

Tipología y evolución de los aeropuertos españoles en relación con el transporte de carga

Typology and evolution of Spanish airports in relation to cargo transport

DANIEL CRUZ-ALONSO¹  0000-0001-8264-1263

CARLOS LÓPEZ-ESCOLANO¹  0000-0002-1653-7780

¹Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España.

Resumen

La globalización requiere sistemas de transporte que permitan un intercambio rápido y masivo de mercancías ante los nuevos patrones de producción y consumo. El transporte aéreo es fundamental para la distribución rápida de mercancías, donde los aeropuertos sirven como nodos de conexión entre las escalas globales y regionales. Las especificidades de la carga aérea están configurando una red aeroportuaria compuesta por un número limitado de terminales especializadas que concentran la mayor parte del tráfico. En este contexto, y ante la escasez de estudios detallados sobre esta materia para España, este trabajo pretende caracterizar si los aeropuertos españoles también se están incorporando a las dinámicas globales analizando la evolución y especialización aeroportuaria durante los últimos quince años. Para ello, se propone una relación jerárquica funcional actualizada de los aeropuertos a través de un análisis de conglomerados o clústeres. Los resultados muestran la consolidación en España de los procesos globales del transporte aéreo de mercancías, con una concentración y especialización en cuatro aeropuertos (dos *hubs* para pasajeros y mercancías y dos especializados en mercancías), lo que redibuja la jerarquía aeroportuaria tradicional del transporte de mercancías y aporta nuevos elementos para la planificación de las infraestructuras de transporte y de los espacios logísticos.

Palabras clave: transporte; aeropuertos; carga aérea; conglomerados; España.

Abstract

Globalization requires transportation systems that allow a rapid and massive exchange of goods in the face of new patterns of production and consumption. Air transport is essential for the rapid distribution of freight, where airports serve as

Fechas • Dates

Recibido: 2020.06.24

Aceptado: 2020.10.20

Publicado: 2021.06.17

Autor/a para correspondencia Corresponding Author

Carlos López Escolano
Universidad de Zaragoza
cle@unizar.es

connecting nodes between global and regional scales. The specificities of air cargo are shaping an airport network composed of a limited number of specialized terminals that concentrate the majority of the cargo volume. Due to the lack of studies on this matter for Spain, this paper aims to characterize whether Spanish airports are also joining the global air cargo dynamics. For this, an updated functional hierarchical relationship of airports is proposed through an analysis of conglomerates or clusters. The results show the concentration and specialization of air cargo in only four airports (two hubs for passengers and freight and two specialized cargo airports), according to the global processes of air freight transportation. This fact redraws the traditional airport hierarchy of freight transport and contributes new elements for the planning of transportation infrastructures and logistic activity.

Keywords: transportation; airports; air cargo; cluster; Spain.

1. Introducción

1.1. El transporte aéreo de mercancías en el escenario de la globalización

El proceso de globalización económica está modificando de forma estructural la organización de la economía mundial mediante la intensificación, integración e interdependencia de la actividad económica entre países (Coe y Yeung, 2015). En las últimas décadas, la relocalización global de las actividades productivas para maximizar los beneficios empresariales se ha alejado de los criterios clásicos de localización para dar mayor importancia al empleo barato, a una fiscalidad favorable o la existencia de normativas ambientales laxas, entre otros. Las evidencias empíricas sugieren que la localización de las diferentes etapas de las cadenas productivas se limita, en realidad, a unos pocos países frente a una globalización extensiva, lo que concentra flujos e intercambios en determinados entornos regionales (Cattaneo *et al.*, 2013).

En este contexto, el territorio asume un papel central en la globalización al ser una variable más a considerar en la organización de los procesos productivos y de la división del trabajo (Sánchez, 1992). Sin embargo, la adopción de este modelo implica la reorganización del sistema logístico mediante la configuración de cadenas globales de distribución y suministro que requieren de complejos, robustos y eficaces sistemas de transporte para un intercambio global, rápido y masivo (Gago-García, 2002). De forma aproximada, tres cuartas partes del peso total de las mercancías transportadas en el mundo las asume el transporte marítimo (ITF, 2019), muy competitivo frente al resto de modos. Este se complementa con el transporte aéreo, entre cuyas ventajas está la rapidez, puntualidad, flexibilidad, agilidad administrativa, seguridad y la amplia cobertura; aunque dispone de una capacidad de carga mucho menor, unos precios mucho más altos, restricciones técnicas y limitaciones de tamaño (ICEX, 2016).

El transporte aéreo ha ayudado a redefinir las escalas geográficas al reducir drásticamente el coste de la distancia en tiempo y dinero (Bowen, 2010). En conjunto, el transporte aéreo de mercancías resulta poco significativo sobre el total de los movimientos de mercancías a pesar de su papel estratégico en el comercio internacional (Yamaguchi, 2008), con una participación de tan solo el 2 % en el peso de las mercancías, pero con más de un 40 % del valor total (Rodrigue *et al.*, 2017), por lo que tiene un papel fundamental para los productos de rápida distribución (Lotti y Caetano, 2018) y alto valor económico (Morrell, 2011; Sales, 2017). Las principales características de las

mercancías transportadas por vía aérea es que son de elevado valor, de urgente envío, no sobrepasan pesos y tamaños determinados, y suelen ser productos terminados (ICEX, 2016). Por ello, el transporte aéreo de mercancías se adapta perfectamente a las necesidades de los modelos «just in time» con sistemas productivos deslocalizados o a situaciones de emergencia donde la entrega rápida de los suministros prevalece sobre los costes (Rodríguez *et al.*, 2017).

