente disyuntiva. En términos globales el conjunto de ellas parece ser rentable, aunque algunas de ellas por sí solas no lo son.

Aparece entonces la cuestión de los subsidios cruzados, que en principio son desaconsejables pues podrían incentivar las inversiones inviables frente a otras que sí lo serían en otros proyectos. Se trata, en cualquier caso, de una decisión que en la que acaban considerándose otros valores, como la equidad social y territorial, los cuales ya impregnan multitud de políticas que afectan a los archipiélagos de la región macaronesia. De cualquier manera, al haberse repartido las inversiones entre todas las rutas proporcionalmente al número de pasajeros, cabría redistribuir la imputación de inversiones entre aquellos proyectos que sí son financieramente rentables por dos motivos:

En primer lugar, algunas inversiones deben ser acometidas, en cualquier caso, por lo que siempre convendrá añadir cuantos más pasajeros posibles para repartir los costes entre una base más amplia, siempre que su impacto social sea positivo. Desde este punto de vista, cabría contemplar las inversiones para aquellas rutas que son financieramente deficitarias, pero socialmente rentables, imputando una parte de la inversión necesaria entre el resto de las rutas que hagan uso de la infraestructura en cuestión. Esta situación, sin embargo, no se estaría dando con los resultados mostrados en la Tabla 57 y siguientes¹³⁷.

En segundo lugar, esta última sería una posibilidad que cabría considerar si se desea permitir subsidios cruzados entre los diferentes proyectos porque, más allá de los beneficios sociales aquí considerados, posiblemente deba contabilizarse el impacto que puedan generar, más allá del transporte, el incremento de desplazamientos aquí considerados. Al igual que existen subsidios cruzados a nivel estatal dentro de la red de Aena y de Puertos

¹³⁷ Tal y como se ha mencionado en notas anteriores; se ha dispuesto agrupar las tablas con los resultados ya que se encuentran en hojas con disposición horizontal, con la desventaja de quedar separadas del texto que las analiza. Ver págs. 260-261.

del Estado, cabe aplicar esta filosofía dentro del entorno más amplio de la región Madeira, Azores y Canarias, reconocida como tal por la UE, e incluso añadir Cabo Verde al compartir no solo elementos geográficos sino también culturales.

Tabla 57 Resultados del análisis de rentabilidad social (Canarias: modo aéreo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad Proyecto			
Desde	Hacia	ρ	I_0 [EUR]	VAN [EUR]	TIR- ρ	B/C	Viabilidad
Tenerife	El Hierro	6%	23.829.127	408.632.987.107	13413%	17.149	Sí
Tenerife	La Palma	6%	73.634.226	4.517.649.201.904	47745%	61.354	Sí
Tenerife	La Gomera	6%	90.762.710	143.611.857.923	1317%	1.583	Sí
Tenerife	Gran Canaria	6%	47.062.886	2.140.634.862.664	35421%	45.486	Sí
Tenerife	Lanzarote	6%	14.213.930	724.139.590.173	39662%	50.947	Sí
Tenerife	Fuerteventura	6%	5.414.563	1.010.984.580.231	145109%	186.717	Sí
Gran Canaria	El Hierro	6%	6.885.424	25.600.962.425	2979%	3.719	Sí
Gran Canaria	La Palma	6%	20.455.954	198.093.334.177	7615%	9.685	Sí
Gran Canaria	La Gomera	6%	2.824.049	68.099.408.716	18823%	24.115	Sí
Gran Canaria	Lanzarote	6%	51.852.652	10.182.831.251.640	152615%	196.381	Sí
Gran Canaria	Fuerteventura	6%	29.854.237	5.257.965.460.309	136881%	176.122	Sí
La Palma	El Hierro	6%	2.274.049	-7.563.927	N/A!	-2,33	No
La Palma	La Gomera	6%	2.824.049	23.445.202	25%	9,30	Sí
La Palma	Lanzarote	6%	3.823.891	50.655.657	33%	14,25	Sí
La Palma	Fuerteventura	6%	1.624.049	8.676.246	18%	6	Sí
La Gomera	El Hierro	6%	1.850.000	16.530.121.341	7033%	8.936	Sí
La Gomera	Lanzarote	6%	3.399.842	11.190.116.687	2647%	3.292	Sí
La Gomera	Fuerteventura	6%	1.200.000	53.512.458.162	34729%	44.595	Sí
El Hierro	Lanzarote	6%	650.000	2.498.563.694	3077%	3.845	Sí
El Hierro	Fuerteventura	6%	1.529.937	3.311.563.251	1771%	2.166	Sí

Fuente: elaboración propia. En esta tabla, ρ representa la tasa social de descuento. El criterio $TIR - \rho > 0$ significa que la TIR del proyecto ha de ser mayor que la tasa social de descuento para ser rentable. La TIR no se puede calcular si los flujos son todos negativos; entonces figura N/A. El criterio $B/C > 1,3$, implica que el beneficio social neto han de superar en un 30% a los costes económicos del proyecto. Si se cumplen los tres criterios se considerará socialmente viable el proyecto, en caso de no cumplirse uno de estos dos últimos criterios, pero con $VAN > 0$, entonces se indicará en la columna derecha de la tabla.

Tabla 58 Resultados del análisis de rentabilidad social (Canarias: modo marítimo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad Proyecto			
Desde	Hacia	ρ	I_0 [EUR]	VAN [EUR]	TIR- ρ	B/C	Viabilidad
Tenerife	El Hierro	6%	13.800.000	787.285.173.204	44403%	57.051	Sí
Tenerife	La Palma	6%	16.800.000	1.731.660.030.461	80149%	103.076	Sí
Tenerife	La Gomera	6%	60.600.000	16.381.546.327.982	210043%	270.324	Sí
Tenerife	Gran Canaria	6%	50.820.000	5.652.054.291.508	86473%	111.218	Sí
Gran Canaria	Lanzarote	6%	20.000.000	626.783.932.427	24434%	31.340	Sí
Gran Canaria	Fuerteventura	6%	51.852.652	21.509.630.791.839	322270%	414.823	Sí
Fuerteventura	Lanzarote	6%	26.000.000	540.706.135.712	16246%	20.797	Sí
La Palma	La Gomera	6%	600.000	67.093.161.312	86942%	111.823	Sí

Fuente: elaboración propia. En esta tabla, ρ representa la tasa social de descuento. El criterio TIR - $\rho > 0$ significa que la TIR del proyecto ha de ser mayor que la tasa social de descuento para ser rentable. La TIR no se puede calcular si los flujos son todos negativos; entonces figura N/A. El criterio B/C > 1,3, implica que el beneficio social neto han de superar en un 30% a los costes económicos del proyecto. Si se cumplen los tres criterios se considerará socialmente viable el proyecto, en caso de no cumplirse uno de estos dos últimos criterios, pero con VAN>0, entonces se indicará en la columna derecha de la tabla.

Tabla 59 Análisis de rentabilidad social (Macaronesia: pasajeros, modo aéreo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad Proyecto			
Desde	Hacia	ρ	I_0 [EUR]	VAN [EUR]	TIR- ρ	B/C	Viabilidad
Canarias	Madeira	5,5%	1.800.000	294.996.295	179%	165	Sí
Canarias	Azores	5,5%	8.343.559	-543.113	-0,5%	0,9	No
Canarias	Cabo Verde	8,0%	8.303.559	72.459.404	29%	9,7	Sí
Madeira	Azores	5,0%	3.040.000	24.747.430	23%	9,14	Sí
Madeira	Cabo Verde	7,5%	5.380.000	6.107.194	6%	2,1	Sí
Azores	Cabo Verde	7,5%	3.040.000	54.891.378	45%	19	Sí

Fuente: elaboración propia. En esta tabla, ρ representa la tasa social de descuento. El criterio TIR - $\rho > 0$ significa que la TIR del proyecto ha de ser mayor que la tasa social de descuento para ser rentable. La TIR no se puede calcular si los flujos son todos negativos; entonces figura N/A. El criterio B/C > 1,3, implica que el beneficio social neto han de superar en un 30% a los costes económicos del proyecto. Si se cumplen los tres criterios se considerará socialmente viable el proyecto, en caso de no cumplirse uno de estos dos últimos criterios, pero con VAN>0, entonces se indicará en la columna derecha de la tabla.

Tabla 60 Análisis de rentabilidad social (Macaronesia: modo marítimo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad Proyecto			
Desde	Hacia	ρ	I_0 [EUR]	VAN [EUR]	TIR- ρ	B/C	Viabilidad
Canarias	Madeira	5,5%	50.000.000	-81.915.922	N/A	-0,64	No
Canarias	Azores	5,5%	20.000.000	-144.208.964	N/A	-6,21	No
Canarias	Cabo Verde	8,0%	6.000.000	280.142.168	90%	47,69	Sí
Madeira	Azores	5,0%	10.000.000	32.734.367	13%	4,27	Sí
Madeira	Cabo Verde	7,5%	6.000.000	-5.278.009	-13%	0,12	No
Azores	Cabo Verde	7,5%	10.000.000	-6.670.282	-7%	0,33	No

Fuente: elaboración propia. Para más explicaciones ver nota al pie de las tablas anteriores.

5.11. Beneficio económico de los productores

Una vez se han analizado la conveniencia del proyecto desde el punto de vista del conjunto de la sociedad a través del excedente social y sus variaciones, conviene conocer la rentabilidad desde el punto de vista de las empresas transportistas.

En primer lugar se debe calcular el beneficio empresarial en ambos escenarios, actual y futuro. Para no añadir complejidad adicional a la tarea, se diferenciará por ruta y modo de transporte, aunque no se hará ni por empresa, ni entre el tráfico de pasajeros y mercancías cuando ambos compartan vehículo.

Para la ruta entre i y j , los beneficios de su explotación π se calcularían mediante la expresión ingresos IN menos costes totales C :

$$\pi_{ij} = IN_{ij} - C_{ij} \quad (115)$$

Conocemos la función de costes del mercado, suma de costes fijos CF y costes variables, calculados integrando los costes marginales CMG :

$$C_{ij} = CF_{ij} + \int CMG_{ij} dq_{ij} = CF_{ij} + g \cdot q_{ij} + h \cdot \frac{q_{ij}^2}{2} \quad (116)$$

Los costes fijos se imputan a cada conexión en función del número de unidades transportadas. Para pasar de un escenario a otro, se asume que una proporción w de los costes fijos son invariables, un 34%, mientras que el resto son costes variables a largo plazo y aumenta proporcionalmente con las unidades transportadas.

$$CF_{2043} = w \cdot CF_{2018} + (1 - w) \cdot CF_{2018} \cdot \Delta q \quad (117)$$

También se conocen los ingresos, como producto del precio medio por las cantidades transportadas y añadiendo las subvenciones SV que recibe el transportista:

$$IN_{ij} = \sum p_{ij} \cdot q_{ij} + SV_{ij} \quad (118)$$

Una vez conocidos los flujos de beneficios al comienzo y al final de periodo, se asumirá una evolución lineal de esta magnitud entre el comienzo y el final del periodo. con ello, conocida la inversión inicial que han de efectuar las empresas y el tipo de interés nominal i como coste de la financiación, el $VAN_{fin,ij}$ para la ruta entre i y j se obtiene mediante la siguiente expresión, que habrá de ser superior a 0:

$$VAN_{fin,ij} = -I_{0,ij} + \sum_{t=1}^{25} \frac{\Delta\pi_{ij}}{(1+i_{ij})^t} \geq 0 \quad (119)$$

El valor del tipo de interés para 2018 se toma de Banco de España (2021) igual a 4,3%; asumiéndose que las empresas que operan las rutas son españolas, y en el caso de que sea portuguesa, se asume que esta será similar a la española¹³⁸.

Un criterio adicional será que la inversión inicial pueda pagarse con los beneficios que genere en menos de 10 años, para lo cual el periodo de retorno o *payback* del proyecto PB , que, si considerásemos la corriente de beneficios actualizada con el tipo de interés nominal i , y el tiempo t expresado en años, como una variable continua, quedaría expresado así:

$$PB_{ij} = N / \int_0^N \frac{\Delta\pi_{ij}(t)}{(1+i)^t} dt = -I_{0,ij} \quad (120)$$

¹³⁸ Sabemos que los tipos de interés no son iguales en ambos países. Sin embargo, no hemos logrado obtener una magnitud que se corresponda con la obtenida en Banco de España (2021), por lo que asumiremos los valores de esta fuente para todas las rutas.

N sería el número de años necesarios para recuperar la inversión inicial. El *payback* debería tener un valor menor que 10. Si se cumplen ambos criterios, y la TIR es superior al tipo de interés nominal, los productores deberán acometer el proyecto de crecimiento.

Resultados empíricos

Los datos de la Tabla 61 y siguientes muestran los valores del beneficio de explotación (EBITDA) para las empresas tanto en el escenario actual como en el futuro. Cabe destacar que existe una diferencia importante en la contabilización de ambos escenarios, mientras que en el primero se ha asumido que el material móvil se encuentra ya en propiedad o en régimen de alquiler, en el escenario futuro se incluiría como inversión; por tanto en el primer caso los gastos financieros y la amortización serían nulos, mientras que en el segundo escenario, no se encontrarían contabilizados en esta cuenta.

Tabla 61 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Canarias, modo aéreo)

Desde	Hacia	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Tenerife	El Hierro	218.625	3.645.182
Tenerife	La Palma	494.962	9.293.681
Tenerife	La Gomera	265.294	6.208.657
Tenerife	Gran Canaria	-3.997.028	90.632.417
Tenerife	Lanzarote	7.105.215	40.003.443
Tenerife	Fuerteventura	3.636.038	22.288.648
Gran Canaria	El Hierro	1.643.717	6.462.415
Gran Canaria	La Palma	2.517.588	16.870.415
Gran Canaria	La Gomera	116.676	8.471.563
Gran Canaria	Lanzarote	-731.145	38.604.358
Gran Canaria	Fuerteventura	2.368.721	22.118.808
La Palma	El Hierro	33.742	1.428.661
La Palma	La Gomera	327.675	3.136.632
La Palma	Lanzarote	341.411	13.767.990
La Palma	Fuerteventura	259.519	2.402.992
La Gomera	El Hierro	20.874	1.014.715
La Gomera	Lanzarote	11.566	3.867.301
La Gomera	Fuerteventura	12.678	11.068.225
El Hierro	Lanzarote	49.807	1.514.377
El Hierro	Fuerteventura	5.425	1.638.849

Fuente: elaboración propia.

Para el modo aéreo se observa que la mayoría de las rutas generan beneficio operativo, en el caso del escenario futuro solo el Tenerife-Gran Canaria y el Gran Canaria-Lanzarote no lo serían¹³⁹.

Para el modo marítimo, en la Tabla 62, de nuevo todas las rutas salvo el Tenerife-Gran Canaria y el Gran Canaria-Lanzarote tendrían un resultado de explotación positivo en el escenario inicial. En el escenario futuro solo la segunda tendría resultado negativo. Los resultados mostrados auguran que un incremento de los volúmenes transportados y de las operaciones será altamente positivo para las empresas navieras.

Tabla 62 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Canarias, modo marítimo)

Desde	Hacia	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Tenerife	El Hierro	2.821.821*	22.649.614
Tenerife	La Palma	9.394.810	44.221.799
Tenerife	La Gomera	28.545.002	79.674.192
Tenerife	Gran Canaria	-20.438.883	48.635.572
Gran Canaria	Lanzarote	-8.077.394	-4.652.959
Gran Canaria	Fuerteventura	10.718.319	109.861.533
Fuerteventura	Lanzarote	19.001.899	181.268.460
La Palma	La Gomera	28.171**	4.192.501

Fuente: elaboración propia. Incluye pasajeros y mercancías. *Nótese que la ruta Tenerife-El Hierro sería deficitaria de no estar subvencionada. **En este caso la contabilización que hacemos es un tanto arbitraria, pudiéndose repartir los costes de otra manera para que queden repartidos entre el Tenerife-La Palma y el Tenerife-La Gomera.

En el contexto de la región Macaronesia, el escenario de transporte de pasajeros en la actualidad supone, en los términos aquí considerados pérdidas operativas para el Canarias-Cabo Verde tal y como se observa en la Tabla 63.

¹³⁹ A priori, estas rutas deberían estar entre las más rentables al contar con un elevado volumen de pasajeros. En el caso del Gran Canaria-Lanzarote, la ausencia de una competencia efectiva por modo marítimo, cuestiona los resultados de este modelo. En ambos casos el resultado operativo se ve lastrado por el crecimiento del coste marginal tanto con las cantidades transportadas como con la distancia.

Tabla 63 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Macaronesia, modo aéreo)

Desde	Hacia	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Canarias	Madeira	999.595	34.489.911
Canarias	Azores	304.088	22.262.437
Canarias	Cabo Verde	-1.265.430	7.041.436
Madeira	Azores	672.332	1.384.980
Madeira	Cabo Verde	0	3.813.945
Azores	Cabo Verde	803.652	36.965.016

Fuente: elaboración propia

La consideración del alquiler del material móvil dentro de esta cuenta podría lastar los resultados¹⁴⁰. Es posible que la estimación de las tarifas en las rutas desde Canarias haya sido más baja de lo real, ya que la información disponible es limitada. Para las rutas entre Madeira y Azores, la información de tarifas medias es más completa.

En lo referente al modo marítimo, en Tabla 64, las rutas entre Canarias-Madeira y Madeira-Azores muestra discretos resultados de explotación. Sin embargo el Canarias-Cabo Verde¹⁴¹ arroja un resultado muy negativo.

Tabla 64 Beneficio empresarial desglosado por ruta (Macaronesia, modo marítimo)

Desde	Hacia	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Canarias	Madeira	45.629	-219.632.608
Canarias	Azores		-45.006.230
Canarias	Cabo Verde	-59.822.705	-366.365.835
Madeira	Azores	1.325.381	-2.152.837
Madeira	Cabo Verde		231.551
Azores	Cabo Verde		200.858

Fuente: elaboración propia. En el escenario inicial Canarias-Madeira transporta pasajeros y mercancías mientras que las otras dos se dedican exclusivamente a la carga. En el escenario futuro se considera que se transportan ambas categorías.

¹⁴⁰ Probablemente el EBITDA del Canarias Cabo Verde sea positivo una vez restado el alquiler de los aviones que operan esta ruta.

¹⁴¹ Como se ha comentado anteriormente, si se incluyesen las escalas en otros puertos del África Occidental que tienen las conexiones actuales que unen ambos archipiélagos se estaría repartiendo el coste y aumentando los ingresos, con lo que la ruta tendría un resultado probablemente positivo.

Beneficios sociales en el transporte interinsular en Canarias y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde

Solo Madeira-Cabo Verde y Azores-Cabo Verde, dos rutas no son socialmente viables por el elevado importe de la inversión y la baja demanda, resultarían viables para el operador.

Rentabilidad financiera

La sección anterior, con un análisis de los resultados operativos futuros no consideran la depreciación y amortización de las inversiones necesarias para hacer frente a crecimiento de la demanda, ni tampoco del coste de su financiación.

Por ello en este apartado se procede a analizar en qué medida son las rutas anteriores capaces de reponer el coste de la inversión realizada al inicio del periodo considerado. En este caso la inversión que acometen las empresas operadoras serían adquisiciones de nuevos vehículos, como la construcción o ampliación de nuevas terminales portuarias en el caso del transporte marítimo.