En este contexto, el interés en las investigaciones sobre el transporte aéreo de mercancías está aumentando por el rápido crecimiento del comercio electrónico (Hylton y Ross, 2018), principal segmento por el que van a pugnar los aeropuertos en los próximos años (Van Asch *et al.*, 2019). De acuerdo con cifras del Banco Mundial, la carga aérea alcanzó en 2018 su máximo valor histórico, 220 707,2 millones de toneladas/kilómetro, lo que supone un incremento del 28,2 % respecto a una década atrás. Durante las próximas dos décadas se prevé que las mercancías transportadas por avión crezcan un 4,2 % anual (Boeing, 2017), aunque el impacto de la guerra comercial entre China y Estados Unidos está frenando estas perspectivas (IATA, 2019) junto al impacto que tendrá la crisis sanitaria del COVID-19 y sus efectos económicos posteriores. Las proyecciones previas a la aparición de la pandemia estimaban que el valor total de los bienes transportados por vía aérea en 2020 superase los 7,1 billones de dólares y que las aerolíneas transportasen más de 52 millones de toneladas métricas de bienes, lo que representa solamente el 1 % del volumen del comercio mundial pero más del 35 % de su valor (IATA, 2019). Sin embargo, el impacto final del COVID-19 en el tráfico de mercancías es todavía incierto, ya que los primeros datos muestran cómo en marzo de 2020 se ha producido, a escala global, una disminución del 19 % del volumen transportado frente al año anterior, provocado por la retirada de la capacidad de carga de los aviones de pasajeros (un 31 % menos de carga en este tipo de vuelos) aunque ha aumentado en los vuelos cargueros (9 %) (ICAO, 2020). Probablemente, la demanda inmediata de material sanitario y el auge del comercio electrónico hayan incidido sobre las cifras positivas de vuelos cargueros.

En España, el tráfico internacional de mercancías sumó 577,4 millones de toneladas en 2018, de las cuales el 79,7 % fueron transportadas por vía marítima, el 20,1 % por vía terrestre y tan solo el 0,2 % por vía aérea (OTLE, 2020). En 2018, en la UE-28 se transportaron 16.625.168 toneladas por vía aérea (Eurostat, 2019), con una distribución muy desequilibrada y con una elevadísima concentración en Europa occidental. Destacan por su cuota Alemania (29,1 %), Reino Unido (16,5 %), Francia (14,5 %), Países Bajos (11,2 %), Bélgica (8,5 %), Italia (6,4 %), Luxemburgo (5,4 %) y España (4,9 %); mientras que el 3,5 % de la carga se distribuye entre los veinte estados restantes. Estas cifras manifiestan el peso de la población y del PIB en torno al establecimiento de las redes de carga aérea, pero también el papel de la geografía en términos de centralidad y accesibilidad como se aprecia con las cifras de Países Bajos, Bélgica y, sobre todo, Luxemburgo, que por sí solo supera a España en cuota de carga aérea. Del mismo modo, también influye la localización de los *hubs* de pasajeros en los principales aeropuertos de estos países, que disponen de un gran número de conexiones intercontinentales que son aprovechadas para el transporte mixto de pasajeros y mercancías.

Para afrontar el crecimiento de los últimos años, las cadenas de suministro se están adaptando a un modelo de transporte aéreo que, al igual que sucede con el transporte de pasajeros, se concentra en unos pocos flujos principales donde un número reducido de aeropuertos funciona como los nodos centrales del sistema buscando una mayor eficiencia (Guimerà y Amaral, 2004). De este modo, los veinte aeropuertos que mayor volumen de carga gestionaron en 2019 supusieron el 42 % del conjunto de la carga aérea global (ACI, 2019), cifra que evidencia la elevadísima con-

centración del sector. Entre los aeropuertos más concurridos respecto al tráfico de mercancías se pueden diferenciar dos grandes grupos de acuerdo a su tipología (Mayer, 2016):

- Grandes aeropuertos o *hubs* globales para el tráfico de pasajeros que aprovechan las economías de escala para la operación de mercancías: Hong Kong, Shanghái, Dubái-Int., Tokio-Narita, Los Ángeles-Int., Doha, Singapur, Frankfurt, París-Charles de Gaulle, Miami, Pekín-Capital, Chicago-O'Hare, Londres-Heathrow o Ámsterdam-Schiphol, entre otros.
- Aeropuertos intermediarios especializados en el tráfico de carga gracias a su ubicación estratégica en la red de distribución de mercancías. Además, son sede habitual de las principales aerolíneas de carga: Memphis, Anchorage, Louisville, Incheon, Guangzhou o Dubái-Al Maktoum; por citar algunos ejemplos. En este grupo existe otra escala inferior conformada por aeropuertos secundarios en la jerarquía global pero representativos en escalas regionales: Leipzig-Halle, Luxemburgo, Colonia-Bonn, Lieja o East Midlands (Europa); Indianapolis, Cincinnati, Campinas o Guadalajara (América); y Navoi o Kansai (Asia).

Por su parte, España, ubicada de forma periférica sobre el centro económico y poblacional de la Unión Europea, no presenta a ninguno de sus aeropuertos entre los más concurridos del mundo en cuanto al tráfico de mercancías, aunque en los últimos años el transporte de carga ha crecido de forma notable. Madrid capitaliza las operaciones de carga, con más de la mitad del volumen total, gracias a su centralidad y conectividad. La jerarquía tradicional se complementa con Barcelona y, a gran distancia de ambos pero representativos en el conjunto nacional, Vitoria-Gasteiz y los principales aeropuertos insulares. Sin embargo, la evolución reciente muestra cambios importantes en este orden, donde destaca el ascenso y consolidación del aeropuerto de Zaragoza hasta la segunda posición junto a la pérdida de posiciones de los aeropuertos insulares, prefigurando un nuevo modelo del transporte de carga aérea que busca optimizar los costes y explotar las ventajas competitivas de localización e integración en las redes internacionales.

El resto del trabajo se organiza del siguiente modo: el apartado 1.2 presenta la hipótesis de investigación y la sección 1.3 revisa los antecedentes teóricos y el estado de la cuestión; el capítulo segundo expone los datos y métodos empleados; el tercero presenta los resultados obtenidos; el capítulo cuarto sirve como discusión y el quinto recoge las conclusiones.

1.2. Hipótesis de investigación

En el contexto descrito, esta investigación parte de cuestionarse si los aeropuertos españoles se están incorporando a las dinámicas globales del transporte aéreo de mercancías mediante: i) la concentración en una selección muy reducida de aeropuertos, y ii) la especialización en la gestión de mercancías frente a pasajeros de algunos aeropuertos secundarios que aprovechan factores de situación y operatividad. Para ello, se propone un estudio de los aeropuertos españoles de la red Aena (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea) mediante un modelo de clústeres que permita comprender la organización actual, la trayectoria y la especialización de los aeropuertos respecto al transporte de mercancías. En concreto, se analizan los cambios producidos en el quinquenio 2004-2019.

1.3. Antecedentes teóricos y estado de la cuestión

El transporte aéreo se ha interpretado durante mucho tiempo como un elemento de modernidad e internacionalización que favorece el desenclave de lugares de difícil acceso (Córdoba-Ordóñez

y Gago-García, 2012). El impacto socioeconómico de las actividades aéreas es muy relevante para algunos sectores, en particular las actividades financieras y el turismo, apoyadas en la movilidad de personas a larga distancia (Rodrigue *et al.* 2017).

Más recientemente, como ya se ha visto, en el transporte aéreo ha ganado protagonismo el tráfico de carga de alto valor y está desempeñando un papel cada vez más importante en la logística global (Rodrigue *et al.*, 2017). El transporte aéreo es el modo en el que carga y pasajeros se encuentran más integrados, pues habitualmente ambos se trasladan en el mismo vehículo y alrededor del 80 % de la carga se transporta en las bodegas de los aviones de pasajeros (Rodrigue *et al.*, 2017). Sin embargo, el fuerte crecimiento de la actividad carguera está potenciando algunas divergencias en el sector ante las particularidades del transporte aéreo de carga frente al de pasajeros. Normalmente, ambas actividades tienden a compartir las mismas instalaciones, aunque existe una especialización en algunos aeropuertos centrados en uno u otro tipo de tráfico. Según Rodrigue *et al.* (2017), la tendencia hacia el crecimiento de las aerolíneas de carga y de los aviones cargueros operados por aerolíneas mixtas está dejando ver que, a veces, el mercado se sirve mejor así que compartiendo los aviones de pasajeros para uso mixto. Esta tendencia se ve acentuada por la expansión de los transportistas chárter y de bajo coste especializados en el transporte de pasajeros (turistas principalmente), centrados en rutas y redes cuyos destinos no suelen coincidir con los habituales para la carga área entre áreas productoras y consumidoras.

Otro punto de interés es el desarrollo de las infraestructuras de transporte, que generan importantes perspectivas de crecimiento y desarrollo territorial. La inversión en infraestructuras de transporte, incluidos los aeropuertos, permite la mejora de la capacidad, la reducción de costes, la disminución de los tiempos de viaje, la mejora de la confianza y de la calidad; lo que configura una parte fundamental del capital físico territorial (Rodrigue *et al.*, 2017). A nivel macroeconómico, diferentes estudios aseveran el impacto positivo del desarrollo del transporte aéreo de mercancías (Kasarda y Green, 2005; Chang y Chang, 2009), por lo que el transporte como factor de competitividad obliga a ciudades y territorios a desarrollar estrategias que les permitan incorporarse en las redes globales de distribución, buscando una mejora de la visibilidad y un reconocimiento en la jerarquía urbana global. Por su parte, Gago-García (1998) incide sobre la idea de que el sistema de transporte aéreo es un indicador de la organización política-económica del territorio por las relaciones socioeconómicas de poder y control que desencadena.