En la Tabla 65 y siguientes se analiza la rentabilidad financiera a través de varios criterios, tal y como se ha explicado en el apartado 5.10. Finalmente en la última columna se procede a considerar el proyecto de ampliación según su viabilidad desde el punto de vista de la compañía operadora.

En el caso del transporte aéreo interinsular canario los resultados operativos de la sección anterior son suficientes para financiar las inversiones necesarias. Hay tres excepciones, los trayectos La Palma-El Hierro y La Gomera-El Hierro no generan flujos de caja suficientes como para hacer rentable su conversión en ruta directa. El Tenerife-Gran Canaria no cumpliría con el criterio de *payback* aunque sí con los demás.

Tabla 65 Rentabilidad financiera del transportista (Canarias, modo aéreo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad				
Desde	Hacia	i [%]	I0 [EUR]	VANfin [EUR]	TIR-i [%]	Payback [años]	B/C [-]	Viabilidad
Tenerife	El Hierro	4,3%	-5.895.260	20.111.387	14%	9,5	4,4	Sí
Tenerife	La Palma	4,3%	-11.869.405	53.899.707	16%	7,4	5,5	Sí
Tenerife	La Gomera	4,3%	-13.130.710	30.244.387	10%	9,9	3,3	Sí
Tenerife	Gran Canaria	4,3%	-130.890.295	434.620.551	12%	11,3	3,3	No
Tenerife	Lanzarote	4,3%	-24.136.766	301.733.026	42%	2,7	13,5	Sí
Tenerife	Fuerteventura	4,3%	-20.745.918	158.043.103	28%	4,2	8,6	Sí
Gran Canaria	El Hierro	4,3%	-4.214.685	52.692.390	48%	2,3	13,5	Sí
Gran Canaria	La Palma	4,3%	-13.637.547	119.672.166	30%	3,9	9,8	Sí
Gran Canaria	La Gomera	4,3%	-10.228.592	46.846.375	16%	8,0	5,6	Sí
Gran Canaria	Lanzarote	4,3%	-54.870.952	194.357.459	13%	9,6	4,5	Sí
Gran Canaria	Fuerteventura	4,3%	-27.226.537	139.541.295	19%	6,2	6,1	Sí
La Palma	El Hierro	4,3%	-5.884.016	3.862.159	4%	17,3	1,7	No
La Palma	La Gomera	4,3%	-7.420.873	16.157.436	10%	10,2	3,2	No
La Palma	Lanzarote	4,3%	-8.181.372	85.882.057	27%	4,9	11,5	Sí
La Palma	Fuerteventura	4,3%	-2.745.386	15.391.063	21%	5,8	6,6	Sí
La Gomera	El Hierro	4,3%	-4.115.249	2.780.445	4%	17,2	1,7	No
La Gomera	Lanzarote	4,3%	-3.741.161	21.955.252	18%	7,2	6,9	Sí
La Gomera	Fuerteventura	4,3%	-7.713.325	65.654.239	23%	6,0	9,5	Sí
El Hierro	Lanzarote	4,3%	-1.753.144	8.698.505	17%	7,3	6,0	Sí
El Hierro	Fuerteventura	4,3%	-2.124.906	8.768.986	14%	8,6	5,1	Sí

Fuente: elaboración propia. En esta tabla, *i* representa el tipo de interés nominal. El criterio *payback* representa el tiempo en años necesario para recuperar la inversión inicial, que ha de ser menor que 10. El criterio $B/C > 1,3$, implica que el beneficio financiero actualizado ha de superar en un 30% la inversión inicial efectuada. Si se cumplen los tres criterios se considerará financieramente viable el proyecto de expansión, en caso de no cumplirse uno de los dos últimos criterios, pero con $VAN > 0$, entonces se indicará en la columna derecha de la tabla.

En el caso del transporte marítimo, la Tabla 66 muestra los resultados del análisis de rentabilidad. Tal y como se observa, la conexión Gran Canaria-Lanzarote tendría VAN financiero negativo. Esta ruta, con el Tenerife-Gran Canaria y el La Palma-La Gomera, sería inviable para las empresas operadoras. En el caso del Tenerife-Gran Canaria cumpliría con todos los criterios salvo el *payback* actualizado, que tendría un valor cercano a 19 años, con lo que el proyecto de ampliación podría ser interesante para la empresa operadora.

Tabla 66 Rentabilidad financiera del transportista (Canarias, modo marítimo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad				
Desde	Hacia	i [%]	I0 [EUR]	VANfin [EUR]	TIR-i [%]	Payback [años]	B/C [-]	Viabilidad
Tenerife	El Hierro	4,3%	-25.000.000	149.177.127	22%	5,5	7,0	Sí
Tenerife	La Palma	4,3%	-35.000.000	338.477.444	36%	3,2	10,7	Sí
Tenerife	La Gomera	4,3%	-20.000.000	752.793.632	155%	1,0	38,6	Sí
Tenerife	Gran Canaria	4,3%	-46.428.571	99.737.238	4%	18,9	3,1	No
Gran Canaria	Lanzarote	4,3%	-32.142.857	-132.393.572	N/A	N/A	N/A	No
Gran Canaria	Fuerteventura	4,3%	-57.142.857	762.172.175	38%	3,3	2,7	Sí
Fuerteventura	Lanzarote	4,3%	-53.506.872	1.300.857.794	54%	2,3	1,9	Sí
La Palma	La Gomera	4,3%	-21.428.571	6.563.053	2%	26,0	55,1	No

Fuente: elaboración propia. Ver pie de tabla anterior para más explicaciones

Para el transporte aéreo entre archipiélagos, Tabla 67, todas las conexiones tendrían VAN positivo. Aplicando un criterio más estricto, el Canarias-Cabo Verde no sería rentable.

Tabla 67 Rentabilidad financiera del transportista (Macaronesia, modo aéreo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad				
Desde	Hacia	i [%]	I0 [EUR]	VANfin [EUR]	TIR-i [%]	Payback [años]	B/C [-]	Viabilidad
Canarias	Madeira	4,3%	-15.200.000	221.677.439	34%	4,0	15,58	Sí
Canarias	Azores	4,3%	-8.200.000	141.765.695	36%	3,8	18,29	Sí
Canarias	Cabo Verde	4,3%	-11.904.762	23.820.391	7%	11,0	3,00	No
Madeira	Azores	4,3%	-1.333.333	13.614.651	52%	2,0	11,21	Sí
Madeira	Cabo Verde	4,3%	-3.809.524	21.434.279	17%	7,4	6,63	Sí
Azores	Cabo Verde	4,3%	-26.666.667	224.908.219	23%	5,6	9,43	Sí

Fuente: elaboración propia. Ver pie de tablas anteriores para más explicaciones

En lo tocante al modo marítimo, en Tabla 68, los resultados financieros son negativos para todas las rutas, destacando que ninguna de ellas aporta valores de VAN positivos.

Tabla 68 Rentabilidad financiera del transportista (Macaronesia, modo marítimo)

Conexión			Inversión	Criterios Viabilidad				
Desde	Hacia	i [%]	I0 [EUR]	VANfin [EUR]	TIR-i [%]	Payback [años]	B/C [-]	Viabilidad
Canarias	Madeira	4,3%	-37.914.286	-1.491.229.946	N/A	N/A	-38,33	No
Canarias	Azores	4,3%	-51.628.571	-349.516.563	N/A	N/A	-5,77	No
Canarias	Cabo Verde	4,3%	-46.000.000	-2.985.295.039	N/A	N/A	-63,90	No
Madeira	Azores	4,3%	-5.000.000	-7.852.919	N/A	N/A	-0,57	No
Madeira	Cabo Verde	4,3%	-15.000.000	-13.467.406	-13%	N/A	0,10	No
Azores	Cabo Verde	4,3%	-15.000.000	-13.670.555	-13%	N/A	0,09	No

Fuente: elaboración propia. Ver pie de tabla anterior para más explicaciones.

5.12. Directrices de actuación para escenario futuro

Los resultados expuestos en los dos últimos apartados muestran en qué rutas se debería ampliar los servicios desde el punto de vista del conjunto de la sociedad, por una parte, y de las empresas operadores por otra. Como se ha podido comprobar, existen algunas conexiones donde ambos criterios no coinciden.

En este apartado combinamos información aportada en los apartados anteriores para recomendar finalmente una decisión que contemple el punto de vista de la sociedad en su conjunto de las empresas operadoras, tal y como se muestra en la Tabla 69 y siguientes.

Las combinaciones posibles plantean cuatro posibilidades:

1. Si el proyecto es viable social y financieramente se deberá reforzar el servicio.
2. Si el proyecto es socialmente viable pero no lo es para la empresa transportista, cabrá subvencionarla a esta última, como máximo en el importe del beneficio social estimado.
3. Si el proyecto es socialmente inviable, pero si lo es para la empresa operadora, en este caso no convendría actuar, o incluso se podrían retirar subvenciones existentes.
4. Por último, si el proyecto no es ni social, ni financieramente rentable no se deberá actuar.

En la Tabla 69 se observa que para todas las rutas aéreas dentro del archipiélago canario menos tres, se debería reforzar el servicio manteniendo la política de subvenciones vigente. Para La Palma- El Hierro no se debería actuar, mientras que en el caso de las conexiones La Gomera-El Hierro y La Palma-La Gomera se debería subvencionar la creación de una ruta directa.

Tabla 69 Acciones recomendadas para el escenario futuro (Canarias modo aéreo)

Desde	Hacia	Viabilidad social	Viabilidad financiera transportista	Conclusión
Tenerife	El Hierro	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	La Palma	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	La Gomera	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	Gran Canaria	Sí	No*	Subvencionar
Tenerife	Lanzarote	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	Fuerteventura	Sí	Sí	Reforzar
Gran Canaria	El Hierro	Sí	Sí	Reforzar
Gran Canaria	La Palma	Sí	Sí	Reforzar
Gran Canaria	La Gomera	Sí	Sí	Reforzar
Gran Canaria	Lanzarote	Sí	Sí	Reforzar
Gran Canaria	Fuerteventura	Sí	Sí	Reforzar
La Palma	El Hierro	No	No	No actuar
La Palma	La Gomera	Sí	No	Subvencionar
La Palma	Lanzarote	Sí	Sí	Reforzar
La Palma	Fuerteventura	Sí	Sí	Reforzar
La Gomera	El Hierro	Sí	No	Subvencionar
La Gomera	Lanzarote	Sí	Sí	Reforzar
La Gomera	Fuerteventura	Sí	Sí	Reforzar
El Hierro	Lanzarote	Sí	Sí	Reforzar
El Hierro	Fuerteventura	Sí	Sí	Reforzar

Fuente: elaboración propia. *Relajando uno de los criterios sería rentable.

En el modo marítimo, Tabla 70, el servicio se podría reforzar sin necesidad se subvencionar más las rutas, salvo en el caso del el Gran Canaria-Lanzarote y del La Palma – La Gomera, donde sería necesario aumentar las subvenciones existentes.

Tabla 70 Acciones recomendadas en el escenario futuro (Canarias modo marítimo)

Desde	Hacia	Viabilidad social	Viabilidad financiera transportista	Conclusión
Tenerife	El Hierro	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	La Palma	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	La Gomera	Sí	Sí	Reforzar
Tenerife	Gran Canaria	Sí	No*	Subvencionar
Gran Canaria	Lanzarote	Sí	No	Subvencionar
Gran Canaria	Fuerteventura	Sí	Sí	Reforzar
Fuerteventura	Lanzarote	Sí	Sí	Reforzar
La Palma	La Gomera	Sí	No	Subvencionar

Fuente: elaboración propia. *Relajando uno de los criterios sería rentable.

Para las rutas entre los archipiélagos de la región macaronesia en modo aéreo, en Tabla 71, se observa que la expansión desde el escenario actual hacia el mercado potencial sería deficitaria para el transportista solo en el caso del Canarias-Cabo Verde, donde sería necesario ayudar a la empresa operadora. En el caso del Canarias-Azores se mantendría el *statu quo* quedando a expensas del operador el crecimiento de la ruta.

Tabla 71 Acciones recomendadas en el escenario futuro (Macaronesia modo aéreo)

Desde	Hacia	Viabilidad social	Viabilidad financiera transportista	Conclusión
Canarias	Madeira	Sí	Sí	Reforzar
Canarias	Azores	No	Sí	No subvencionar
Canarias	Cabo Verde	Sí	No	Subvencionar
Madeira	Azores	Sí	Sí	Reforzar
Madeira	Cabo Verde	Sí	Sí	Reforzar
Azores	Cabo Verde	Sí	Sí	Reforzar

Fuente: elaboración propia

Para el transporte marítimo que combine pasajeros y mercancías se nos muestra en la Tabla 72 que habría dos rutas que pueden crecer con apoyo de subvenciones, Canarias-Cabo Verde¹⁴² y Madeira- Azores. Las demás no cumplen las condiciones para hacerlo.

Tabla 72 Acciones recomendadas en el escenario futuro (Macaronesia marítimo)

Desde	Hacia	Viabilidad social	Viabilidad financiera transportista	Conclusión
Canarias	Madeira	No	No	No actuar
Canarias	Azores	No	No	No actuar
Canarias	Cabo Verde	Sí	No	Subvencionar
Madeira	Azores	Sí	No	Subvencionar
Madeira	Cabo Verde	No	No	No actuar
Azores	Cabo Verde	No	No	No actuar

Fuente: elaboración propia

¹⁴² Como se ha comentado, los transportistas probablemente obtendrían beneficios con las rutas actuales.

5.13. Consideraciones Finales

Este capítulo contiene el núcleo de esta Tesis Doctoral. Define la estructura de los mercados, que se aproximan a modelos de competencia imperfecta como duopolios entre Cournot y Bertrand, y se modeliza la oferta a partir de las curvas de costes marginales. Con las funciones de demanda introducidas en el Capítulo 3, se plantea un análisis coste-beneficio y se desarrolla la metodología para calcular variaciones de bienestar a partir de las formulaciones de los excedentes del productor y del consumidor.

Los excedentes se componen de aquella parte estrictamente internalizada y del efecto sobre el bienestar de las externalidades, cuyo impacto se estima a través de lo expuesto en el Capítulo 4. La metodología desarrollada contempla el efecto de aquellas en los parámetros de las funciones de oferta y demanda, los cuales definen las variaciones de los excedentes. Con los desarrollos teóricos, se muestran y analizan los resultados empíricos de excedentes y sus variaciones. Se comentan los resultados, discutiendo para las rutas donde compiten barco y avión en transporte de pasajeros. Entonces efectúa un análisis de rentabilidad previendo acometer inversiones de adecuación de las infraestructuras a la mayor demanda.

Por último, se cambia la perspectiva del análisis, de social a empresarial, estimando los resultados de explotación de las conexiones en ambos escenarios, y realizando un análisis de financiero del crecimiento en ambos escenarios actual y de largo plazo. Algunas de las conclusiones que se desprenden de este capítulo entran en el terreno de la política de transportes, y por tanto fuera de la línea de trabajo de esta Tesis Doctoral. No obstante, algunos comentarios que se considera pertinente realizar han sido añadidos como notas a pie de página, para los más breves, y en los apéndices para aquellas ideas que se ha considerado conveniente desarrollar con mayor amplitud.

Capítulo 6 Conclusiones

Esta investigación comienza con un análisis descriptivo del mercado de transporte de pasajeros y mercancías en los modos marítimo y aéreo para dos ámbitos geográficos: en primer lugar, entre las Islas Canarias y, en segundo lugar, entre los cuatro archipiélagos atlánticos de Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde.

Acto seguido se han estimado tanto las funciones de demanda para un escenario inicial situado en 2018 como para un escenario potencial a largo plazo ubicado en el año 2043. Ambas funciones se emplean para analizar la viabilidad de ajustar la oferta actual a la demanda potencial estimada para el largo plazo, que se supone estable. La demanda potencial se ha obtenido adaptando la demanda actual al escenario futuro a través de modelos de gravedad y con proyecciones de las variables económicas a largo plazo.

El estudio de la rentabilidad social del ajuste entre la oferta actual y la demanda potencial se ha efectuado mediante un análisis coste-beneficio. A partir de este, se ha evaluado la variación del excedente del consumidor y del productor para cada trayecto. El orden de magnitud de los resultados obtenidos restringe su validez a un ámbito cualitativo.

Con la salvedad expuesta en el párrafo anterior, el cálculo de la rentabilidad social del proyecto realiza obteniendo el valor actualizado neto (VAN) social de la acumulación de

los beneficios sociales a obtener durante el periodo 2018-2043 para cada trayecto. Además, se han hallado la tasa interna de retorno (*TIR*) y una ratio beneficio-coste (*B/C*).

De manera similar, se ha estimado en ambos escenarios el beneficio operativo de los productores, desglosado por modo y conexión, para acto seguido calcular la rentabilidad financiera del incremento de la oferta a largo plazo mediante el VAN financiero y el *payback* entre otros indicadores.

Los resultados obtenidos para los criterios anteriores indican que la ampliación de la oferta de transporte puede resultar socialmente rentable en la mayoría de los casos: para todos salvo seis, el VAN social es positivo, la *TIR* es superior a la tasa de retorno exigida y la ratio *B/C* es superior a la unidad: En el ámbito insular canario sería el La Palma–El Hierro en modo aéreo. En la región de Macaronesia, las otras rutas inviables serían Canarias–Madeira (marítimo) Canarias–Azores (aéreo y marítimo) y Madeira-Cabo Verde (marítimo) y Azores-Cabo Verde (marítimo).

La rentabilidad financiera de las empresas depende del nivel de exigencia requerido. Estableciendo un *payback* máximo de 10 años, en Canarias, solo dos de las conexiones aéreas socialmente rentables necesitaría apoyo en forma de subvenciones más allá del actualmente vigente, ambas de escasa entidad. De las conexiones marítimas existentes, estas ayudas probablemente no sean necesarias en la mayoría de las rutas. Para el modo marítimo varias rutas necesitarían algún apoyo adicional por parte del sector público: Tenerife-Gran Canaria, Gran Canaria-Lanzarote y La Palma-La Gomera.

En el caso del modo aéreo entre archipiélagos de la región de Macaronesia el Canarias-Cabo Verde requeriría apoyo público para prosperar, al igual que lo harían las conexiones marítimas Canarias-Cabo Verde y Madeira-Azores.