En este contexto, tres son las variables sobre las que depende la oferta para el transporte aéreo de mercancías de acuerdo a Pais-Montes *et al.* (2017): i) el papel de los cargadores, ii) las aerolíneas especializadas, y iii) las infraestructuras aeroportuarias, considerando aquí el nivel de congestión. Asimismo, están ganando peso aspectos como la seguridad jurídica, la agilidad aduanera, la accesibilidad territorial y la conectividad, que resultan determinantes importantes para mantener bajo control los costes finales (Tovar *et al.*, 2015). Por consiguiente, ubicaciones centrales e intermedias se identifican como cualidades espaciales que mejoran los niveles de tráfico de los centros de transporte e indican qué lugares se ubican estratégicamente dentro de los sistemas de transporte globales o regionales (Fleming y Hayuth, 1994). Resulta de interés por lo tanto analizar y comprender la organización de los nodos y conexiones de los sistemas de transporte para planificar las actividades económicas y las infraestructuras. También deben considerarse las estrategias de las aerolíneas o de algunos estados que robustecen artificialmente sus terminales con subsidios, como sucede, entre otros, con los aeropuertos del Golfo Pérsico (Al-Mehairi, 2019).

Por su parte, la literatura existente sobre transporte aéreo es prolífica, destacando dos obras actuales por su enfoque global y transversal sobre el tema. En primer lugar, el trabajo de Bowen

(2010), quien aborda en el desarrollo y trayectoria histórica del sector aéreo junto a una reflexión sobre el futuro del sector, aunque el tráfico de carga no es muy tratado. En segundo lugar, y más reciente que el anterior, el libro editado por Goetz y Budd (2016) recopila en catorce capítulos diferentes aportaciones de otros autores para componer una geografía general del transporte aéreo que incluye análisis sobre la carga aérea de forma temática y regionalizada. Debido a su interés estratégico, las investigaciones realizadas sobre la carga aérea son numerosas, destacando a nivel internacional las orientadas al análisis de la estructura y flujos de las redes de transporte aéreo de mercancías (Hui *et al.*, 2004; Matsumoto, 2004; Derudder *et al.*, 2008; Mayer, 2016; Sales, 2017; Gong *et al.*, 2018), los estudios de caso para terminales aéreas (Zhang, 2003; Hwang y Shiao, 2011; Hesse, 2014; Walcott y Fan, 2017) y para determinados productos (Lotti y Caetano, 2018) o empresas (Bowen Jr, 2012; Balliau *et al.*, 2018).

Ante la mayor amplitud de trabajos sobre el tema en otros países, en España cabe destacar el manual elaborado por Gámir-Orueta y Ramos-Pérez (2002), que sienta las bases sobre la caracterización del transporte aéreo en el territorio con un amplio enfoque y desarrollo de contenidos. Citar igualmente el trabajo de Antón-Burgos y Córdoba-Ordóñez (1994), quienes abordaron los efectos de la liberalización del transporte aéreo en España en la década de los años 90 del siglo XX. Sin embargo, la literatura específica sobre carga aérea es todavía muy limitada, contrastando con la mayor abundancia de las investigaciones que abordan el tráfico aéreo de pasajeros y las que analizan las terminales aeroportuarias. Con un enfoque transversal sobre el transporte aéreo, el trabajo doctoral de Gago-García (1998) reflexiona sobre las implicaciones políticas que este modo genera en el territorio mediante el análisis de sus redes.

De forma específica, los trabajos de Escalona-Orcao y Ramos-Pérez (2010, 2014) se han centrado en analizar estudios de caso sobre el desarrollo del transporte de mercancías en el aeropuerto de Zaragoza y su especialización en la distribución global de productos textiles. Revisan los factores que han llevado a la empresa *Inditex* a establecer en este aeropuerto el centro de conexión para el suministro de sus productos entre las escalas nacional e internacional como respuesta al modelo de distribución rápida. Ello ha permitido desarrollar una amplia red de conexiones intercontinentales que ha derivado en una especialización funcional en torno a la gestión de carga aérea del aeropuerto aragonés que no tiene precedentes entre los aeropuertos españoles, y que ya está siendo aprovechada para el tráfico de todo tipo de mercancías. Por su parte, Pais-Montes *et al.* (2017) han profundizado en el análisis de la conectividad del transporte aéreo de mercancías, concluyendo que la conectividad aeroportuaria ha disminuido en España a pesar del incremento del volumen de carga transportada en los últimos años. Ello sugiere una tendencia hacia la concentración de las operaciones y de los flujos, junto a una mayor eficiencia del sistema. Finalmente, López-Escolano *et al.* (2018) contextualizan la situación y tendencia del transporte aéreo de mercancías en los aeropuertos españoles, presentando algunas evidencias sobre el proceso de concentración e internacionalización de la carga aérea.

2. Metodología

Actualmente existen diferentes organismos que recopilan datos y elaboran estadísticas sobre el transporte aéreo, destacando IATA (*International Air Transport Association*) y ACI (*Airports Council International*), junto a bases de datos como las de *Amadeus*, el Banco Mundial o Eurostat. Sin embargo, en este trabajo se ha seleccionado la información de los 49 aeropuertos gestionados por

Aena, quien ofrece una base de datos en abierto¹ con información de distintas variables cuantitativas del tráfico aéreo desde el año 2004.

En primer lugar, se ha elaborado una base de datos espacial con información para todos los aeropuertos de la red para el periodo 2004-2019. Se han extraído datos sobre el número total de pasajeros, el volumen de mercancías y el tipo del tráfico de la carga aérea de acuerdo con su ámbito nacional o internacional. Seguido, se ha analizado la evolución de la variable principal (volumen de mercancías), lo que permite obtener una primera lectura de la jerarquía aérea y la posición de los diferentes aeropuertos sobre el conjunto de la red. Posteriormente, se ha analizado la red en función de sus características a través de un análisis de conglomerados (o de clústeres), que agrupa los aeropuertos en diferentes clases siguiendo un enfoque empleado en investigaciones para este tipo de infraestructura que los clasifica según su tipología o especialización (Adikariwattage *et al.*, 2012; Alkaabi y Debbage, 2011; Rodríguez-Déniz *et al.*, 2013; Fuellhart y O'Connor, 2019). Para ello, se ha adaptado el método propuesto por Mayer (2016), que clasifica una selección de aeropuertos a nivel global (los más relevantes de la jerarquía mundial) con base en las características de carga, obteniendo en su investigación ocho clústeres de aeropuertos diferenciados por regiones, especialización (pasajeros, mercancías) o importancia (*hubs* internacionales). Siguiendo este modelo, las variables seleccionadas para realizar el análisis de conglomerados son las siguientes para cada aeropuerto:

- Peso total de carga transportada (en toneladas).
- Porcentaje sobre el total de WLUs (*Work Load Units*) destinadas a carga aérea.
- Porcentaje de carga internacional respecto al total operado en cada conexión.

Aunque inicialmente pueda parecer que las tres variables están destinadas únicamente para el análisis de la carga aérea, también se considera el peso del tráfico de pasajeros en los aeropuertos analizados ya que la segunda variable, WLUs, es una medida de peso que aúna los resultados de pasajeros y carga de acuerdo con una equivalencia de un pasajero por cada 100 kg de carga. El fin de la misma es controlar los resultados de los aeropuertos de manera individualizada y observar el peso del transporte de pasajeros y carga (Teodorovic y Janic, 2017).

Al tratarse de un modelo de análisis que jerarquiza los aeropuertos según las variables seleccionadas, se ha tomado como referencia una muestra de anualidades para caracterizar la evolución de la red en términos de jerarquía y para determinar la evolución y especialización de los aeropuertos a través del análisis de conglomerados: 2004 (primer año con estadísticas completas), 2009 (escenario afectado por la Gran Recesión), 2013 (momento en el cual se notan todavía los efectos de la crisis económica antes de iniciar una nueva fase de crecimiento) y 2019 (año más reciente). Las variables se han implementado utilizando el método de Ward, cuyo algoritmo se emplea habitualmente en el análisis de conglomerados relativos al transporte. Este método usa la distancia euclidiana al cuadrado como medida recomendada y más utilizada cuando se emplea este tipo de método (Burns y Burns, 2008; Hair *et al.*, 1998). Para realizar el análisis de conglomerados es necesario estandarizar de forma previa las variables según puntuaciones estándar (o puntuaciones Z), ya que existen dos variables porcentuales y una en datos absolutos, y cerciorando que todas las variables tienen efectos similares en las medidas de distancia. Para facilitar la comprensión y visualización gráfica de los resultados de cada infraestructura se ha implementado un análisis factorial. Por último, los resultados del análisis de clústeres se han cartografiado para facilitar su valoración espacial.

1. Estadísticas de tráfico aéreo de Aena: <http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>

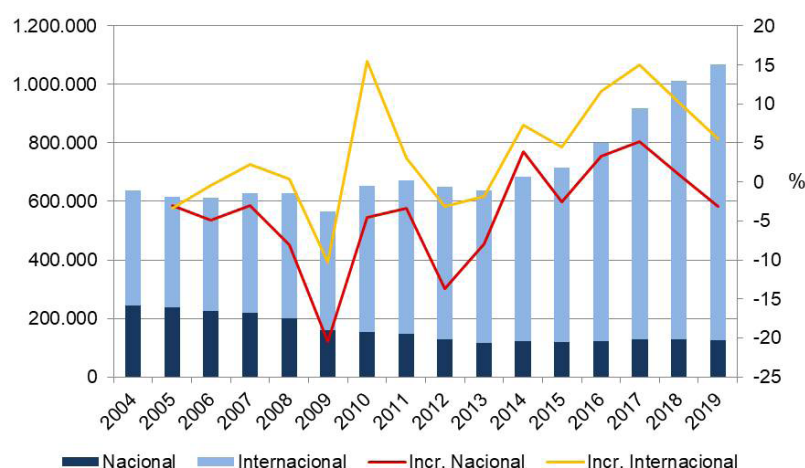
3. Resultados

3.1. Análisis previo

A continuación, se presenta la información que permite contextualizar la investigación y los resultados obtenidos. En primer lugar, se muestran las cifras del análisis evolutivo del volumen total de mercancías, con el objetivo de prefigurar una relación jerárquica de los aeropuertos desde el enfoque de la cuota que supone cada aeropuerto sobre el conjunto de la red. Después, se presentan los resultados del análisis de conglomerados, donde se detallan los tipos de clústeres obtenidos que caracterizan la red Aena de acuerdo con la metodología empleada.