Bibliografía general

Abreu, J. et al. (2018): “An empirical evaluation of changes in Public Service Obligations in Spain”, *Journal of Air Transport Management*, Vol. 67, pg. 1-10

Aena (2001): *Plan Director del Aeropuerto de El Hierro (2001)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2001): *Plan Director del Aeropuerto de Fuerteventura (2001)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2001): *Plan Director del Aeropuerto de Gran Canaria (2001)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2001): *Plan Director del Aeropuerto de La Gomera (2001)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2001): *Plan Director del Aeropuerto de Lanzarote (2001)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2001): *Plan Director del Aeropuerto de Tenerife-Norte (2001)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2002): *Plan Director del Aeropuerto de La Palma (2002)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2002): *Plan Director del Aeropuerto de Tenerife-Sur (2002)*; Aena; Madrid; consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.mitma.gob.es

Aena (2015): *Información Analítica de Cuenta de Resultados Ejercicio 2014 por Aeropuertos de Aena S.A. (Individual, según PGC)*, Aena Aeropuertos, SA; Madrid

Aena (2018): *Guía de tarifas 2018 Servicios aeroportuarios básicos*; Aena, Madrid, consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.aena.es

Aena (2019): *Encuestas de movilidad del modo aéreo (EMMA) (2016-2018)*

Aena (2019): *Resultados 2018*; Aena, Madrid; URL: www.aena.es

Aena (2020): *Estadísticas de Tráfico (2004-2019)*; Aena, Madrid, consultado el 1 de enero de 2019; URL: www.aena.es

Air Europa (2018): Horarios y tarifas URL: www.aireuropa.es

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.

Allianz (2020): “Safety and Shipping review 2020”; Allianz Global Corporate & Specialty, Munich

Armas (2018): Horarios y tarifas; Naviera Armas; URL: www.navieraarmas.es

Banco de España (2021), Tipos de interés aplicados por las entidades de crédito, Madrid; consultado el 21 de febrero de 2021; URL: <https://cliente bancario.bde.es>

Batra, A. (2004): “India’s Global Trade Potential: The Gravity Model Approach”, *Indian Council for Research on International Economic Relations Working*, Working paper No. 151, New Delhi

Betancor, O. y Llobet, G. (2015): “Contabilidad Financiera y Social de la Alta Velocidad en España”, *Estudios sobre la economía española - 2015/08*, Fedea (recurso digital, descargado el 14 de abril de 2018)

Binter Canarias (2018): Horarios de vuelo y tarifas; Binter Canarias; URL: www.bintercanarias.com

BOC (2012): BOC nº 78, 20 abril de 2012 (Tarifas urbanas de taxi Santa Cruz de la Palma)

BOC (2012): Ley Autonómica Canaria 4/2012, de 25 de junio, de medidas administrativas y fiscales

BOC (2013): BOC Nº 155. Martes 13 de agosto de 2013 (Tarifas interurbanas de taxi en Canarias)

BOC (2013): BOC Nº 136. Miércoles 17 de Julio de 2013 (Tarifas urbanas de taxi Santa Cruz de Tenerife)

BOC (2019): Orden del Consejero de Obras Públicas y Transportes por la que se prorroga el contrato administrativo especial para presentación de la línea regular de cabotaje marítimo interinsular del Anexo II del Decreto 9/2009 del 27 de enero, por el que se desarrolla el régimen especial de prestación de los transportes marítimos regulares denominada Santa Cruz de Tenerife/Los Cristianos-La Estaca- Santa Cruz de Tenerife/Los Cristianos.

BOE (2009-1): Real Decreto 170/2009, de 13 de febrero, sobre compensación al transporte marítimo y aéreo de mercancías incluidas en el anexo I del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, con origen o destino en las Islas Canarias.

BOE (2009-2): Real Decreto 362/2009, de 20 de marzo, sobre compensación al transporte marítimo y aéreo de mercancías no incluidas en el anexo I del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea, con origen o destino en las Islas Canarias.

BOE (2011): Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (TRLPEMM). Artículos 166, del 194 al 204 y 245

BOE (2015): Ley 48/2015, de 19 de octubre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2016. (LPGE 2016). Artículos 77, 78, 79

Boeing (2018): *World Air Cargo Forecast 2018-2030*, Boeing Commercial Airplanes, Seattle, consultado el 26 de marzo de 2020.

URL: www.boeing.com/commercial/market/cargo-forecast

BVWP (2016): Bunderverkehrswegeplan 2030 – Entwurf 2016, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Berlin

Cabildo de Fuerteventura (2019): Perfil del Turista 2017-2018; Portal de Inteligencia Turística del Cabildo Insular de Fuerteventura URL <http://www.fuerteventuraintel.com>

Cabildo de Gran Canaria (2019): Informes de situación del sector turístico (2007-2018); Cabildo Insular de Gran Canaria; URL: <http://www.grancanaria.com/turismo>

Cabildo de La Gomera (2019): Estadísticas del Turismo de La Gomera (2013-2014); Cabildo Insular de La Gomera; URL: <http://www.grancanaria.com/turismo>

Cabildo de Lanzarote (2019): Entradas de turistas a Lanzarote según país de residencia y mes (2010-2018); Cabildo Insular de Lanzarote; URL: <http://www.datosdelanzarote.com>

Cabildo de Lanzarote (2019): Pasajeros procedentes de aeropuertos extranjeros según país y mes. Lanzarote (2007-2010); Cabildo Insular de Lanzarote; URL: <http://www.datosdelanzarote.com>

Cabildo de Tenerife (2019): Turismo en cifras (2007-2018); Cabildo Insular de Tenerife; URL: <https://www.webtenerife.com/investigacion>

CaixaBank (2017), *La Economía de la Comunidad Autónoma Canaria – Diagnóstico Estratégico*, CaixaBank, Barcelona

Canaryfly (2018): Horarios de vuelos y tarifas; Canaryfly; Santa Cruz de Tenerife; URL: www.canaryfly.es

Christensen, L.R., Jorgenson, D.W. y Lawrence, J.L. (1975): “Transcendental Logarithmic Utility Functions”, *The American Economic Review*, 65(3), 367-383.

CNMC (2020) *Estudio sobre el impacto de las bonificaciones en los precios de los billetes aéreos en territorios no peninsulares*, Comisión Nacional de Mercados y Competencia, Madrid

Comisión Europea (2003): *Guía del Análisis Costes-Beneficios de Proyectos de Inversión*, European Commission, Brussels

Comisión Europea (2011): *Libro Blanco: Hoja de ruta hacia un espacio único de transporte: por una política de transportes competitiva*. European Commission, Bruselas.

Conde, J. y Barreiro, F. (2020): Beneficio social neto en el transporte entre los archipiélagos atlánticos ultraperiféricos de la UE pertenecientes a España y Portugal, *Revista Universitaria Europea*, Vol. 32, pg. 73-98

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. Alemania

Daly, M. (2009) Ed: *Jane’s AeroEngines Issue Twentyfive*, Jane’s Information Group, Couldson, Reino Unido

Damart, S. y Roy, B. (2009): The uses of cost–benefit analysis in public transportation decision-making in France, *Transport Policy*, Vol. 16 pg. 200–212.

Deaton, A.S. & Muellbauer (1980): “An Almost Ideal Demand System”, *The American Economic Review*. vol. 70.

Delgado, G. et al. (2007): *Puertos y sistemas portuarios de las islas atlánticas europeas (Canarias, Azores y Madeira)*, Idea, Las Palmas de Gran Canaria

Delgado-Aguiar, G. y Hernández-Luis J.A. (2019): Transporte Marítimo, Redes Portuarias Atlánticas y Mediterráneas. El Ejemplo de Canarias. *Revista de Estudios Andaluces*, 38, 28-49. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2019.i38.02>

De Rus, G. et al. (2003): *Economía del Transporte* (1ª Ed), Antoni Bosch, Barcelona

De Rus, G. (2008): *Análisis Coste-Beneficio* (3ª Ed.), Ariel, Madrid

De Rus, G. (2009): “La medición de la rentabilidad social de las infraestructuras de transporte”, *Investigaciones Regionales*, nº14, pg.187-210.

De Rus, G. (2015): La política de infraestructuras en España Una reforma pendiente, *Fedea Policy papers*, Vol 8. (recurso digital, descargado el 10 de marzo de 2017)

De Rus, G. y Nombela, G. (2007): “Is investment in High Speed Rail socially profitable?”, *Journal of Transport Economics and Policy*, nº 41 (1), pg.3-23.

DGT (2018): Estadísticas de accidentes de tráfico; Dirección General de Tráfico; Madrid, URL: www.dgt.es

Díaz Lorenzo, J.C. (1989): *100 años de vapores interinsulares canarios*, Ed. Junta del Puerto de S.C. de Tenerife, Junta del Puerto de Las Palmas, Asociación para la promoción del Puerto de Tenerife y Centro de la Cultura Popular Canaria

Doganis, R. (2004): *The Airline Business in the 21st Century*, 2nd Ed, Routledge, Londres

Eliopoulou, E. et al. (2016): Statistical analysis of ship accidents and review of safety level, *Safety Science*, Vol 85 (2016), pg 282–292

Enaire (2018): *Guía de tasas de navegación aérea (2015-2018)*, Enaire; Madrid; URL: www.enaire.es

Eurocontrol (2018): *Adjusted unit rates applicable to October 2018 flights*, Eurocontrol, Maastricht, Países Bajos

Eurostat (2018): *Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 2 regions*

Eurostat (2018): HICP (2015 = 100) - monthly data (index)

Eurostat (2018): *Main GDP aggregates per capita by NUTS 2 regions*

Eurostat (2020): *Regional gross domestic product (PPS per inhabitant) by NUTS 2 regions*

Eyring, V. et al. (2010): “Transport impacts on atmosphere and climate: Shipping”, *Atmospheric Environment* Vol.44, pg. 4735–4771

Fageda, X. et al (2017): “An empirical evaluation of the effects of European public policies and island airfares”, *Transport Research Part A*, Vol 106, pg 288-299

Florio, M., Maffi, S. et al. (2008): *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Evaluation Unit*, DG Regional Policy, European Commission, Bruselas

Fred. Olsen (2018): Horarios y tarifas; Fred. Olsen Express; Santa Cruz de Tenerife, URL www.fred-olsen-express.es

García-Álvarez, A. (2016): “La demanda en el transporte de viajeros. Generación, evolución y reparto modal”, *Fundación de los ferrocarriles españoles*, Ed. 8. agosto de 2016

Garín-Muñoz, T. (2006): “Inbound international tourism to Canary Islands: a dynamic panel data model”, *Tourism Management*, Vol.27-2, pg. 281–291.

Gobierno de Canarias (2005): *Eje Transinsular de Infraestructuras del Transporte de Canarias. Las Palmas de Gran Canaria*: Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Aguas.

González, R. M. (1995): *La Demanda de Transporte de Pasajeros en el Trayecto Gran Canaria-Tenerife. Una Aplicación de los Modelos de Elección Discreta*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de La Laguna

González, R.M. y Ortúzar, J. (2002): Inter-Island Travel Demand Response with Discrete Choice Models. Functional Form, Forecasts, and Elasticities, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 36, Part 1, January 2002, pg.115-138

Grisolía, J.M. (2006): *Análisis de la demanda de transporte interinsular mediante modelos avanzados de elección discreta*, Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Grisolía, J.M. y Ortúzar, J.D (2010): “Forecasting vs. observed outturn: Studying choice in faster inter-island connections”, *Transportation Research, Part A* 44 (2010) 159–168

Gollnick, V. (2004): *Untersuchung zur Bewertung der transporteffizienz verschiedener Verkehrsmittel*, Tesis Doctoral TU München, 2004

Granado Paz, I. (2015): *Puertos Autonómicos Canarios 1985-2015*, Puertos Canarios, Las Palmas de Gran Canaria

Grosche, T. et al (2007): “Gravity models for airline passenger volume estimation”, *Journal of Air Transport Management*, Vol.13, pg. 175–183

Enertrans (2008), *Consumo de energía y emisiones asociadas al transporte por barco*, Grupo de investigación del transporte marítimo de la Fundación de la Universidad de Oviedo, Monografías EnerTrans, Madrid

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* nº 70 pg. 83–90

Gwilliam, K. (1997): “The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects” - Lessons from Recent Research, Transport NO. OT-5, Banco Mundial, 1997

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. (2004): “The role of inter-island air transport in the Canary Islands”, *Journal of Transport Geography*, 12 (2004), pg. 235–244

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, 2006

Hernández Luis, J.A. (2010): “El transporte aéreo como factor de cohesión territorial en las islas Canarias”, *Revista Transporte y Territorio*, Nº 2, pg. 38–67, Universidad de Buenos Aires

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.

IATA (2019): *Aircraft Technology Roadmap to 2050*, Montreal

ICAO (2014): *Carbon Emissions Calculator Methodology*, Version 7, New York

IMF (2003) *Cape Verde 2002 Article IV Consultation*, IMF Country Report No. 03/152

IMO (2020): *Action to reduce greenhouse gas emissions from international shipping*, International Maritime Organization, Londres

INE-CV (2019): *Projeções Demográficas 2010-2030*; Instituto Nacional de Estadística de Cabo Verde (INE); Praia; URL: www.ine.cv

INE-ES (2019): *Índice de precios Transporte aéreo 2007-2018*; Instituto Nacional de Estadística de España (INE); Madrid; URL: www.ine.es

INE-ES (2019): *Índice de precios Transporte marítimo de mercancías 2007-2018*; Instituto Nacional de Estadística de España (INE); Madrid; URL: www.ine.es

INE-ES (2019): *Proyecciones de población 2018-2033-2068*; Instituto Nacional de Estadística de España (INE); Madrid; URL: www.ine.es

INE-PT (2019): *Projeções de População Residente 2012-2060*; Instituto Nacional de Estatística de Portugal (INE); Lisboa; URL: www.ine.pt

ISTAC (2019): *Excursionistas según islas visitadas por periodos (2011-2015)*; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): *PIB a precios corrientes (2007-2018)*; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): *Excursionistas según islas visitadas por periodos (2011-2015)*; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): *Tráfico de pasaje por puertos y periodos (Puertos del Estado) (2007-2017)*; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): *Tráfico de mercancías por puertos y periodos (Puertos del Estado) (2007-2017)*; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): *Tráfico de pasajeros por puertos y periodos (Puertos Canarios) (2011-2017)*; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Tráfico de vehículos por puertos y periodos (Puertos Canarias) (2011-2017); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Turistas con destino principal El Hierro según lugares de residencia y periodos; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Turistas con destino principal La Gomera según lugares de residencia y periodos; (2011-2017); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Turistas con destino principal La Gomera según lugares de residencia y periodos; (2011-2017); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Turistas con destino principal La Gomera según lugares de residencia y periodos; (2011-2017); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Índice de Precios al Consumo; (2011-2018); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Explotación Estadística del Padrón Municipal; (2000-2018); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Cifras Oficiales de Población; (2000-2018); Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2019): Turistas por isla de destino principal y destino secundario y periodos; Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

ISTAC (2020), Población extranjera según sexos y países de nacimiento. Municipios por islas de Canarias y años, Instituto Canario de Estadística; Las Palmas de Gran Canaria URL: www.istac.es

Jackson, P. ED. (2008): *Jane's All the World's Aircraft 2008-2009*, Jane's Information Group, Coulsdon

Landau, S (2015) et al: *Passenger Value of Time, Benefit-Cost Analysis and Airport Capital Investment Decisions, Volume 1: Guidebook for Valuing User Time Savings in Airport Capital Investment Decision Analysis*, The National Academy Press, ISBN 978-0-309-43260-3, 2015

Leboeuf, M. (2014): *High Speed Rail*; Le Cherche Midi, Paris

Lee, D.S. et al. (2010): "Transport impacts on atmosphere and climate: Aviation", *Atmospheric Environment*, Vol.44, pg.4678-4734

Lekakou M.B. y Vistounis, T.K. (2011): Market concentration in coastal shipping and limitations to island's accessibility, *Research in Transportation Business & Management* Vol 2, pg. 74–82

Macías Hernández, A. M. (2010); Canarias 1800-2000: La singularidad de la historia económica isleña; *Historia Contemporánea*; Vol. 42, pg. 225-259

Martinetti, J.: Transports maritimes et insularité en Europe: le cas de la Corse, *L'Espace Politique* [online], 16|2012-1, publicado 21 marzo de 2012, consultado el 6 de octubre de 2016. URL: <http://espacepolitique.revues.org/2260> ; DOI: 10.4000/espacepolitique.2260

Miller, T. (2000): “Variations Between Countries in Values of Statistical Life”, *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 34-2, pg. 169-188

Ministerio de Fomento (2017): *Documento de regulación Aeroportuaria 2017-2021*, Ministerio de Fomento, Madrid

Ministerio de Fomento (2017): Mapa de tráfico para 2017; Ministerio de Fomento, Madrid

Mohring, H. (1971): “Optimization and scale economies in urban transportation”, Discussion paper No. 5, June 1971, Centre for Economic Research, University of Minnesota, 1971

Nicolas, T. (2001): “La circulation comme facteur d’intégration nationale et d’hypo-insularité”: le cas des Antilles françaises, *Les Cahiers d’Outre-Mer* Vol. 216 pg 397-416

Promotour (2019): Perfiles del turista receptivo por islas (2012-2018); Promotour Turismo de las Islas Canarias; URL www.promotour.es

Promotour (2019): Llegadas de turistas a las Islas Canarias según país de residencia (2014-2018); Promotour Turismo de las Islas Canarias; URL www.promotour.es

Promotour (2019): Llegada de pasajeros internacionales a Canarias. Serie histórica (1990-2018); Promotour Turismo de las Islas Canarias; URL www.promotour.es

Promotour (2019): Perfiles del turista receptivo por islas (2012-2018); Promotour Turismo de las Islas Canarias; URL www.promotour.es

Promotour (2019): Serie histórica de la llegada de turistas a Canarias (1997 2018); Promotour Turismo de las Islas Canarias; URL www.promotour.es

Promotour (2019): Turismo interior (2014-2018); Promotour Turismo de las Islas Canarias; URL www.promotour.es

Puertos Canarios (2019): Estadísticas de tráfico; Puertos Canarios; Las Palmas de Gran canaria; URL: www.puertoscenarios.es

Puertos Canarias (2019): Tasas portuarias 2015; Puertos Canarias; Las Palmas de Gran Canaria; URL: www.puertoscasarios.es

Puertos del Estado (2015): Tasas y tarifas 2015; *Autoridad portuaria de Las Palmas de Santa Cruz de Tenerife*, Santa Cruz de Tenerife; URL:

Puertos del Estado (2016): Tasas y tarifas 2016; *Autoridad portuaria de Las Palmas de Gran Canaria*, Las Palmas de Gran Canaria; URL:

Puertos del Estado (2016): *Revisión y Actualización del Método de Evaluación de Inversiones Portuarias* (MEIPOR 2016)

Puertos del Estado (2018): Memorias Anuales (2007-2017); *Autoridad portuaria de la Bahía de Cádiz*, Cádiz URL:

Puertos del Estado (2018): Memorias Anuales (2007-2017); *Autoridad portuaria de la Bahía de Cádiz*, Cádiz URL:

Puertos del Estado (2018): Memorias Anuales (2007-2017); *Autoridad portuaria de Huelva*; Huelva URL:

Puertos del Estado (2018): Memorias Anuales (2007-2017); *Autoridad portuaria de Las Palmas de Gran Canaria*, Las Palmas de Gran Canaria; URL:

Puertos del Estado (2018): Memorias Anuales (2007-2017); *Autoridad portuaria de Las Palmas de Santa Cruz de Tenerife*, Santa Cruz de Tenerife; URL:

Pindado Carrión, S. (2006): *Elementos de Transporte Aéreo*, Instituto Universitario de Microgravedad Ignacio da Riva, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid

Prados de la Escosura, L. (2017): *Spanish Economic Growth, 1850-2015*: Palgrave Macmillan, Londres

Quinet, E., Vickermann, R. (2004): *Principles of Transport Economics* (1st Ed), Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido

Ramos Pérez, D. (2001): *Transporte Aéreo, territorio e insularidad en Canarias*, Tauro Producciones, 2001

Ramos, D (2015): “Evaluación del impacto de la competencia en un mercado parcialmente protegido: El transporte interinsular en Canarias (2003-2012)”, *Revista de geografía de Norte Grande*, Vol. 67, pg 137-159.

Rutz, W.O. y Coull, J.R. (1996): Inter-island passenger shipping in Indonesia: development of the system, *Journal of Transport Geography* Vol. 4. No. 4., pg. U-286.

Sancho, M. (2013): “Predicción del Coste de la Obra Civil de un Túnel Ejecutado por Métodos Convencionales”; *Obras Urbanas*; Vol. 41, pg. 20-27

Sanguin, A.L. (2007): “Périphéricité et ultrapériphéricité insulaires dans l’Union européenne”, *L’Espace Politique* [online], 2 | 2007-2, publicado el 3 de ago. de 2007, consultado el 6 de nov. de 2016. URL : <http://espacepolitique.revues.org/857>;
DOI: 10.4000/espacepolitique.857

SATA (2018); Horarios y tarifas Air Azores; SATA - Air Azores; URL: www.sata.pt

Schreyer et al. (2004): *External Costs of Transport Update Study Final Report*, Universität Karlsruhe/INFRAS, Zurich/Karlsruhe

Steer Davies Gleave (2006): *Air and Rail Competition and Complementarity*, Londres, 2006

Stone, R. (1954): “Linear Expenditure Systems and demand analysis: an application to the pattern of British demand”. *The Economic Journal*. Vol. 64, pg. 5 11-527.

Theil, H. (1965): “The information approach to demand analysis”, *Econometrica*, vol. 33, pg. 67-87.

TomTom Naamsloze Vennotschap (2006-2020), Amsterdam, Países Bajos, Extraído el 16 de febrero de 2021, URL <https://www.viamichelin.es>

Trasmediterránea (2017): Horarios y tarifas; Trasmediterránea, Extraído el 1 de enero de 2017; URL: www.trasmediterranea.es

Tsekeris, T. (2009): “Dynamic analysis of air travel demand in competitive island markets”, *Journal of Air Transport Management*, 15(6), pg. 267–273.

Tzannatos, E. S. (2005): “Technical reliability of the Greek coastal passenger fleet” *Marine Policy*, 29(1), pg. 85–92.

Uherek, E. et al. (2010): “Transport impacts on atmosphere and climate: Land transport”, *Atmospheric Environment*, Vol. 44, pg. 4772-4816

Umweltbundesamt (2014): *Environmental costs in the energy and transport sectors, Background 2013*, Recommendations by the Federal Environment Agency, Berlin

Universidad de Texas Austin (2021), Austin, Estados Unidos Extraído el 16 de febrero de 2021, URL https://legacy.lib.utexas.edu/maps/islands_oceans_poles/capeverde.jpg

Verkehrsklub Deutschland (2013): VCD Bahntest 2012/2013: Bahn-Flug-Kostencheck, *VCD Hintergrund*, 2013

Vickermann, R. (2007): Evaluation methodologies for transport projects in the United Kingdom, *Transport Policy*, Vol. 7, pg, 7-16

World Tourism Organization (2011): *Tourism towards 2030 / Global Overview*, Madrid (2011)

Beneficios sociales en el transporte interinsular en Canarias y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde

World Tourism Organization (2013): Panorama OMT del Turismo Internacional, Edición 2030, Madrid

Apéndices

Apéndice 1 Estimación del coste generalizado

Este apéndice aspira a complementar los resultados mostrados en el apartado 5.8, donde se muestran los valores del excedente del consumidor como posibilidad de cuantificar la utilidad que supone a al pasajero realizar el viaje al precio actual. Existe, sin embargo, otra aproximación alternativa, que se centra exclusivamente en los costes que supone para el consumidor la realización del viaje. Proporciona una información adicional a los excedentes, pero supone una desviación del eje principal de trabajo. Por este motivo, aunque el tratamiento del valor del tiempo como externalidad se efectúa a nivel teórico en el apartado 4.6, su integración en el coste generalizado se finaliza en este apéndice.

Enlazando con esta última idea, cabe destacar que el coste pecuniario del trayecto principal recoge en buena medida la desutilidad que supone realizar el viaje. Excluyendo las externalidades negativas ya consideradas para el cálculo de excedentes sociales, el valor monetario del tiempo sería otra magnitud para tener en cuenta. Sus principales componentes serían el coste de oportunidad del tiempo empleado en un viaje y las molestias que supone realizarlo, las cuales no se habían incluido en el análisis hasta este punto.

En el apartado 4.6 se desarrolla una metodología para monetizar el tiempo invertido por un pasajero en un viaje, en función del medio de transporte, la fase del viaje y el tipo de pasajero. En este apéndice se muestran los resultados de aplicarlo para los trayectos completos objeto de esta Tesis Doctoral. Así, se puede obtener un valor monetario complementario al valor de los excedentes.

La idea de tratarlo por separado del excedente del consumidor es que el valor del tiempo suele ser el factor más importante entre las ganancias de bienestar en un nuevo proyecto de transporte. Las abultadas cifras que pueden obtener han podido justificar muchos proyectos de infraestructuras, cuya rentabilidad social *ex post* ha demostrado ser negativa. En el caso de este trabajo, creemos que parte de esta información ya se halla recogida en la función de demanda; contar de nuevo el valor del tiempo supondría correr el riesgo de contabilizar doblemente las reducciones de tiempo de viaje entre las ganancias de bienestar.

Es, pues, por este motivo, que el valor monetarizado del tiempo VST se analice en el marco del coste generalizado. Para obtener su valor, para un pasajero, habría que sumar al precio del billete, los costes de acceso y las magnitudes mostradas en la Tabla 74, para cada tipo de viajero

$$CG_{ij} = p_{ij} + CA_{ij} + \sum_{seg} (VST_{seg} \cdot t_{seg,ij}) \quad (121)$$

Donde CG_{ij} sería el coste generalizado para viajar entre i y j , p_{ij} es el precio del trayecto principal, CA son los costes del acceso, VST_{seg} es el valor del tiempo para la segmento seg del viaje, y $t_{seg,ij}$ sería la duración de dicha fase.

La mayor parte de los elementos de (121) tienen una elevada variabilidad en función del modo de transporte y las preferencias del pasajero. Para llevar a cabo la modelización se han hecho las siguientes hipótesis:

- Los valores del tiempo se calculan de acuerdo con la metodología del apartado 4.6.
- Quien viaja por trabajo y el turista utilizan el taxi como modo de acceso y quien viaja por ocio es transportado por un familiar en vehículo privado.

- Los costes pecuniarios de acceso se estiman en base a las tarifas oficiales de taxi, el consumo de combustible obtenido según el modelo del apartado 4.3 añadiendo un coste de 0,1 EUR/km para amortización y otros costes del vehículo.
- Los precios medios del pasaje para 2018 se tomaron en base a las tarifas mostradas:
 - a. Para el modo aéreo se toma el precio medio como el segundo nivel tarifario de Binter, que queda entre el 55 y el 70% de la tarifa completa para cada trayecto, hipótesis validada con los datos de Ramos Pérez (2015). Dentro de ese promedio, el billete se minorra en un 8% para el pasajero que viaja en su tiempo de ocio mientras que se mayorra en un 25% para quien viaja por motivos laborales.
 - b. Para el pasajero marítimo se asume la tarifa básica, aplicando los descuentos pertinentes en el caso de los pasajeros residentes.

La Tabla 73 y siguientes¹⁴³ muestran las magnitudes empeladas y resultantes de los cálculos: tiempos de viaje, costes pecuniarios, valor monetarizado del tiempo y el coste generalizado como sumatorio de los últimos conceptos. Los resultados se ciñen exclusivamente al ámbito de las Islas Canarias.

¹⁴³ Se trata de la Tabla 73 (tiempos de viaje, pág. 297), Tabla 74 (valor monetarizado del tiempo, pág. 298), Tabla 75 (coste pecuniario, pág. 299) y Tabla 76 (coste generalizado, pág. 300). Al estar dispuestas las tablas en páginas con formato horizontal se procede a agruparlas al final del apéndice pues se ha convenido que deben aparecer agrupadas. El comentario de los resultados aparece en las próximas páginas mientras que las citadas tablas se encuentran después de aquél.

A1.1 Resultados

Los resultados dispuestos en las tablas a continuación permiten responder a dos preguntas.

- i. Para el transporte entre dos localidades del archipiélago¹⁴⁴, ¿qué medio de transporte supone un menor esfuerzo en términos de coste generalizado?
- ii. ¿Qué relación guarda el coste pecuniario del trayecto principal con el coste generalizado?

Respecto a la primera cuestión, la siguiente tabla proporciona la respuesta simplificada para cada par de islas:

- Tenerife- El Hierro: para los tres tipos de pasajeros el coste generalizado es superior para el trayecto en avión en términos totales; también lo es si solo se computa el coste generalizado del trayecto principal. No obstante; la cuota de mercado del barco sigue siendo inferior a la del avión en la actualidad, aunque la diferencia se ha ido reduciendo con el paso del tiempo, tal y como se muestra en la Figura 18.
- Tenerife-La Gomera: para las comunicaciones entre estas dos islas, el barco resulta claramente menos oneroso en términos generalizados que el modo aéreo. En cuanto a las dos compañías que operan la conexión marítima con San Sebastián de la Gomera, si bien las diferencias son muy pequeñas, Fred- Olsen sería ligeramente

¹⁴⁴ En el caso de la información mostrada en las tablas de resultados, la distancia de acceso es una media ponderada de las ciudades más importantes de las islas, donde los pesos varían en función del tipo de pasajero. No puede obviarse el hecho de que el modo óptimo depende fuertemente de la ubicación del origen y del destino. La decisión de aplicar una media puede ser un exceso de condensación de la información, ya que no permitiría tomar la decisión a un viajero concreto. Sin embargo, en este ámbito académico podemos permitirnos resumir la información haciendo esta media ponderada del origen y destino de cada uno de los tres pasajeros tipo.

más conveniente para los turistas mientras que Armas lo sería para los pasajeros residentes. En este caso las amplias diferencias entre el coste del avión y el barco se corresponden con el casi absoluto dominio del modo marítimo.

- Tenerife–La Palma: en este caso sucede algo similar a la conexión entre Tenerife y El Hierro. Pese a ser menos costoso en términos generalizados, el modo marítimo tiene una cuota de mercado inferior al modo aéreo, donde este último modo ha venido conservado históricamente más del 70% del mercado. Comparando ambas opciones, Fred. Olsen es menos costosa que Armas para los tres tipos de pasajero. Además, se han efectuado dos ejercicios adicionales: en primer lugar, la comparación entre una conexión aérea desde Tenerife-Sur es incluso peor frente al modo marítimo que desde Tenerife-Norte, salvo para el grupo de pasajeros turistas que se alojan mayoritariamente en el sur de Tenerife. El segundo ejercicio consistiría en analizar el coste generalizado de una conexión marítima desde el Puerto de La Cruz hacia Santa Cruz de La Palma. El resultado es que esta sería menos costosa para los pasajeros residentes, aunque sería más costosa para los turistas, que se hospedan mayoritariamente en el sur de la isla.
- Tenerife–Gran Canaria: entre este par de islas existen al menos cinco opciones actualmente. El modo aéreo es en todo el caso más oneroso para los tres tipos de pasajeros que las tres opciones de transporte marítimo existente, en línea con las cuotas de mercado que tienen ambos modos; aproximadamente un 60% para el modo marítimo, frente al 40% del modo aéreo. Asimismo, el transporte aéreo desde Tenerife-Sur es menos conveniente para el pasajero medio que desde Tenerife-Norte. Respecto a las alternativas por vía marítima, el trayecto Santa Cruz–Agaete tiene un menor coste generalizado que el Santa Cruz–Las Palmas; a su vez, este último

trayecto tiene un menor coste generalizado si se efectúa en fast-ferry¹⁴⁵ frente al ferry convencional. Por último, se ha evaluado la competitividad de una línea Los Cristinos -Arguineguín, resultando más ventajosa para los turistas no residentes que las otras dos conexiones marítimas; para los otros dos tipos de pasajeros sería menos costosa que el avión¹⁴⁶.

- Gran Canaria–Fuerteventura: entre este par de islas la mejora de las comunicaciones por vía marítima ha llevado en los últimos años la cuota de mercado del avión por debajo del 50%, si bien tras el aumento de las subvenciones el reparto ha quedado muy cercano al 50%. Al igual que para el Tenerife-El Hierro y el Tenerife-La Palma, el mayor coste generalizado del avión no impide que su cuota modal sea mayor de lo que se podría esperar. En este caso, se observa que el coste del acceso es mayor en líneas generales para el barco que para el avión.

Si se comparan las opciones de transporte marítimo existentes, el trayecto La Palmas Puerto del Rosario es más costoso que la conexión con Morro Jable, lo que se explica bien por la cuota de mercado marginal de la que dispone la conexión entre las capitales insulares. En lo que concierne a las dos posibilidades entre Las Palmas y Morro Jable, el fast ferry de Fred. Olsen resulta más conveniente para los tres tipos

¹⁴⁵ Conviene explicar que se define fast-ferry a aquel con velocidad de servicio superior a 30 nudos mientras que el estaría navegando con una velocidad de servicio en torno a 20 nudos

¹⁴⁶ De nuevo cabe mencionar que los resultados se han simplificado a un perfil típico de pasajero donde el acceso se estima como media ponderada de los accesos para ese tipo de pasajero. La alternativa sería tipificar el pasajero según su lugar de alojamiento, con lo que podría obtenerse información sobre el coste en función de la localidad de residencia. Se ha elegido la primera opción por ser más representativo del conjunto de los usuarios potenciales, aunque en un estudio más profundo no se podría obviar la segunda aproximación.

de pasajero que el ferry convencional de Naviera Armas, lo cual también parece corresponderse con las preferencias de la mayoría de los usuarios de la ruta.

- Gran Canaria–Lanzarote: en esta conexión, el modo marítimo resulta más costoso en la opción ferry convencional Las Palmas–Arrecife. La nueva conexión fast-ferry que comienza a operar desde finales de 2018 entre ambas ciudades tendría ya un coste sensiblemente inferior. No obstante, no parece que sea suficiente como para arrebatar el dominio de la conexión al modo aéreo. Por último, la apertura de una nueva ruta Las Palmas- Playa Blanca, que reduciría el tiempo de viaje en barco, reduce el coste del generalizado del trayecto principal, aunque puede aumentar el coste del acceso. Así que las mejoras serían menos significativas si nos atenemos estrictamente a la metodología empleada en esta tesis.

Los comentarios sobre los resultados realizados en los párrafos anteriores permiten extraer una serie de conclusiones:

- La metodología asigna un coste generalizado al modo aéreo superior a lo que parecen revelar las cuotas modales actuales. Sería, por tanto, necesario ajustar a la baja el coste relativo del trayecto principal en modo aéreo frente al barco.
- El fast-ferry frente al ferry convencional resulta menos costoso en términos generalizados y explica la mayor cuota de mercado del primero frente al segundo en las conexiones en las que ambas opciones están disponibles para el usuario.
- El coste pecuniario del trayecto principal podría parecer a priori el criterio de decisión más relevante para aquellas personas que viajan por ocio; sin embargo, esta partida de coste supone para los pasajeros residentes alrededor del 15-20% del coste generalizado del viaje, mientras que para los pasajeros no residentes este valor quedaría en el rango 35-50%. Esta diferencia se debe a la existencia de generosas

subvenciones a los pasajes. Esta magnitud apunta que el factor precio es poco relevante a la hora de realizar la elección modal; otros factores como la comodidad del viaje o la facilidad de acceso deberían ser estudiados con mayor detalle en un futuro, también a la hora de llevar a cabo un análisis coste-beneficio.

Tabla 73 Tiempos [min] por segmento y trayecto (pasajero residente profesional)

Desde	Hacia	Modo	Empresa	Acceso	Egreso	Total Acceso	Terminales	Viaje	Total Principal	Total
Apto. El Hierro	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	15	39	54	63	60	123	177
Apto. El Hierro	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	15	10	25	60	65	125	150
P° Corralejo	P° Plava Blanca	Ferrv	Armas	56	31	87	50	30	80	167
P° Corralejo	P° Plava Blanca	Fast-ferrv	Fred Olsen	56	31	87	50	25	75	162
Apto. Fuerteventura	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	39	10	49	63	40	103	152
Apto. Gran Canaria	Apto. El Hierro	Avión	Binter	33	15	48	63	60	123	171
P° Las Palmas	P° Puerto del Rosario	Ferrv	Armas	36	37	73	40	390	430	503
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Ferrv	Armas	36	70	106	40	170	210	316
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Fast-ferrv	Fred Olsen	36	70	106	40	120	160	266
Apto. Gran Canaria	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	33	39	72	65	40	105	177
Apto. Gran Canaria	Apto. La Gomera	Avión	Binter	33	37	70	63	50	113	183
Apto. Gran Canaria	Apto. La Palma	Avión	Binter	33	15	48	65	50	115	163
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferrv	Armas	36	6	42	40	375	415	457
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferrv	Fred Olsen	36	6	42	40	225	265	307
P° Las Palmas	P° Plava Blanca	Ferrv	Fred Olsen	36	31	67	50	204	254	321
Apto. Gran Canaria	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	33	10	44	63	40	103	146
Apto. La Gomera	El Hierro	Avión	Binter	37	15	52	60	30	90	142
Apto. La Gomera	Fuerteventura	Avión	Binter	37	39	76	63	55	118	194
Apto. La Gomera	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	37	10	47	60	55	115	162
Apto. La Palma	Apto. El Hierro	Avión	Binter	15	15	30	63	40	103	133
Apto. La Palma	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	15	39	54	65	60	125	179
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Ferrv	Armas	19	18	36	63	120	183	219
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Fast-ferrv	Fred Olsen	19	18	36	63	120	183	219
Apto. La Palma	Apto. La Gomera	Avión	Binter	15	37	52	63	30	93	145
Apto. La Palma	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	15	10	25	63	60	123	148
P° Los Cristianos	P° La Estaca	Fast-ferrv	Armas	45	15	60	50	165	215	275
Apto. Tenerife-Norte	Apto. El Hierro	Avión	Binter	51	15	66	63	50	113	178
P° SC Tenerife	P° Puerto del Rosario	Ferrv	Armas	49	37	86	40	630	670	756
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Ferrv	Armas	49	70	119	40	410	450	569
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Fast-ferrv	Fred Olsen	49	70	119	40	290	330	449
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	51	39	90	65	50	115	205
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Ferrv	Armas	49	36	85	40	180	220	305
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Fast-ferrv	Armas	49	36	85	40	120	160	245
P° SC Tenerife	P° Agaete	Fast-ferrv	Fred Olsen	49	63	112	40	80	120	232
P° Los Cristianos	P° Arguineguín	Ferrv	Fred Olsen	45	38	83	40	120	160	243
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	51	33	84	65	30	95	179
Apto. Tenerife-Sur	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	43	33	76	75	40	115	191
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Ferrv	Armas	45	18	63	50	60	110	173
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Fast-ferrv	Fred Olsen	45	18	63	50	50	100	163
P° Los Cristianos	P° Valle Gran Rev	Ferrv	Fred Olsen	45	26	72	50	96	146	217
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Gomera	Avión	Binter	51	37	88	63	30	93	180
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Ferrv	Armas	45	19	64	48	240	288	352
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Fast-ferrv	Fred Olsen	45	19	64	48	175	223	287
P° Puerto de La Cruz	P° SC la Palma	Ferrv	Fred Olsen	51	19	70	48	142	189	260
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Palma	Avión	Binter	51	15	66	65	40	105	171
Apto. Tenerife-Sur	Apto. La Palma	Avión	Binter	43	15	58	75	35	110	168
P° SC Tenerife	P° Arrecife	Ferrv	Armas	49	6	55	40	615	655	710
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	51	10	61	63	50	113	174

Fuente: elaboración propia. Las unidades temporales son minutos.