La figura 1 muestra la evolución del tráfico total de mercancías entre los años 2004 y 2019, diferenciando entre transporte nacional e internacional de la carga aérea y su crecimiento; mostrando un aumento muy importante del volumen total a partir de 2014, con especial énfasis en la carga internacional, que supone ya el 88,2 % en 2019 frente al 61,8 % de 2004 sobre la carga total.

Figura 1. Evolución del tráfico de mercancías (toneladas) según tráfico nacional e internacional, 2004-2019.



Fuente: Aena, 2019. Elaboración propia.

En cuanto a los países con mayor intercambio de carga desde los aeropuertos españoles (tabla 1) cabe destacar algunas tendencias para el quinquenio analizado:

- Alemania duplica el intercambio con España y se posiciona en primer lugar, desplazando a Estados Unidos al segundo puesto, aunque este también aumenta su tráfico.
- Diferentes estados asiáticos pasan a situarse entre las primeras posiciones debido a un crecimiento exponencial del tráfico: Qatar, Emiratos Árabes Unidos, Turquía, China, Corea del Sur, Arabia Saudí e Israel.
- Los países europeos se repositionan, apreciándose comportamientos muy diferenciados entre ellos: aumenta el tráfico con Reino Unido y Países Bajos; aumenta la carga transportada con Italia y Portugal pero se ven superados por otros países; y el tráfico con Bélgica, Francia, Suiza o Grecia disminuye.
- El aumento del tráfico con Latinoamérica es muy relevante para casi todos los países, aunque se pierden posiciones a excepción de México y Colombia.

Tabla 1. Evolución del tráfico de mercancías (toneladas) por principales países, 2004-2019.

| PUESTO | 2004 | t | 2019 | t |
|--------|----------------|------------|----------------------------|-------------|
| 1 | Estados Unidos | 61 809 340 | Alemania | 116 875 185 |
| 2 | Alemania | 56 090 811 | Estados Unidos | 102 753 786 |
| 3 | Bélgica | 40.999 130 | Qatar | 87 606 050 |
| 4 | Reino Unido | 28 901 260 | Emiratos Árabes Unidos | 77 262 921 |
| 5 | Francia | 22 817 955 | México | 46 378 857 |
| 6 | Brasil | 19 634 536 | Turquía | 43 821 822 |
| 7 | México | 11 512 271 | China (incluido Hong Kong) | 40 950 161 |
| 8 | Sudáfrica | 11 294 734 | Reino Unido | 35 067 268 |
| 9 | Chile | 11 250 198 | Brasil | 32 212 486 |
| 10 | Argentina | 10 873 287 | Colombia | 30 299 283 |
| 11 | Italia | 9 573 921 | Corea del Sur | 28 372 340 |
| 12 | Portugal | 9 563 672 | Bélgica | 28 248 520 |
| 13 | Perú | 9 087 643 | Perú | 23 537 108 |
| 14 | Venezuela | 7 589 008 | Argentina | 22 284 669 |
| 15 | Colombia | 6 974 981 | Francia | 21 226 070 |
| 16 | Suiza | 6 387 174 | Rusia | 20 216 980 |
| 17 | Ecuador | 6 071 483 | Arabia Saudí | 18 221 539 |
| 18 | Países Bajos | 5 904 840 | Chile | 17 779 181 |
| 19 | Cuba | 4 970 415 | Países Bajos | 16 892 788 |
| 20 | Grecia | 4 060 517 | Israel | 12 974 479 |

Fuente: Aena, 2019. Elaboración propia.

De forma consecuente, los principales aeropuertos internacionales con flujos de carga con el conjunto de aeropuertos españoles (tabla 2) varían en el mismo sentido que lo indicado en la tabla anterior. Se puede resaltar la irrupción de los grandes aeropuertos asiáticos, la pérdida de posiciones de los estadounidenses y el buen comportamiento de los latinoamericanos, aunque, en general, pierden posiciones por la entrada de las terminales asiáticas.

Tabla 2. Evolución del tráfico de mercancías (toneladas) por principales aeropuertos de intercambio España-mundo, 2004-2019.