Tabla 74 Valor monetarizado del tiempo [EUR] por fase del viaje y tipo de viajero

Travecto				Residente Trabajo			Residente Ocio			Turista		
Desde	Hacia	Modo	Empresa	V. Ppal.	V. Acceso	V. Total	V. Ppal.	V. Acceso	V. Total	V. Ppal.	V. Acceso	V. Total
Apto. El Hierro	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	83	4	87	53	4	57	75	4	78
Apto. El Hierro	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	83	2	85	53	2	55	75	2	77
P° Corralejo	P° Playa Blanca	Ferry	Armas	19	4	24	14	4	18	19	4	23
P° Corralejo	P° Playa Blanca	Fast-ferry	Fred Olsen	44	4	48	13	4	18	18	4	22
Apto. Fuerteventura	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	71	3	74	45	4	49	63	4	67
Apto. Gran Canaria	Apto. El Hierro	Avión	Binter	83	3	87	53	4	57	75	4	78
P° Las Palmas	P° Puerto del Rosario	Ferry	Armas	81	3	84	56	3	59	73	4	77
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Ferry	Armas	42	5	47	29	5	34	38	5	43
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Fast-ferry	Fred Olsen	33	5	38	23	5	27	30	5	35
Apto. Gran Canaria	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	74	5	79	47	5	52	66	5	71
Apto. Gran Canaria	Apto. La Gomera	Avión	Binter	77	5	82	49	5	54	69	5	74
Apto. Gran Canaria	Apto. La Palma	Avión	Binter	80	3	83	51	4	55	72	4	76
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferry	Armas	78	2	80	54	2	56	71	2	73
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferry	Fred Olsen	52	2	54	36	2	38	47	2	49
P° Las Palmas	P° Playa Blanca	Ferry	Fred Olsen	51	3	54	36	3	39	47	3	50
Apto. Gran Canaria	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	71	3	74	45	3	48	63	3	67
Apto. La Gomera	El Hierro	Avión	Binter	61	4	65	38	4	42	55	4	59
Apto. La Gomera	Fuerteventura	Avión	Binter	80	5	85	51	5	57	72	6	77
Apto. La Gomera	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	77	3	80	49	4	53	69	4	73
Apto. La Palma	Apto. El Hierro	Avión	Binter	71	2	73	45	2	47	63	2	65
Apto. La Palma	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	86	4	90	56	4	59	77	4	81
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Ferry	Armas	39	2	41	27	2	29	36	2	37
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Fast-ferry	Fred Olsen	39	2	41	27	2	29	36	2	37
Apto. La Palma	Apto. La Gomera	Avión	Binter	64	4	68	40	3	44	58	4	61
Apto. La Palma	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	83	2	85	53	2	55	75	2	77
P° Los Cristianos	P° La Estaca	Fast-ferry	Armas	44	3	46	31	3	34	40	3	44
Apto. Tenerife-Norte	Apto. El Hierro	Avión	Binter	77	5	81	49	5	54	69	5	74
P° SC Tenerife	P° Puerto del Rosario	Ferry	Armas	124	4	128	86	4	90	112	4	116
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Ferry	Armas	85	6	90	58	5	64	76	6	82
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Fast-ferry	Fred Olsen	63	6	69	44	5	49	57	6	63
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	80	6	86	51	7	58	72	7	79
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Ferry	Armas	44	4	48	30	4	34	40	4	44
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Fast-ferry	Armas	33	4	37	23	4	27	30	4	34
P° SC Tenerife	P° Agaete	Fast-ferry	Fred Olsen	26	5	31	18	5	23	24	5	29
P° Los Cristianos	P° Arguineguín	Ferry	Fred Olsen	33	4	37	23	4	27	30	4	34
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	67	6	73	43	6	49	60	6	67
Apto. Tenerife-Sur	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	78	5	83	50	6	55	70	6	76
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Ferry	Armas	25	3	28	18	3	21	24	3	27
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Fast-ferry	Fred Olsen	23	3	26	16	3	20	22	3	25
P° Los Cristianos	P° Valle Gran Rev	Ferry	Fred Olsen	31	3	35	22	4	26	29	4	33
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Gomera	Avión	Binter	64	6	70	40	6	47	58	7	64
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Ferry	Armas	56	3	59	39	3	43	52	3	55
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Fast-ferry	Fred Olsen	44	3	47	31	3	35	41	3	45
P° Puerto de La Cruz	P° SC la Palma	Ferry	Fred Olsen	39	3	42	27	4	31	36	4	40
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Palma	Avión	Binter	74	5	78	47	5	52	66	5	71
Apto. Tenerife-Sur	Apto. La Palma	Avión	Binter	75	4	79	48	5	52	67	5	72
P° SC Tenerife	P° Arrecife	Ferry	Armas	121	3	124	84	3	87	109	3	112
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	77	4	81	49	5	54	69	5	74

Fuente: elaboración propia

Tabla 75 Coste pecuniario de los viajes por tipo de pasajero [EUR]

Travecto				Residente Trabajo			Residente Ocio			Turista		
Desde	Hacia	Modo	Empresa	Acceso	Principal	Total	Acceso	Principal	Total	Acceso	Principal	Total
Apto. El Hierro	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	6	29	35	11	22	33	11	80	91
Apto. El Hierro	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	3	29	32	6	22	28	6	80	86
P° Corralejo	P° Playa Blanca	Ferrv	Armas	10	6	17	16	6	22	16	25	41
P° Corralejo	P° Playa Blanca	Fast-ferrv	Fred Olsen	10	8	18	16	8	24	16	30	46
Apto. Fuerteventura	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	6	16	22	9	13	22	9	40	49
Apto. Gran Canaria	Apto. El Hierro	Avión	Binter	6	27	33	11	21	31	10	74	84
P° Las Palmas	P° Puerto del Rosario	Ferrv	Armas	7	8	15	11	8	19	16	32	48
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Ferrv	Armas	11	12	23	17	12	29	22	49	71
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Fast-ferrv	Fred Olsen	11	12	23	17	12	29	22	49	71
Apto. Gran Canaria	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	9	18	27	14	14	28	13	45	58
Apto. Gran Canaria	Apto. La Gomera	Avión	Binter	9	22	30	17	17	34	16	58	74
Apto. Gran Canaria	Apto. La Palma	Avión	Binter	6	22	28	11	17	28	10	58	67
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferrv	Armas	3	14	17	6	14	20	11	56	67
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferrv	Fred Olsen	3	14	17	6	14	19	11	54	65
P° Las Palmas	P° Playa Blanca	Ferrv	Fred Olsen	6	12	19	10	12	22	15	49	64
Apto. Gran Canaria	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	5	18	24	8	15	23	8	47	55
Apto. La Gomera	El Hierro	Avión	Binter	6	16	22	14	13	27	14	40	54
Apto. La Gomera	Fuerteventura	Avión	Binter	9	29	38	17	22	39	17	80	97
Apto. La Gomera	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	6	29	34	12	22	34	12	80	92
Apto. La Palma	Apto. El Hierro	Avión	Binter	4	16	20	8	13	21	8	40	48
Apto. La Palma	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	6	29	35	11	22	33	11	80	91
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Ferrv	Armas	4	6	10	10	6	16	10	24	34
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Fast-ferrv	Fred Olsen	4	12	16	10	12	22	10	48	58
Apto. La Palma	Apto. La Gomera	Avión	Binter	6	16	22	14	13	27	14	40	54
Apto. La Palma	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	3	29	32	6	22	28	6	80	86
P° Los Cristianos	P° La Estaca	Fast-ferrv	Armas	9	12	22	16	12	28	10	50	59
Apto. Tenerife-Norte	Apto. El Hierro	Avión	Binter	6	16	22	10	13	23	16	40	56
P° SC Tenerife	P° Puerto del Rosario	Ferrv	Armas	8	13	22	13	13	26	19	54	73
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Ferrv	Armas	12	13	26	19	13	32	25	54	79
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Fast-ferrv	Fred Olsen	12	18	30	19	18	37	25	73	98
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	9	21	30	13	17	30	19	56	75
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Ferrv	Armas	6	9	15	10	9	19	22	35	57
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Fast-ferrv	Armas	6	11	17	10	11	21	22	44	66
P° SC Tenerife	P° Agaete	Fast-ferrv	Fred Olsen	9	11	20	14	11	25	27	42	69
P° Los Cristianos	P° Arguineguín	Ferrv	Fred Olsen	14	12	26	22	12	33	9	46	55
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	8	16	24	13	13	26	18	40	58
Apto. Tenerife-Sur	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	11	17	27	17	13	30	12	42	54
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Ferrv	Armas	10	8	18	17	8	25	10	32	42
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Fast-ferrv	Fred Olsen	10	9	18	17	9	25	10	34	44
P° Los Cristianos	P° Valle Gran Rey	Ferrv	Fred Olsen	11	14	24	19	14	33	13	54	67
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Gomera	Avión	Binter	9	16	25	17	13	29	23	40	63
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Ferrv	Armas	10	10	20	17	10	27	11	40	50
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Fast-ferrv	Fred Olsen	10	12	22	17	12	29	11	48	59
P° Puerto de La Cruz	P° SC la Palma	Ferrv	Fred Olsen	7	12	19	14	12	26	20	48	68
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Palma	Avión	Binter	6	17	23	10	13	24	16	41	57
Apto. Tenerife-Sur	Apto. La Palma	Avión	Binter	8	18	26	14	14	28	10	45	55
P° SC Tenerife	P° Arrecife	Ferrv	Armas	4	18	23	7	18	25	14	73	86
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	5	26	31	8	20	28	14	71	85

Fuente: elaboración propia

Beneficios sociales en el transporte interinsular en Canarias y conexiones con Madeira, Azores y Cabo Verde

Tabla 76 Coste generalizado por tipo de pasajero [EUR]

Travecto				Residente Trabajo			Residente Ocio			Turista		
Desde	Hacia	Modo	Empresa	Acceso	Principal	Total	Acceso	Principal	Total	Acceso	Principal	Total
Apto. El Hierro	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	10	112	122	15	76	90	15	155	169
Apto. El Hierro	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	5	112	117	8	76	83	8	155	162
P° Corralejo	P° Plava Blanca	Ferrv	Armas	15	26	40	20	20	41	21	44	64
P° Corralejo	P° Plava Blanca	Fast-ferrv	Fred Olsen	15	52	66	20	21	41	21	48	69
Apto. Fuerteventura	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	9	87	96	13	58	70	13	103	116
Apto. Gran Canaria	Apto. El Hierro	Avión	Binter	9	110	119	14	74	89	14	149	162
P° Las Palmas	P° Puerto del Rosario	Ferrv	Armas	10	89	99	15	64	79	20	105	125
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Ferrv	Armas	16	54	70	22	41	63	27	87	114
P° Las Palmas	P° Morro Jable	Fast-ferrv	Fred Olsen	16	45	61	22	35	57	27	79	106
Apto. Gran Canaria	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	14	91	105	19	61	80	18	111	129
Apto. Gran Canaria	Apto. La Gomera	Avión	Binter	14	99	112	22	66	88	21	126	148
Apto. Gran Canaria	Apto. La Palma	Avión	Binter	9	102	111	14	68	83	14	129	143
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferrv	Armas	5	92	98	8	68	76	13	127	140
P° Las Palmas	P° Arrecife	Ferrv	Fred Olsen	5	65	70	8	49	57	13	101	114
P° Las Palmas	P° Plava Blanca	Ferrv	Fred Olsen	9	63	72	13	48	61	18	96	114
Apto. Gran Canaria	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	8	89	97	12	59	71	11	110	121
Apto. La Gomera	El Hierro	Avión	Binter	10	77	87	18	51	69	18	95	113
Apto. La Gomera	Fuerteventura	Avión	Binter	14	109	123	23	73	96	23	152	174
Apto. La Gomera	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	9	106	115	16	71	87	16	149	165
Apto. La Palma	Apto. El Hierro	Avión	Binter	6	87	92	10	58	68	10	103	114
Apto. La Palma	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	10	115	125	15	78	92	15	157	172
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Ferrv	Armas	6	45	51	12	33	45	12	60	72
P° SC la Palma	P° San Sebastián	Fast-ferrv	Fred Olsen	6	51	57	12	39	51	12	84	96
Apto. La Palma	Apto. La Gomera	Avión	Binter	10	80	90	18	53	71	18	98	115
Apto. La Palma	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	5	112	117	8	76	83	8	155	162
P° Los Cristianos	P° La Estaca	Fast-ferrv	Armas	12	56	68	19	43	62	13	90	103
Apto. Tenerife-Norte	Apto. El Hierro	Avión	Binter	11	93	104	16	62	78	22	109	131
P° SC Tenerife	P° Puerto del Rosario	Ferrv	Armas	12	137	150	17	99	116	23	165	189
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Ferrv	Armas	18	98	116	24	72	96	31	130	161
P° SC Tenerife	P° Morro Jable	Fast-ferrv	Fred Olsen	18	81	99	24	62	86	31	130	161
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Fuerteventura	Avión	Binter	15	101	116	20	68	88	26	128	154
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Ferrv	Armas	10	52	63	15	39	53	26	75	101
P° SC Tenerife	P° Las Palmas	Fast-ferrv	Armas	10	44	54	15	34	48	26	74	100
P° SC Tenerife	P° Agaete	Fast-ferrv	Fred Olsen	14	36	50	19	28	48	33	66	98
P° Los Cristianos	P° Arguineguín	Ferrv	Fred Olsen	18	44	62	26	34	60	14	76	90
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	14	83	98	19	55	75	25	100	125
Apto. Tenerife-Sur	Apto. Gran Canaria	Avión	Binter	16	95	111	22	63	85	18	112	130
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Ferrv	Armas	13	33	45	20	26	46	14	56	69
P° Los Cristianos	P° San Sebastián	Fast-ferrv	Fred Olsen	13	32	44	20	25	45	14	56	70
P° Los Cristianos	P° Valle Gran Rev	Ferrv	Fred Olsen	14	45	59	23	36	58	16	83	100
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Gomera	Avión	Binter	15	80	95	23	53	76	29	98	127
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Ferrv	Armas	13	66	79	20	49	70	14	91	105
P° Los Cristianos	P° SC la Palma	Fast-ferrv	Fred Olsen	13	56	69	20	43	64	14	89	103
P° Puerto de La Cruz	P° SC la Palma	Ferrv	Fred Olsen	11	51	61	18	39	57	23	84	107
Apto. Tenerife-Norte	Apto. La Palma	Avión	Binter	11	90	101	16	60	76	22	107	129
Apto. Tenerife-Sur	Apto. La Palma	Avión	Binter	12	93	105	19	62	80	15	112	127
P° SC Tenerife	P° Arrecife	Ferrv	Armas	7	139	146	10	102	112	17	182	199
Apto. Tenerife-Norte	Apto. Lanzarote	Avión	Binter	10	103	112	13	69	82	19	140	159

Fuente: elaboración propia

Apéndice 2 Cuantificación de inversiones

A continuación, se desarrollará con mayor detalle el desglose de estas actuaciones propuestas para adecuar la capacidad de las infraestructuras a nivel de tráfico futuro.

A2.1 Cuantificación de obras de ampliación en aeropuertos

Con intención de cuantificar las inversiones necesarias para adecuar la capacidad del aeropuerto al nivel de tráfico de 2043, se hace en primer lugar un análisis de capacidad. En el caso de los aeropuertos españoles, Ministerio de Fomento (2017) establece los niveles de utilización de cada aeropuerto canario para 2016. Las proyecciones de tráfico proporcionan el nivel de utilización futuro. Con ello se puede calcular el nivel de utilización futuro de las instalaciones actuales, mostrado en la Tabla 77. En los demás archipiélagos, los niveles de utilización se obtienen por comparación con otros aeropuertos para los niveles de tráfico existentes.

Tabla 77 Niveles de utilización de los aeropuertos

Aeropuerto	Utilización año 2019			Utilización año 2043		
	Área de maniobras*	Plataforma	Terminal	Área de maniobras*	Plataforma	Terminal
Tenerife-Norte	109%	96%	89%	79%	69%	64%
Tenerife-Sur	107%	144%	107%	77%	104%	77%
Gran Canaria	131%	126%	133%	92%	88%	94%
El Hierro	139%	101%	72%	71%	51%	37%
La Gomera	363%	212%	138%	44%	26%	17%
La Palma	111%	111%	79%	75%	75%	53%
Fuerteventura	139%	199%	143%	101%	145%	104%
Lanzarote	110%	99%	116%	79%	71%	84%
Madeira	>100%	>100%	>100%	<85%	<85%	<85%
Ponta Delgada	>100%	>100%	<85%	<85%	<85%	<85%
Praia	>100%	>100%	>100%	<100%	<100%	<85%
Isla de Sal	>100%	>100%	>100%	<100%	<85%	<85%

Fuente: elaboración propia a partir de Ministerio de Fomento (2017). El color verde representa un adecuado nivel de servicio, el anaranjado implica un nivel de servicio menor, significando el rojo una capacidad insuficiente para el aeropuerto. *El *área de maniobras* es aquella parte del aeropuerto empleada para el despegar, aterrizar y rodadura de aeronaves, excluyendo las plataformas.

Una vez determinadas las necesidades, se cuantifican las obras necesarias según precios típicos del sector y los estudios económicos de algunos planes directores de Aena¹⁴⁷. En las próximas páginas se muestra para cada aeropuerto una justificación de las inversiones a realizar en el periodo inicial para cada ruta, cuyos valores finales se encuentra en la Tabla 57 y siguientes.

A2.2 Cuantificación obras de adecuación en los puertos

De manera similar a cómo se ha efectuado en el apartado anterior, en el presente se determinarán los volúmenes inversores necesarios para adecuar la infraestructura portuaria a los volúmenes de pasajeros, vehículos y mercancías estimados para el largo plazo según las cifras señaladas en el apartado 3.6.

A diferencia de los aeropuertos, no se dispone de documentación de planificación sistemática para los puertos. Existen documentos donde se señalan las obras que se deben acometer a corto o medio plazo, como Granado Paz (2015) para Puertos Canarios, o las memorias anuales de las autoridades portuarias canarias. Por ello se ha acudido también a medios de comunicación para recoger las carencias y las soluciones propuestas para atajarlas.

Los resultados, a falta de llevar a cabo un análisis cuantitativo para cada puerto, son de carácter cualitativo, tal y como se muestra en la Tabla 78. De los datos mostrados se extraen las actuaciones necesarias, las cuales se describen y presupuestan de manera preliminar en la Tabla 80, habiéndose empleado para la determinación de importes las cifras de los últimos proyectos en los que trabaja el ente público Puertos Canarios, como Playa Blanca, Tazacorte, Agaete, Las Vueltas o Santiago.

¹⁴⁷ Concretamente Tenerife-Sur y Gran Canaria.

Tabla 78 Análisis cualitativo de capacidad de los puertos

Puerto	Capacidad actual 2019				Capacidad futura 2043			
	Diques	Explanada	Terminal	Accesos	Diques	Explanada	Terminal	Accesos
Sta. Cruz de Tfe.	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Los Cristianos	<100%	<90%	<100%	<90%	<90%	<90%	<90%	<90%
Las Palmas	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Agate	100%	<100%	<100%	>100%	100%	<100%	<100%	>100%
SC la Palma	>100%	<100%	>100%	<100%	>100%	<100%	>100%	<100%
San Sebastián	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
La Estaca	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Morro Jable	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Corralejo	>100%	<100%	<100%	>100%	>100%	<100%	<100%	>100%
Puerto Rosario	>100%	>100%	<100%	>100%	>100%	>100%	<100%	>100%
Playa Blanca	<100%	<100%	<100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Arrecife	>100%	>100%	<100%	>100%	>100%	>100%	>100%	>100%
Arguineguín	<100%	<100%	<100%	>100%	<100%	<100%	<100%	>100%
Funchal	<100%	<100%	<100%	<100%	<90%	<90%	<90%	<90%
Ponta Delgada	<100%	<100%	<100%	>100%	<100%	<100%	<100%	>100%
Praia	>100%	<100%	>100%	>100%	>100%	<100%	>100%	>100%

Fuente: elaboración propia. Este análisis cualitativo se efectúa a través de la información publicada en prensa, observaciones sobre el terreno y las memorias anuales de Puertos del Estado. Si se infiere que no existe saturación alguna, el exceso de capacidad se valora con >100%; en caso de que existan algunos problemas puntuales de capacidad se puntuaría con un <100%. Por último, si se dan problemas de capacidad frecuentes y con consecuencias importante sobre el puerto y su entorno se asigna una valoración de <90%.

En la Tabla 79 se observa la deducción del importe de la inversión que se estima debería hacerse en cada aeropuerto para satisfacer la demanda potencial con un alto nivel de calidad de servicio.

De la misma manera , en la Tabla 80 se muestran el coste estimado de las actuaciones necesarias en los puertos.

Tabla 79 Estimación de inversiones necesarias por aeropuerto

Aeropuerto	Actuaciones	Partidas de inversiones por áreas			Inversión total [MEUR]	Inversión imputada $I_{0,a}$ [MEUR]
		Área de Maniobras [MEUR]	Plataforma [MEUR]	Terminal [MEUR]		
Tenerife-Norte	- 2 x calles de salida rápida + apartaderos - 15.000 m2 de plataforma - 3.000m2 de terminal	6	45	6	57	54
Tenerife-Sur	- 1x pista y rodadura - 3.000m2 de terminal	350	-	6	356	11
Gran Canaria	- 1x pista y rodadura - 30.000m2 de plataforma - 5.000 m2 de terminal	500	90	10	600	150
El Hierro	- 1x calle de salida - 3.000 m2 de plataforma - 1.000 m2 de terminal	2	9	2	13	13
La Gomera	- 1 x calle de salida - 6.000 m2 de plataforma - 2.000 m2 de terminal	2	18	4	24	24
La Palma	- 9.000 m2 de plataforma - 2.000 m2 de terminal	2	27	4	33	32
Fuerteventura	no necesita ampliar capacidad					
Lanzarote	- 3 x calle de salida - 12.000 m2 de plataforma - 5.000 m2 de terminal	6	30	8	44	6
Madeira	- 2 x calle de salida + zona de giro - 10.000 m2 de plataforma - 4.000 m2 de terminal	6	30	8	44	6
Ponta Delgada	- 2 x calle de salida + apartaderos - 200m rodadura - 4.000 m2 de terminal	34		8	42	34
Santiago	- Calle de rodadura + 2 salidas - 44.000m2 plataforma - 1.000 m2 de terminal	91	66	2	160	91
Isla de Sal	- 2 x Calles de salida y apartaderos - 44.000m2 plataforma - 8.000m2 de terminal	8	66	12	86	8

Fuente: elaboración propia. Presupuestos en millones de euros de 2018.

Tabla 80 Estimación de inversiones necesarias por puerto

Puerto	Actuaciones	Partidas por elemento [MEUR]				Inversión total [MEUR]	Inversión imputada $I_{0,a}$ [MEUR]
		Diques	Explanada	Terminal	Accesos		
Santa Cruz de Tenerife	- Reforma diques Muelle Sur	18	0	0	0	18	18
Tenerife (Los Cristianos)	- Nuevo dique de 400m + marina - 25.000 m2 de explanada - 4.000m2 de terminal - Accesos con 1.200m de túnel en trinchera	50	20	8	76	154	154
Tenerife (Fonsalía)	- Zona del muelle destinada a tráfico regular	Ver total				200	154
Las Palmas de GC	No se requieren actuaciones						
Agaete	- 12.500 m2 de explanada	0	5	0	0	5	5
Santa Cruz de La Palma	- 15.000 m2 de explanada	0	6	0	0	6	6
San Sebastián (Gomera)	- 3.000 m2 de terminal	0	0	6	0	6	6
La Estaca (El Hierro)	No se requieren actuaciones						
Morro Jable	- 12.500 m2 de explanada	0	5	0	0	5	5
Corralejo	- 3.000 m2 de terminal	0	0	6	0	6	6
Puerto Rosario	No se requieren actuaciones						
Playa Blanca	- 300 m de dique abrigo - 30.000 m2 de explanada - 1.700 m2 de terminal	24	12	4	0	40	40
Arrecife	No se requieren actuaciones						
Arguineguín / El Pajar	- Reforma dique - 7.000 m2 de explanada - 2.000 m2 de terminal y mejora accesos	10	10	4	6	30	80
Funchal	- 200 m de dique - 15.000 m2 de explanada - 1.000 m2 de terminal	40	5	2	0	47	47
Ponta Delgada	- 100 m de dique - 17.000 m2 de explanada	10	7	0	0	17	17
Praia de Santiago	- 15.000 m2 de explanada	0	5	0	0	5	5

Fuente: elaboración propia

A2.3 Ampliación del puerto de Playa Blanca

Este proyecto ya se halla en marcha desde hace unos años, por lo que se cuenta con cifras reales de la inversión efectuada y sus características. Consiste en ejecutar un nuevo dique y una explanada para que puedan operar, más barcos y de mayor tamaño. Cuando finalice esta obra, además de los dos ferries que conectan Lanzarote con Fuerteventura, también podrá atracar otro barco de mayores dimensiones con destino Gran Canaria. Las instalaciones supondrán también la posibilidad de acoger cruceros y una ampliación del puerto deportivo y de recreo a costa de las instalaciones que actualmente se dedican al tráfico comercial, según Granada Paz (2015).

El proyecto está presupuestado en unos 48 millones de euros, con una cofinanciación del 85% por parte de los fondos FEDER¹⁴⁸, tuvo comienzo en 2019 y se prevé su ejecución se alargue hasta 2021.

A2.4 Ampliación del puerto de Arguineguín / El Pajar

Para posibilitar la operativa de un fast-ferry en el sur de Gran Canaria, será necesario adecuar un puerto en esta zona isla. Existen varias ubicaciones, con cuya adecuación se podría alcanzar el objetivo planteado. Entre ellas, la localidad de Arguineguín cuenta con un puerto comercial de pequeñas dimensiones y usos deportivo, pesquero y de recreo. Además, a unos

¹⁴⁸ Existen varios programa de ayudas europeas destinados al archipiélago canario, y compatibles con inversiones en materia de infraestructura de transportes: Programa Operativo CANARIAS FEDER 2014-2020, Programa Operativo CANARIAS FSE 2014-2020 y el Programa Operativo Cooperación Territorial MAC (Madeira-Azores-Canarias), en el cual también participan Cabo Verde, Senegal y Mauritania. Es de prever que, a estos programas, les sucedan otros en el futuro.

centenares de metros, en El Pajar, existe un puerto industrial asociado a una fábrica de áridos, cuya concesión finaliza en 2022, revirtiendo la infraestructura a Puertos Canarios. La accesibilidad desde la autopista GC-1 es buena al estar esta vía muy cerca de la localidad y contar con accesos construidos. Además, la bahía de Santa Águeda, en cuyo extremo se encuentra el puerto, constituye un paraje con gran atractivo para su explotación turística. Con ello, la opción de una conversión de El Pajar en puerto deportivo y de recreo ya se encuentra en consideración, y podría complementarse con la posibilidad de acoger tráfico Ro-Pax.

Las imágenes históricas muestran este puerto de Arguineguín un ferry de la serie *Delfín*, con calado de 4,6m, atracado en esta localidad. Ello implica que un *fast-ferry* como los que operan actualmente en Canarias también podría operar en las instalaciones actuales.

En el caso del puerto situado en el núcleo urbano de Arguineguín ya han comenzados los trabajos para la ampliación del puerto deportivo anejo que suponen la conversión de atraque del dique actual en pantalanes para embarcaciones de recreo. Por ello, para que en el futuro pueda operar un *fast-ferry* del tipo *Bentago Express*, se considera en esta Tesis Doctoral la construcción de un nuevo muelle apto para la operativa de buques con calado de hasta 6m y 150m de eslora y 30m de manga.

Un proyecto de esta categoría implica un nuevo dique de unos 400m de longitud y unos 40.000m² de explanada, dimensiones similares a las ampliaciones proyectadas en los puertos de Playa Blanca o de Agaete. Considerando los costes unitarios históricos de Puertos Canarios, la ampliación de Arguineguín podría llegar a rondar los 80 millones de euros como máximo, incluyendo accesos. Esta cifra es conservadora, pues en este puerto las aguas son menos profundas y, por tanto, los costes de construcción deberían ser menores. Sin embargo,

según se ha apuntado, parece menos onerosa la adaptación del puerto de El Pajar que ya está adaptado a barcos de las dimensiones mencionadas.

A2.5 Problemática actual del Puerto de los Cristianos

El Puerto de los Cristianos es uno de los puertos con mayor tráfico de pasajeros del territorio español. Desde este puerto operan las líneas que conectan Tenerife con las islas de La Gomera, La Palma y El Hierro. Estas conexiones mueven gran cantidad de pasajeros y vehículos, además de la mayor parte del avituallamiento de las tres islas.

El puerto se halla enclavado en el centro de la localidad de Los Cristianos, que forma junto con Playa de las Américas la mayor conurbación turística de Tenerife. La infraestructura ha quedado encorsetada por las viviendas, alojamientos turísticos y dos playas, dificultando en gran medida los accesos al puerto, especialmente para el tráfico rodado. Otros problemas derivados son el ruido, las emisiones de gases contaminantes y partículas, así como la falta de capacidad de la explanada del puerto para el adecuado tratamiento de mercancías.

Ante la precaria situación en que se encuentran estas instalaciones, desde las administraciones locales se ha propuesto la construcción de un nuevo puerto 20 km más al norte, entre las localidades de Playa de San Juan y Alcalá. El proyecto contempla la construcción de un puerto comercial, pesquero y deportivo, junto con una amplia zona de usos comerciales y de recreo. Una vez operativo este puerto, el de Los Cristianos quedaría destinado a ser un puerto deportivo, pesquero y de recreo.

Hasta la fecha, la Autoridad Portuaria de Santa Cruz es contraria a la ampliación, así como los colectivos ecologistas. Por otro lado, el ente Público Puertos Canarios y los representantes empresariales están a favor del nuevo puerto.

El proyecto cuenta con las siguientes fortalezas:

- La menor distancia hacia las islas de La Gomera y La Palma
- mejor ubicación para tráfico de mercancías desde el norte de la isla de Tenerife. Además, podría dedicarse más superficie a usos logísticos dando una mejor cobertura a la actividad portuaria, la cual hoy en día no se encuentra satisfecha ante la escasez de superficie que hay en Los Cristianos.
- Nula interferencia con núcleos urbanos y buena accesibilidad por carretera.
- Posibilidad de dedicar el puerto de Los Cristianos como puerto de recreo y deportivo, actividad más adecuada a su ubicación y dimensiones.

Los principales inconvenientes son los siguientes:

- Se trata de una obra nueva y los costes de inversión son elevados, cifrados preliminarmente en 200 millones de euros.
- Está 20 km más lejos del área metropolitana de Santa Cruz, principal núcleo poblacional de la isla, así como de los principales polígonos logísticos, aunque la mejor facilidad de su acceso respecto a Los Cristianos podría compensar la mayor lejanía.
- El nuevo puerto se encuentra rodeado de una reserva natural incluido en la red *Natura2000*¹⁴⁹. Sin embargo, junto al Puerto de Los Cristianos también existen zonas

¹⁴⁹ Si el espacio del puerto no lo está, es porque fue excluido a propósito por las autoridades en el momento en que se tramitó la declaración del resto de las aguas como zona protegida.

protegidas con lo que este argumento quedaría cuestionado, al haber afección en ambas alternativas.

- Una parte del pasaje proviene de la conurbación Los Cristianos–Las Américas, el cual pasaría a tener el puerto a 20 km en vez de una distancia de unos centenares de metros o unos pocos kilómetros.
- Recientemente se ha finalizado la construcción de las primeras fases de un gran puerto industrial en el municipio de Granadilla de Abona, al este de Los Cristianos, el cual se encuentra en la actualidad infrautilizado.
- En caso de plantear una conexión marítima entre el sur de Gran Canaria y el de Tenerife, la ubicación de Fonsalía reduciría la viabilidad del proyecto al alejarlo unos 20 km de su destino. Sin embargo, este puerto podría seguir operando la ruta con Gran Canaria, mientras que las demás, podrían trasladarse a Fonsalía.

En cualquier caso, la situación actual requiere una solución. Como alternativa al proyecto de Fonsalía cabe ampliar el puerto de Los Cristianos hacia el mar, para generar una nueva línea de atraque, así como una explanada para usos logísticos. Asimismo, los accesos requieren importantes inversiones para reducir la interferencia con el núcleo de Los Cristianos. Existen propuestas sobre la mesa, aunque su coste económico es incierto, y pueden llegar a ser muy costosos, del orden de 100 millones de euros solo en materia de accesos¹⁵⁰.

¹⁵⁰ Ampliar y mejorar el Puerto de Los Cristianos, así como su accesibilidad e integración con el núcleo urbano supondrían: 1.200 m de túnel en trinchera de unos 85 m² de sección con un coste aproximado de 35 millones de euros, según Sancho (2013), un nuevo dique de 400 m y explanada de 15.000 m² (50 millones de euros) en base a proyectos similares ejecutados en Canarias en los últimos años, y una nueva terminal marítima de 4.000

Una tercera alternativa es comenzar a desviar tráfico del puerto de Los Cristianos al Puerto de Granadilla, sin duda el mejor preparado del sur de la isla para el tráfico de mercancías, contando además con una mejor ubicación para estos efectos, muy próximo a un polígono industrial, más cerca de Santa Cruz y con buenos accesos a la autopista TF-1.

m2 (8 millones de euros). Si se incluye una partida de seguridad del 100% del importe estimado inicialmente, el coste estimado rondará los 200 millones de euros, una cantidad similar a la estimación inicial prevista para el puerto de Fonsalía. En el caso del Puerto de Los Cristianos, el 100% de la inversión habría de imputarse al tráfico interinsular.

Apéndice 3 Estudio de posibles nuevas rutas

En el apartado 3.5 se ha estimado la demanda potencial en un escenario para el largo plazo.

En algunas conexiones se prevén grandes incrementos de pasajeros y carga transportados.

Alcanzar estas cifras puede depender, entre otros factores de carácter demográfico o económico, en la mejora de la conectividad entre algunas islas del archipiélago canario.

En este apéndice se propone de qué manera podría completarse la oferta de transporte entre islas, adecuando las rutas existentes a las necesidades de la demanda.

A3.1 Tenerife-Gran Canaria

A la vista de los resultados del 3.5, las conexiones entre Tenerife y Gran Canaria podrían tener aún un elevado potencial aún por desarrollar. Para ello cabe analizar de qué manera se puede reducir el tiempo y las distancias de viaje para reducir el coste generalizado. En este trabajo se comentan dos cambios respecto al estado de 2018.

Para este par de islas se introducen dos nuevas opciones: la primera de ellas es la recuperación de una conexión de fast-ferry entre Santa Cruz y Las Palmas, alternando los servicios de ferry convencional y fast-ferry entre ambas capitales. Este servicio, no solo se ha hecho realidad, sino que se ha evolucionado hacia una mayor cuota de fast ferry frente al ferry convencional, desde el verano de 2019. Las recomendaciones derivadas del trabajo de González (1995) apuntaban ya en esta dirección. Este cambio se refleja en un aumento del volumen de pasajeros para esa ruta a costa del avión y el *fast-ferry* Santa Cruz–Agaete.

El segundo cambio consistiría en introducir la ruta Los Cristianos–Arguineguín en fast ferry. Esta nueva conexión captaría tráfico de todas las rutas competidoras, pero más

especialmente del avión desde el aeropuerto Tenerife-Sur hacia Gran Canaria, y en menor medida de las conexiones en barco entre Santa Cruz y Gran Canaria.

Grisolía (2006) muestra unas tablas origen-destino para este par de islas, elaborada a través de las encuestas empleadas en su trabajo. De él se extrae que, de entre las tres opciones contempladas por este trabajo, aproximadamente el 20% del tráfico tiene como origen y/o destino zonas más cercanas a los puertos de esta conexión, todo ello sin contar la conexión aérea Tenerife-Sur-Gran Canaria, no considerada por este autor, y que en 2005 suponían algo más del 10% de los pasajeros transportados en modo aéreo. Con ello, se podría asumir una cuota de mercado potencial cercana al 25% el total para la nueva conexión entre las zonas meridionales de ambas islas, todo ello sin contar con la demanda inducida en términos de pasaje, que ahora mismo nos resulta desconocida.

Otra aproximación para evaluar el potencial de estas rutas sería la contabilización de la población residente y turista de las zonas de captación de estas rutas o mediante el PIB para las mercancías.