| PUESTO | 2004 | t | 2019 | t |
|--------|--------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| 1 | New York-JFK | 16 266 624 | Hamad-Int. | 87 606 050 |
| 2 | São Paulo-Guarulhos | 15 316 750 | México City-Juárez Int. | 44 246 787 |
| 3 | Miami | 13 692 492 | Dubai | 34 611 575 |
| 4 | Johannesburgo | 11 294 734 | New York-JFK | 32 423 477 |
| 5 | Santiago-Arturo Merino Benítez | 11 250 198 | Incheon intl. | 28 372 340 |
| 6 | Buenos Aires-MinistroPistarini | 10 873 287 | Bogotá-El Dorado | 27 819 283 |
| 7 | México City-Juárez Int. | 10 688 134 | Al Maktoum-Int. | 27.376 957 |
| 8 | Lima-Jorge Chávez | 9 087 643 | Miami | 25 646 178 |
| 9 | Chicago-O'Hare | 8 758 451 | São Paulo-Guarulhos | 24 470 394 |
| 10 | Newark-Liberty | 8 275 468 | Lima-Jorge Chávez | 23 537 108 |
| 11 | Caracas-Simón Bolívar | 7 589 008 | Buenos Aires-Ministro Pistarini | 22 147 565 |
| 12 | Bogotá-El Dorado | 6 946 447 | Santiago-Arturo Merino Benítez | 17 779 181 |
| 13 | Philadelphia | 6 196 104 | Abu Dhabi | 14 431 501 |
| 14 | Atlanta | 5 797 983 | Tel Aviv-Ben Gurion | 12 974 479 |
| 15 | Zúrich | 5 462 234 | Hong Kong | 11 860 651 |

| PUESTO | 2004 | t | 2019 | t |
|--------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| 16 | La Habana-José Martí | 4 837 094 | Shanghai-Pudong | 9 326 576 |
| 17 | Guayaquil-Simón Bolívar | 4 194 009 | Zhengzhou-Xinzheng | 8 790 921 |
| 18 | Rio de Janeiro-Galeão | 3 400 010 | Dammam-King Fahad | 8 605 173 |
| 19 | Casablanca-Mohamed v | 3 242 949 | Los Angeles-Int. | 8 576 413 |
| 20 | Santo Domingo-Las Américas | 3 104 359 | Santo Domingo-Las Américas | 8 519 057 |

Fuente: Aena, 2019. Elaboración propia.

Por otra parte, las aerolíneas o grupos de compañías aéreas con operaciones de carga también han variado en el periodo 2004-2019 (tabla 3), siguiendo las lógicas descritas para los países y aeropuertos referidos en las tablas 1 y 2. De hecho, los cambios vistos son la respuesta a las estrategias de las aerolíneas de carga respecto a la localización de sus bases de operaciones. *Iberia* continúa siendo el líder para el transporte internacional de carga en los aeropuertos españoles, pero la gran diferencia con el siguiente competidor en 2004 (*Delta Air Lines*) es mucho más reducida en 2019 (*Qatar Airways*).

Tabla 3. Evolución del tráfico de mercancías (toneladas) por principales compañías aéreas, 2004-2019.

| PUESTO | 2004 | t | 2019 | t |
|--------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|
| 1 | Grupo Iberia | 107 046 783 | Grupo Iberia | 134 521 062 |
| 2 | Delta Air Lines | 11 886 138 | Qatar Airways | 103 518 125 |
| 3 | Varig | 9 131 232 | Emirates | 67 824 805 |
| 4 | Continental Airlines | 8 275 468 | Air Europa | 51 609 692 |
| 5 | MK Aircargo | 7 750 568 | American Airlines | 26 801 661 |
| 6 | US Airways | 6 244 537 | Korean Air Lines | 25 173 334 |
| 7 | LatamGroup | 5 722 797 | LatamGroup | 22 625 880 |
| 8 | British Airways | 5 480 276 | SaudiArabian Airlines | 18 545 183 |
| 9 | Air Europa | 4 761 071 | Atlas Air | 18 347 192 |
| 10 | American Airlines | 4 279 506 | Avianca | 16 095 164 |
| 11 | Lufthansa Group | 4 170 178 | Etihad Airways | 14 461 002 |
| 12 | Cargolux Airlines | 4 058 257 | Ethiopian Airlines | 12 087 925 |
| 13 | Thai Airways | 2 671 027 | Air China | 11 988 928 |
| 14 | Aerovías de México | 2 085 789 | Cathay Pacific Airways | 11 419 149 |
| 15 | Air Amder | 1 866 228 | Delta Air Lines | 11 059 288 |
| 16 | Royal Jordanian | 1 466 136 | Norwegian | 9 362 296 |
| 17 | Singapore Airlines | 1 297 761 | Aerovías de México | 8 229 501 |
| 18 | European Air Transport | 1 259 162 | United Airlines | 5 301 354 |
| 19 | Pluna | 1 228 857 | Swiftair | 4 236 355 |
| 20 | Avianca | 1 195 581 | Air Canada | 4 213 337 |

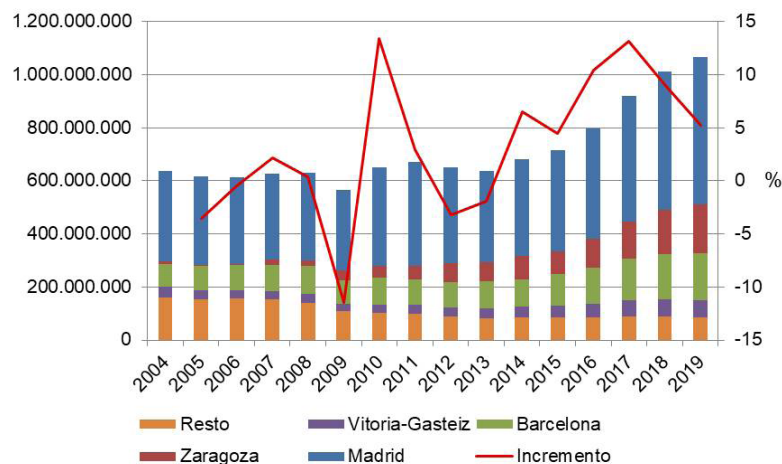
Fuente: Aena, 2019. Elaboración propia.