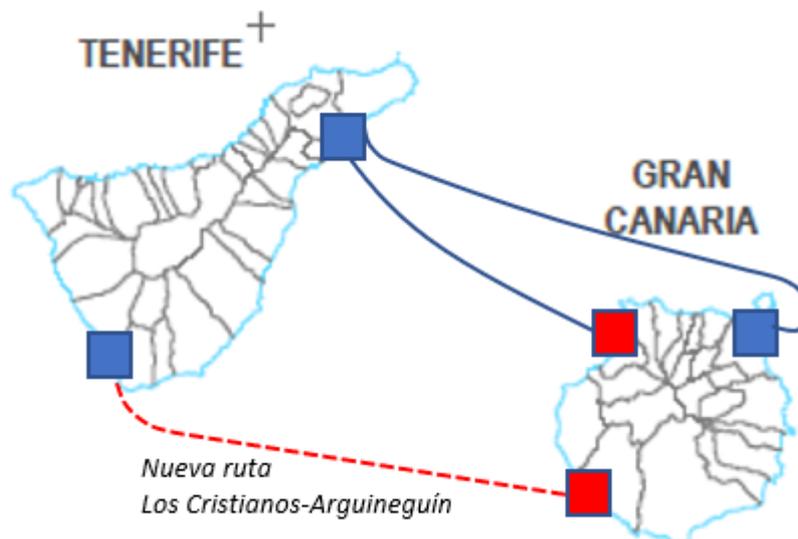
Fast-Ferry Santa Cruz-Las Palmas

Esta ruta ya comenzó en 2018, reemplazando parte de los trayectos que realizaba con ferries convencionales por otros más rápidos, bajando la duración del trayecto de 2h30 largas a 1h30. En verano de 2019 se ha incorporado un catamarán de nueva fabricación con el que se aumenta la capacidad de carga y velocidad respecto a los catamaranes de la serie anterior. Esta nueva ruta se prevé aumentará el atractivo de la conexión de directa entre capitales, a costa del Santa Cruz-Agaete o el avión: conectaría ambas capitales en sólo 10 minutos más que el antiguo hidroala *jet-foil*, con la posibilidad de llevar el propio vehículo y con una mayor fiabilidad que dicho buque.

Del sur de Gran Canaria al sur de Tenerife

Esta alternativa sería completamente novedosa y se considera absorbería la mayor parte de la demanda potencial insatisfecha, al atacar a dos segmentos de las islas que actualmente requerían de largas distancias de acceso, a lo que se añade la congestión de las carreteras en ambas islas. Además, esta posibilidad crecería, en parte, a expensas de los pasajeros que vuelan entre los aeropuertos de Tenerife-Sur y Gran Canaria y de la carga y pasajeros que actualmente viajan a través de Santa Cruz, fundamentalmente. Ver la Figura 52.

Figura 52 Rutas marítimas existentes y nueva ruta entre el sur de ambas islas



Fuente: elaboración propia. La nueva ruta es la representada en línea roja discontinua.

Además de que la distancia entre las islas hace ya relativamente largo el viaje, la lejanía de los puertos de los principales núcleos turísticos en el norte y sur de Tenerife, y en el sur de

Gran Canaria hacen poco atractivo el viaje en barco para excursiones de un día. De manera similar ocurre con los tres aeropuertos¹⁵¹.

Por estos motivos, consideramos que podría estudiarse la viabilidad de una conexión desde Los Cristianos al Puerto de El Pajar, cercano a la localidad de Arguineguín, con un fast-ferry, que favorecería la conexión entre las comarcas meridionales de las islas. La duración del viaje sería inferior a las dos horas para una distancia que ronda los 100 km.

Esta conexión daría servicio no solo a los residentes de ambas zonas, unos 450.000 habitantes que suponen el 25% de la población, sino que además posibilitaría un producto turístico no explotado como serían las excursiones de un día entre ambas islas, especialmente destinadas al turismo hospedado en los principales núcleos turísticos de ambas islas.

Asumiendo una población flotante de 100.000 turistas en cada isla, con una estancia media entre una semana y diez días, el hecho de que un 1% de ésta decida hacer esta excursión supondría casi 100.000 viajes, lo cual sería un buen fundamento para una exitosa explotación de esta nueva conexión.

Según Díaz Lorenzo, hubo intención de operar este trayecto dentro de una línea Las Palmas-Arguineguín-Los Cristianos- San Sebastián-Valle Gran Rey mediante un buque tipo *hidro-foil* a comienzos de los años 90. Finalmente, el *hidro-foil* Barracuda operó exclusivamente entre los puertos de Los Cristianos y San Sebastián de la Gomera. En, sí podría tener más

¹⁵¹ El aeropuerto de Tenerife-Sur se halla a 18 km de Playa de Las Américas, distancia cercana, aunque ya supone un coste importante en caso de tomar un taxi.

éxito una ruta de similares características, aunque con buques Ro-Pax por los siguientes motivos:

- Notable aumento de población en estas zonas de la isla, que prácticamente se ha duplicado desde el año 2000 y más que triplicado desde 1990, según ISTAC.
- Significativa bajada de precios para residentes por ampliación del régimen de subvenciones hasta el 75% del billete.
- El número de turistas que visitan Gran Canaria y Tenerife del número de turistas se ha multiplicado por tres desde 1990 hasta 2018, según Promotour.
- Mayor renta per cápita real de las poblaciones residentes
- Mayor intercambio de mercancías, disminución de distancia recorridas entre los polígonos logísticos e industriales del este grancanario y el sur de Tenerife.

La mayor dificultad para esta ruta se encuentra en la infraestructura portuaria. Por una parte, sería necesaria una reforma del puerto industrial de El Pajar y sus accesos, ya que actualmente se halla dedicado a una industria cementera ubicada en el mismo puerto, cuya concesión finalizaría en 2022.

Por otra, el Puerto de Los Cristianos se halla inserto en el núcleo urbano. Esta es una de sus principales fortalezas para captar tráfico turístico, pero supone a la vez afecciones para la localidad donde se encuadra, y un problema de accesibilidad. Una ampliación de este puerto podría suponer costosas inversiones, no solo de incremento de capacidad, sino también para mejorar la accesibilidad.

La alternativa, es la construcción del puerto de Fonsalía, que supone una importante desventaja al quedar el puerto unos 20 km más al norte, por tanto, más lejos de Gran Canaria. Este obstáculo se puede sortear dedicando el Puerto de Fonsalía a las conexiones con las

islas occidentales, mientras que desde Los Cristianos se podría seguir operando una ruta hacia el sur de Gran Canaria, habiéndose descargado notablemente el puerto tinerfeño¹⁵².

Excedentes y beneficios operativos con configuración de rutas alternativa

Una vez argumentada la conveniencia de la ruta propuesta conviene someterla a un análisis según algunos de los criterios empleados en el Capítulo 5: cálculo de excedentes y beneficios de las empresas operadoras.

Para ello se define en primer la configuración alternativa como el escenario en la que operan las rutas de la configuración original, planteada en el apartado 5.7, más la nueva ruta entre Los Cristianos y Arguineguín con un fast-ferry. La entrada de la nueva conexión supone una redistribución de los tráficos tal y como se muestra en la Tabla 81.

Tabla 81 Carga de pago según configuración y escenario (Tenerife-Gran Canaria)

Modo	Tipo de carga	Escenario 2018		Escenario potencial 2043	
		Antigua Configuración	Nueva Configuración	Antigua Configuración	Nueva Configuración
Aéreo	Pasajeros [-]	841.609	817.150	2.179.308	1.743.446
Marítimo	Pasajeros [-]	1.423.741	1.448.741	2.177.784	2.334.821
	Vehículos [-]	492.766	502.766	633.223	762.545
	Carga [t]	1.393.778	1.393.778	2.089.344	2.193.811

Fuente: elaboración propia

Considerando estas cifras de pasaje y carga, la variación de excedentes entre una y otra configuración es la mostrada en la Tabla 83. En ella se observa que sin considerar externalidades, los excedentes en el escenario inicial serían menores que con la configuración actual, tanto para el consumidor como para el productor. Sin embargo, cuando

¹⁵² Ver Apéndice 2.

se toman en consideración las externalidades el cambio a la nueva configuración de rutas favorece al cambio propuesto.

En un escenario a largo plazo, la nueva configuración supone una mejora pues genera excedentes superiores a los que habría con la configuración actual de rutas.

Si se analizan los resultados de explotación de las empresas operadoras, mostrados en Tabla 82, se observa que en el presente mejorarían los resultados de la explotación de la ruta, mientras que en un escenario potencial serían peores.

Tabla 82 Comparativa resultados de explotación Tenerife-Gran Canaria

Desde	Modo	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Con rutas actuales	Aéreo	-3.997.028	90.632.417
	Marítimo	-20.438.883	48.635.572
	Suma	-24.435.910	139.267.989
Con nuevas rutas	Aéreo	-4.060.502	74.381.226
	Marítimo	-12.722.159	56.946.171
	Suma	-16.782.661	131.327.397
Diferencia		7.653.249	-7.940.592

Fuente: elaboración propia. Valores en euros de 2018.

Por tanto, a falta de una optimización de precios y capacidades, la introducción de la ruta Los Cristianos-Arguineguín genera menores externalidades negativas y mejora los resultados de las empresas explotadoras en global. Tras un ajuste de precios y capacidades posiblemente los excedentes mejoren a los aquí obtenidos, estimadas aquellas de forma preliminar, y harían posible la explotación de la ruta sin requerir subvenciones adicionales.

Tabla 83 Comparación de excedentes y variaciones (Tenerife-Gran Canaria)

Config.	Modo	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext)	EC(con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (incl. ext)	ΔEC (incl. ext)	ΔES
Actual	Aéreo	24.678.571	12.092.974	36.771.546	-4.989.457	-27.054.493	19.689.114	-14.961.518	4.727.595	1.442.407.654.512	635.957.381.938	1.442.408.714.251	2.714.044.428.752	4.156.453.143.003
	Marítimo	56.473.539	56.983.788	113.457.327	-45.976.248	-69.714.478	10.497.290	-12.730.690	-2.233.400	1.490.401.381.957	1.429.977.267.113	1.490.375.504.175	4.331.063.462.740	5.821.438.966.915
	Suma	81.152.110	69.076.762	150.228.872	-50.965.706	-96.768.971	30.186.404	-27.692.208	2.494.196	2.932.809.036.469	2.065.934.649.050	2.932.784.218.426	7.045.107.891.492	9.977.892.109.918
Nueva	Aéreo	24.183.862	11.601.500	35.785.361	-4.017.614	-25.624.456	20.166.248	-14.022.957	6.143.291	2.663.798.877.344	1.125.569.832.795	2.663.798.965.239	4.914.875.079.396	7.578.674.044.635
	Marítimo	55.991.354	55.801.677	111.793.031	-53.129.912	-50.943.103	2.861.442	4.858.573	7.720.015	2.556.920.554.477	2.211.921.986.336	2.556.852.206.903	6.832.206.491.315	9.389.058.698.218
	Suma	80.175.216	67.403.176	147.578.392	-57.147.526	-76.567.560	23.027.690	-9.164.384	13.863.306	5.220.719.431.821	3.337.491.819.131	5.220.651.172.143	11.747.081.570.710	16.967.732.742.853
Diferencia	-976.894	-1.673.586	-2.650.480	-6.181.820	20.201.411	-7.158.714	18.527.825	11.369.111	2.287.910.395.352	1.271.557.170.081	2.287.866.953.717	4.701.973.679.218	6.989.840.632.935	

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada: EP, excedente del productor sin externalidades; EC excedente del consumidor sin externalidades; EC+EP, suma de los dos conceptos anteriores; E(XP), externalidades imputables al productor; E(XC) externalidades imputables al consumidor; EP (con ext.), excedente del productor sin externalidades; EC (con ext.), excedente del consumidor con externalidades y ES, excedente social. Δ representa la variación de una magnitud entre el escenario futuro y el escenario base.

Tabla 84 Comparación de excedentes y variaciones (Tenerife-La Palma)

Config.	Modo	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext)	EC(con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (incl. ext)	ΔEC (incl. ext)	ΔES
Actual	Aéreo	23.210.663	24.609.963	47.820.626	-4.573.286	-21.058.162	18.637.377	3.551.801	22.189.177	260.216.255.054	178.480.478.367	260.217.159.457	616.966.090.297	877.183.249.754
	Marítimo	20.276.909	13.807.197	34.084.106	-49.286.912	-10.590.276	-29.010.003	3.216.921	-25.793.082	46.590.932.893	42.336.165.151	46.555.762.820	131.171.848.763	177.727.611.583
	Suma	43.487.572	38.417.160	81.904.732	-53.860.198	-31.648.438	-10.372.626	6.768.721	-3.603.905	306.807.187.947	220.816.643.518	306.772.922.277	748.137.939.060	1.054.910.861.337
Nueva	Aéreo	35.994.679	36.123.137	72.117.816	-4.092.385	-17.070.871	31.902.294	19.052.266	50.954.560	266.074.189.725	192.770.363.182	266.075.150.438	650.911.592.682	916.986.743.120
	Marítimo	19.474.930	15.381.448	34.856.378	-50.799.361	-13.927.295	-31.324.432	1.454.154	-29.870.278	73.931.184.202	102.748.075.047	73.871.971.593	278.909.435.636	352.781.407.229
	Suma	55.469.609	51.504.585	106.974.194	-54.891.746	-30.998.166	577.863	20.506.419	21.084.282	340.005.373.927	295.518.438.230	339.947.122.031	929.821.028.319	1.269.768.150.350
Diferencia	11.982.037	13.087.425	25.069.462	-1.031.548	650.272	10.950.489	13.737.698	24.688.187	33.198.185.980	74.701.794.712	33.174.199.754	181.683.089.258	214.857.289.012	

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada en tabla anterior.

Tabla 85 Comparación de excedentes y variaciones (Gran Canaria-Lanzarote)

Config.	Modo	EP	EC	EC+EP	E(XP)	E(XC)	EP (con ext)	EC(con ext.)	ES	ΔEP	ΔEC	ΔEP (incl. ext)	ΔEC (incl. ext)	ΔES
Actual	Aéreo	23.882.151	14.883.716	38.765.867	-4.695.343	-24.746.479	19.186.808	-9.862.763	9.324.045	672.419.971.900	316.221.057.067	672.419.524.630	1.304.739.061.075	1.977.158.585.706
	Marítimo	9.836.001	27.002.491	36.838.492	-39.100.184	-11.745.548	-29.264.183	15.256.943	-14.007.240	18.393.900.929	42.176.066.360	18.399.401.712	82.662.140.057	101.061.541.770
	Suma	33.718.152	41.886.206	75.604.359	-43.795.527	-36.492.027	-10.077.375	5.394.179	-4.683.196	690.813.872.828	358.397.123.427	690.818.926.342	1.387.401.201.133	2.078.220.127.475
Nueva	Aéreo	28.569.646	12.638.498	41.208.144	-3.521.460	-18.463.989	25.048.185	-5.825.490	19.222.695	406.517.223.321	138.191.501.673	406.518.163.982	682.769.702.984	1.089.287.866.966
	Marítimo	8.622.673	28.438.601	37.061.274	-73.646.515	-16.248.707	-65.023.842	12.189.894	-52.833.948	21.689.436.749	75.751.467.036	21.699.935.250	157.059.987.213	178.759.922.463
	Suma	37.192.319	41.077.099	78.269.418	-77.167.975	-34.712.695	-39.975.657	6.364.404	-33.611.253	428.206.660.070	213.942.968.709	428.218.099.232	839.829.690.197	1.268.047.789.429
Diferencia	3.474.166	-809.107	2.665.059	-33.372.448	1.779.332	-29.898.282	970.225	-28.928.057	-262.607.212.758	-144.454.154.718	-262.600.827.110	-547.571.510.936	-810.172.338.047	

Fuente: elaboración propia. Nomenclatura empleada en tabla anterior.

A3.2 Tenerife -La Palma

Si bien para las conexiones Tenerife-La Palma la demanda potencial se halla correctamente satisfecha según el modelo expuesto en esta Tesis Doctoral, el alto volumen de pasajeros entre ambas islas sugiere que podría haber posibilidades de mejorar el excedente social y los kilómetros recorridos a través de nuevas rutas.

Para estas dos islas, se consideraría una nueva conexión aérea entre el aeropuerto de Tenerife Sur a Santa Cruz de La Palma y una marítima desde el norte de la isla. Actualmente, Armas y Fred. Olsen ofrecen una conexión marítima diaria entre ambas islas con duración de unas tres o cuatro horas, siendo nocturna una buena parte de ella.

Vuelos Tenerife-Sur-La Palma

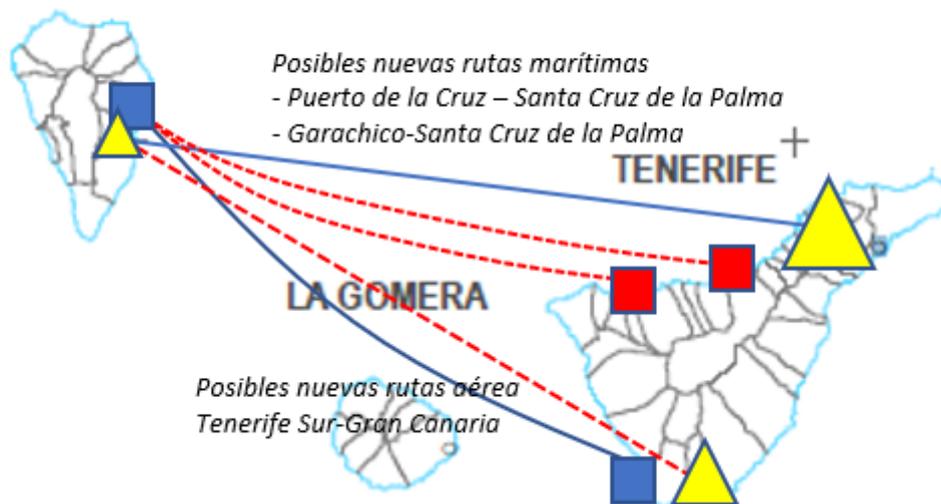
Se trata de una alternativa que será ensayada por Binter Canarias a partir de octubre de 2019, y que ganará clientes a costa de los vuelos desde Tenerife-Norte y el ferry, que actualmente cuenta con horarios poco convenientes. Esta nueva ruta proporcionaría servicio mayormente a aquellas zonas de Tenerife que se hallan más alejadas del aeropuerto de Tenerife-Norte, y que concentran cerca del 30% de la población insular. Sin contar que es el centro turístico más importante de la isla, el sur de Tenerife cuenta con más de 200.000 habitantes, con tendencia creciente, además de ser un importante centro de trabajo que seguramente dé empleo a muchas personas con origen palmero.

Fast-Ferry desde el norte de Tenerife

La mayoría de la población tinerfeña ha de recorrer unos 75-90 km en coche para acceder al ferry en el puerto de Los Cristianos, que además se halla en un estado de saturación inaceptable. Una posible mejora esta ruta desde un puerto de nueva construcción en el Puerto de la Cruz, que está a una distancia de 30-40 km del área metropolitana de Santa Cruz-La

Laguna, tal y como se muestra en la Figura 53. La adaptación del puerto ya construido en Garachico a las operaciones comerciales, situado más al oeste que el Puerto de la Cruz, es una opción más económica en cuanto a la inversión inicial. Sin embargo, la mayor distancia al área metropolitana y la congestión de la carretera existente juegan en contra de esta posibilidad.

Figura 53 Rutas existentes y propuestas entre Tenerife y La Palma



Fuente: elaboración propia. Las rutas existentes están marcadas en azul continuo, siendo los aeropuertos representados por triángulos y los puertos por cuadrados. Las nuevas rutas figuran como líneas rojas discontinuas.

Excedentes y beneficios operativos con configuración de rutas alternativa

Al igual que para el Tenerife-Gran Canaria, en este caso se prueba a estimar los excedentes y beneficios de explotación de una nueva configuración de rutas. En este caso se reducen las frecuencias aéreas desde Tenerife-Norte y se comienza a volar desde Tenerife-Sur. Para el modo marítimo se reducen las frecuencias de las dos compañías que operan desde Los Cristianos, mientras que se asume que el trayecto con más frecuencias es desde el Puerto de la Cruz en el norte de Tenerife. El reparto entre modos se encuentra en la Tabla 86

Tabla 86 Carga de pago según configuración y escenario (Tenerife-La Palma)

Modo	Tipo de carga	Escenario 2018		Escenario potencial 2043	
		Antigua Configuración	Nueva Configuración	Antigua Configuración	Nueva Configuración
Aéreo	Pasajeros [-]	609.838	574.195	731.143	687.814
Marítimo	Pasajeros [-]	231.773	399.307	522.671	566.000
	Vehículos [-]	92.247	121.080	179.575	206.000
	Carga [t]	300.588	300.588	329.037	329.037

Fuente: elaboración propia

En este caso, tal y como se muestra en la Tabla 84, los excedentes mejoran a la configuración original, aunque sí se diferencia por modo, el excedente social del modo marítimo empeora, mientras que el modo aéreo mejora globalmente al operar con costes marginales menores y generar menos externalidades negativas. En el futuro a largo plazo la nueva configuración supone también un mayor bienestar que la actual. Atendiendo al beneficio de explotación de las rutas, según la Tabla 87, la nueva configuración mejoraría en el corto plazo los resultados para ambos modos, mientras que en un futuro el modo marítimo mantendría esa mejora aunque el modo aéreo generaría peores resultados, siendo el global también así.

Tabla 87 Comparativa resultados de explotación Tenerife-La Palma

Configuración	Modo	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Con rutas actuales	Aéreo	494.962	90.632.417
	Marítimo	9.282.907	44.077.684
	Suma	9.777.869	134.710.101
Con nuevas rutas	Aéreo	1.798.026	11.646.479
	Marítimo	11.368.096	55.400.619
	Suma	13.166.122	67.047.098
Diferencia		3.388.254	-67.663.004

Fuente: elaboración propia. Valores en euros de 2018.

En este caso parece que mejorar la conectividad entre Tenerife y la Palma con las dos rutas propuestas generaría un mayor bienestar tanto a corto como a largo plazo, aunque en este último caso sería necesaria una optimización de la operativa de las empresas. Se ha decidido que se mantenga la ruta Los Cristianos–La Palma, aunque no tendría por qué ser así. Otro

ejercicio sería emplear el puerto de Garachico en lugar de uno de nueva construcción en el Puerto de la Cruz. y comprobar sus consecuencias en términos de bienestar¹⁵³.

A3.3 Tenerife-La Gomera

Esta conexión aún posee, según el modelo del Capítulo 3, un potencial inexplorado importante. Sin embargo, en el periodo de elaboración de esta Tesis Doctoral se ha ido potenciando la extensión de la ruta Los Cristianos-San Sebastián hasta Valle Gran Rey¹⁵⁴, con lo que no quedan más opciones para complementar la conexión entre ambas islas.

A3.4 Gran Canaria-Lanzarote

En este caso el potencial a largo plazo para viajeros residentes ronda los 600.000 pasajeros, lo que supone un crecimiento del 80% sobre el volumen actual. Para lograrlo, además del incremento poblacional, que se espera sobre todo para Lanzarote, habrá que reducir el tiempo de viaje de la conexión marítima.

Fast-ferry Las Palmas-Arrecife

En esta conexión, la realidad se ha adelantado a la finalización de este trabajo. A finales de 2018 Fred. Olsen inició las operaciones entre ambas capitales insulares con un trayecto de 3h30 de duración, el doble de frecuencia y unos horarios más convenientes que la ruta nocturna que operaba Armas en solitario. Este trayecto crecerá fundamentalmente a costa de

¹⁵³ Un ejercicio adicional sería emplear el puerto de Garachico en lugar de uno de nueva construcción en el Puerto de la Cruz. y comprobar en que se traduciría. En este caso se ha optado por esta última localidad al tener mejor conectividad terrestre y estar más cerca de los núcleos de población, ventajas que habría que demostrar con un nuevo análisis comparativo.

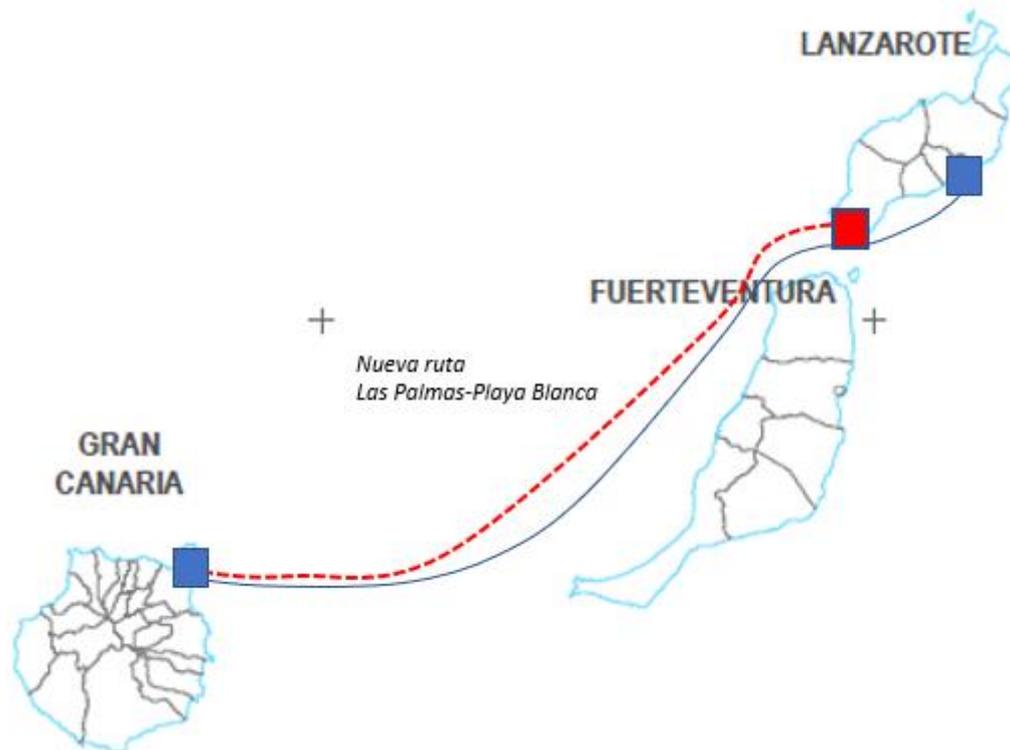
¹⁵⁴ Esta variante goza además de la protección de su declaración como OSP.

los pasajeros que llevaban su vehículo en el ferry, y además podrá competir en términos de carga. También se espera que arrebate parte de la cuota de mercado del avión, por motivos similares a los expuestos en el Capítulo 2 para el trayecto Las Palmas-Morro Jable.

Fast-ferry Las Palmas-Playa Blanca

La siguiente mejora para esta conexión consiste en unir ambas islas por los puertos más cercanos. El ente público Puertos Canarios está finalizando la ampliación del Puerto de Playa Blanca, en el extremo meridional de Lanzarote, que se prevé pueda albergar buques de mayor tamaño que aquellos que actualmente unen este puerto con el de Corralejo en Fuerteventura. Una vez concluida la ampliación podrán reducirse los tiempos entra Gran Canaria y Lanzarote en torno a 45 minutos, hasta 2 h 45 min. En la Figura 54 se muestra un esquema de la ruta marítima existente y la propuesta.

Figura 54 Línea marítima existente y propuesta entre Gran Canaria y Lanzarote



Fuente: elaboración propia. La nueva ruta es la que se representa en línea roja discontinua.

Excedentes y beneficios operativos con configuración de rutas alternativa

Al igual que se ha efectuado para el Tenerife-Gran Canaria y Tenerife-La Palma, se propone evaluar cuantitativamente la implementación de la nueva conexión desde Las Palmas a Playa Blanca.

En la Tabla 86 se muestra una propuesta de reequilibrio de carga de pago entre ambos modos de transporte tras la entrada en servicio de la nueva ruta. En este caso se reducen las frecuencias para el ferry lento Las Palmas-Arrecife¹⁵⁵ y las del avión.

Tabla 88 Carga de pago según configuración y escenario (Gran Canaria-Lanzarote)

Modo	Tipo de carga	Escenario 2018		Escenario potencial 2043	
		Antigua Configuración	Nueva Configuración	Antigua Configuración	Nueva Configuración
Aéreo	Pasajeros [-]	654.403	489.990	105.999	482.384
Marítimo	Pasajeros [-]	99.427	263.841	858.769	482.384
	Vehículos [-]	42.953	103.427	38.923	152.597
	Carga [t]	486.960	486.990	549.205	549.205

Fuente: elaboración propia

La Tabla 85 contiene la comparativa de excedentes para esta nueva configuración. Los resultados muestran que el bienestar mejoraría sin tener en cuenta externalidades, pero empeora cuando se incorporan a la cuenta. Las externalidades imputables al productor aumentan considerablemente al ser el nuevo barco rápido más contaminante que el ferry convencional, el cual mantiene en nuestra hipótesis de partida una parte de sus frecuencias.

En el largo plazo, la configuración propuesta empeora el bienestar respecto a la actualmente existente en todos los aspectos considerados. Tal y como muestra la Tabla 89, los resultados

¹⁵⁵Al igual que aún se opera el Las Palmas-Puerto del Rosario existiendo Las Palmas-Morro Jable.

económicos de la nueva configuración empeorarían tanto a corto como a largo plazo, respecto de la configuración actual.

Tabla 89 Comparativa resultados de explotación Gran Canaria-Lanzarote

Desde	Modo	EBITDA 2018	EBITDA 2043
Con rutas actuales	Aéreo	-731.145	38.604.358
	Marítimo	-8.190.146	-4.749.959
	Suma	-8.921.291	33.854.400
Con nuevas rutas	Aéreo	663.707	31.772.978
	Marítimo	-22.184.007	-42.018.537
	Suma	-21.520.300	-10.245.560
Diferencia		-12.711.761	-44.196.959

Fuente: elaboración propia. Valores en euros de 2018.

El hecho de que de las nuevas rutas marítimas analizadas, esta última sea la que está más próxima a comenzar su funcionamiento invita a replantear las hipótesis, especialmente en términos de reparto de carga de pago y frecuencias operadas, algo que queda más allá de los objetivos de este trabajo.

A3.5 Fuerteventura-Lanzarote

Uno de los retos planteados por el modelo de gravedad son los espectaculares aumentos de tráfico que predice para la conexión entre estas islas, lo que supondría duplicar el volumen de pasajeros actual. Sin embargo, un detallado análisis de la situación actual destapa pocas alternativas para aumentar los flujos actuales desde la disminución de los tiempos de viaje. Así, cabe sospechar que, si bien la distancia entre ambas islas se reduce a los 15 km del estrecho de la Bocaina, también es cierto que no se consideran las distancias a otros puntos de estas dos islas, que en algunos casos son las mayores que se los dan dentro de una misma isla del archipiélago canario.

Alternativas

Las cifras de pasajeros y vehículos potenciales quizá sean muy elevadas como para ser satisfechas solo con el puente marítimo existente entre ambas islas. Así, una opción que cabría plantear sería un servicio de cabotaje Morro Jable–Gran Tarajal–Puerto del Rosario–Arrecife con una embarcación que permita una operativa muy ágil en los puertos. Otra alternativa podría ser mejorar las carreteras dentro de las islas, lo cual está sucediendo mediante la paulatina conversión de los principales ejes viarios en autovías.

Los aeropuertos de ambas islas se encuentran en las cercanías de ambas capitales insulares. Volar de capital a capital puede ahorrar unos 60 km de carretera para aquellos pasajeros que vengan de la capital o el extremo de cada isla opuesto a la otra.

La conexión aérea existió en el pasado desde los años 50 hasta finales de los años 80; según Ramos Pérez (2001). Sin embargo, las islas de Fuerteventura y Lanzarote cuentan ahora con poblaciones que duplican las cifras de 1990. Además, la llegada de turistas es cuatro veces mayor frente a la de 1990. Así, la demanda potencial en estos términos puede ser de nuevo suficiente para relanzar el transporte aéreo entre ambas islas y cabe analizar el potencial de esta nueva conexión. La posibilidad de transportar el coche cómodamente en el barco es una gran desventaja para el avión, ya que el automóvil resulta fundamental para desplazarse en islas donde el transporte público tiene ciertas carencias dada la baja densidad poblacional.

A3.6 Otras opciones para mejorar la conectividad

En el apartado 3.6 se han mostrado los valores de pasajeros y mercancías potenciales para conexiones entre las islas de menor tamaño. Los siguientes párrafos contienen una serie de ideas para mejorar la conectividad y facilitar el desarrollo del tráfico hasta su potencial, para conexiones de menor entidad a las comentadas en las páginas anteriores.

- Facilitación de un Eje transinsular en línea con lo propuesto por Hernández Luis (2018): Acompasar los horarios de los barcos se puede facilitar llevar la carga de un extremo a otro del archipiélago más rápidamente. La nueva conexión de Fred. Olsen a Lanzarote parece un excelente ejemplo de esta vía. Otra posibilidad es la mejora de los accesos del puerto de Los Cristianos y que las navieras faciliten el trasbordo y las escalas.
- Conexión sur de Gran Canaria–sur de Tenerife, que facilitaría los enlaces con de la primera isla con La Palma, La Gomera y El Hierro, junto con una mejora de los horarios en la línea Tenerife-La Palma. Para ello será necesario ampliar el puerto de Los Cristianos o moverlo a una nueva ubicación para mejorar su accesibilidad y eliminar la interferencia con el núcleo urbano.
- Líneas cargueras ad hoc. Probablemente la demanda no sea suficientemente elevada -pero sí lo puede ser una optimización de naves de cara facilitar los trasbordos/escalas en los puertos de las islas mayores.
- Conexiones aéreas entre islas menores: en 2019 se ha reabierto la conexión directa entre La Palma y Lanzarote, una ruta que ya se ha ensayado en más ocasiones. La alternativa es hacer escala en Tenerife-Norte o Gran Canaria por las elevadas frecuencias para conectar con estos aeropuertos, como por su conveniente ubicación geográfica a mitad de camino. En el verano de 2019 se ha abierto una conexión con tres frecuencias semanales entre La Palma y Fuerteventura. Los resultados mostrados en el apartado 5.8 muestran que, en el escenario potencial, existiría un aumento del beneficio social en caso de optar por una la conexión directa La Palma – Lanzarote, pero no para el trayecto La Palma-Fuerteventura.

- La Gomera–El Hierro: En 2019 la Naviera Armas ha comenzado a operar con carácter estival con una vez por semana una conexión directa entre San Sebastián de La Gomera y El Hierro. Esta conexión fue explotada hasta los años 90 por Trasmediterránea, según Ramos (2001).
- La Palma–El Hierro: Esta línea cuenta con un potencial de pasajeros similar a la anterior. Su potencial, según el apartado 3.5, podría llegar en un futuro hasta los 60.000 pasajeros anuales, cantidad que podría justificar con más dificultad un enlace marítimo que uno aéreo.

A3.7 Mejora de las comunicaciones con otros continentes

Todos los archipiélagos considerados poseen excelentes conexiones con el continente europeo; tanto con sus *metrópolis* peninsulares, como con los destinos emisores que nutren a la poderosa industria turística. Sin embargo, en este apartado quisiéramos considerar cómo es la conectividad de estos con respecto a los continentes africano y americano.

En Canarias, desde Gran Canaria y, en mucha menor medida, desde los aeropuertos tinerfeños, existen conexiones directas con una docena de destinos situados en la costa occidental africana, desde Casablanca hasta Dakar, además de los vuelos a los tres destinos caboverdianos ya mencionados en el Capítulo 2. Se trata de un mercado de pequeña magnitud, pero con una larga tradición, que ha venido mostrando una tendencia creciente en

pasajeros y número de destinos. No se puede dejar de mencionar la posibilidad de retomar la conexión marítima entre Fuerteventura y el puerto marroquí de Tarfaya¹⁵⁶.

La situación es muy diferente en el caso del América, donde solo hay una conexión regular con Caracas que pervive en el tiempo a través de diversas aerolíneas, destinada a servir a la numerosa población residente en Canarias con orígenes venezolanos¹⁵⁷. En 2009 y 2010 llegó a operarse un vuelo Tenerife-Miami con Air Europa y, hasta entrada la década de los 2000, Cubana de Aviación ofrecía un servicio directo Gran Canaria – La Habana. La tendencia es, sin embargo, decreciente y los fracasos en la licitación pública de ayudas a la apertura de vuelos entre los aeropuertos canarios y la Costa Este estadounidense revelan que, pese a existir un cierto potencial, el momento no ha llegado aún. Es posible que el futuro ofrezca nuevas oportunidades con la entrada en servicio de nuevos aviones como el A321-XLR que, con 8.300 km de alcance puede operar rutas de baja densidad y podría conectar Canarias con hasta el Medio Este norteamericano o ciudades como Toronto o Montreal, un destino emisor de unos 250 millones de personas, de los cuales una parte importante podría estar interesada en un destino de invierno como Canarias.

En el archipiélago de Azores, la aerolínea local Grupo SATA, cuenta con una pequeña flota con la que es capaz de operar vuelos directos a Boston, Toronto y Montreal, por una parte,

¹⁵⁶ El buque de Naviera Armas que comenzó a operar la ruta en 2008, el Assalama, quedó varado ese mismo año en el puerto marroquí. Desde entonces la ruta ha quedado sin servir y el buque sigue encallado frente a la costa, sufriendo un acusado deterioro, además de su avanzada edad. La nave pertenece a la antigua serie *Delfin*, es decir, fue construida a finales de la década de 1960.

¹⁵⁷ Esta población puede estar en 2019 entorno a las 70.000 personas según se interpreta de CaixaBank (2017) e ISTAC (2020). A ello cabe añadir que hay una comunidad con orígenes cubanos con tamaño cercano a las 45.000 personas, y una de orígenes colombianos que ronda los 35.000 individuos, según las mismas fuentes. Otros lugares de origen de residentes en Canarias serían Argentina con unas 15.000 personas o Marruecos, con unas 20.000.

y a Praia do Santiago en Cabo Verde por otro, constituyendo este aeropuerto una alternativa a la ruta Praia – Nueva York que opera Cabo Verde Airlines desde la misma ciudad.

Esta misma aerolínea, junto con otras compañías africanas conectan en archipiélago caboverdiano con el continente africano a través de Dakar, en el vecino Senegal, la lusófona Luanda, o Lomé en Togo. Sobre Cabo Verde, cabe destacar que actualmente el *centro de operaciones* interinsular de la filial de Binter se encuentra en isla de Sal, dominada por el vuelo vacacional europeo, desde donde solo se sirven dos destinos africanos: Casablanca y Luanda.

En el pasado, este archipiélago fue punto de escala de varias conexiones transatlánticas con destinos finales en Brasil, Mozambique o Cuba.

Considero que estos destinos, al igual que otros del continente africano volverán a cobrar importancia en los próximos lustros, a medida que vaya avanzando el desarrollo económico de la región.