Respecto al tipo de mercancías transportadas en los aeropuertos de Aena, destacan los productos acabados, si bien varían de acuerdo con la especialización de las aerolíneas, sus destinos y los propios aeropuertos. Entre todos, por su volumen, destacan los artículos textiles, seguido de productos perecederos (alimentación, flores), farmacéuticos, tecnológicos y componentes para la automoción; siendo actualmente la prensa un producto residual (Blanco, 2019).

En este contexto, la figura 2 presenta el crecimiento positivo del volumen que maneja cada uno de los cuatro principales aeropuertos (base 2019)-Madrid, Zaragoza, Barcelona y Vitoria-;frente

al descenso del volumen total y de la cuota del conjunto del resto de aeropuertos de la red (45 en 2004 y 49 en 2019), que pasa del 24,9 % en 2004 al 8,0 % en 2019.

Figura 2. Evolución del tráfico de mercancías (toneladas) por principales aeropuertos españoles, 2004-2019.



Fuente: Aena, 2019. Elaboración propia.

Por su parte, la tabla 4 ordena los aeropuertos para el año inicial y final del análisis, 2004 y 2009, según el volumen de mercancías operado y su correspondencia con el puesto sobre el conjunto del sistema.

Tabla 4. Jerarquía aeroportuaria según volumen total de carga (kg) en 2004 y 2019. Sólo se muestran los aeropuertos con tráfico de mercancías.

| AEROPUERTO | 2004 | | 2019 | | VARIACIÓN 2004-2019 (%) |
|--------------------------------|-------------|--------|-------------|--------|-------------------------|
| | VOLUMEN | PUESTO | VOLUMEN | PUESTO | |
| A. S. Madrid-Barajas (MAD) | 341 176 527 | 1 | 558 566 726 | 1 | 63,7 |
| Barcelona-El Prat J. T. (BCN) | 84 984 845 | 2 | 177 271 406 | 3 | 108,6 |
| Vitoria (VIT) | 43 683 433 | 3 | 64 463 271 | 4 | 47,6 |
| Gran Canaria (LPA) | 40 934 830 | 4 | 19 628 858 | 5 | -52,0 |
| Tenerife-Norte (TFN) | 23 647 190 | 5 | 12 596 348 | 7 | -46,7 |
| Palma de Mallorca (PMI) | 20 408 137 | 6 | 9 021 606 | 9 | -55,8 |
| Valencia (VLC) | 12 169 271 | 7 | 14 515 842 | 6 | 19,3 |
| Tenerife-Sur (TFS) | 9 218 042 | 8 | 2 188 173 | 13 | -76,3 |
| Zaragoza (ZAZ) | 9 160 282 | 9 | 182 659 084 | 2 | 1894,0 |
| Lanzarote-César Manrique (ACE) | 7 996 939 | 10 | 1 345 775 | 15 | -83,2 |
| Málaga-Costa del Sol (AGP) | 6 811 326 | 11 | 3 080 119 | 12 | -54,8 |
| Alicante-Elche (ALC) | 6 036 750 | 12 | 4 032 435 | 10 | -33,2 |
| Sevilla (SVQ) | 5 053 487 | 13 | 9 891 513 | 8 | 95,7 |
| Santiago (SCQ) | 4 938 613 | 14 | 3 201 215 | 11 | -35,2 |
| Ibiza (IBZ) | 4 510 441 | 15 | 1 434 695 | 14 | -68,2 |
| Bilbao (BIO) | 4 152 815 | 16 | 979 523 | 17 | -76,4 |
| Menorca (MAH) | 3 975 395 | 17 | 1 238 530 | 16 | -68,8 |
| Fuerteventura (FUE) | 3 639 811 | 18 | 732 534 | 18 | -79,9 |
| La Palma (SPC) | 1 502 289 | 19 | 465 698 | 20 | -69,0 |

| AEROPUERTO | 2004 | | 2019 | | VARIACIÓN 2004-2019 (%) |
|----------------------------------|-------------|--------|---------------|--------|----------------------------|
| | VOLUMEN | PUESTO | VOLUMEN | PUESTO | |
| Vigo (VGO) | 1 029 729 | 20 | 541 271 | 19 | -47,4 |
| Valladolid (VLL) | 678 217 | 21 | 10 849 | 28 | -98,4 |
| A Coruña (LCG) | 539 184 | 22 | 152 304 | 21 | -71,8 |
| Asturias (OVD) | 420 256 | 23 | 28 538 | 26 | -93,2 |
| Melilla (MLN) | 387 392 | 24 | 134 527 | 22 | -65,3 |
| San Sebastián (EAS) | 325 183 | 25 | 404 | 30 | -99,9 |
| El Hierro (VDE) | 172 947 | 26 | 70 644 | 24 | -59,2 |
| Girona-Costa Brava (GRO) | 142 973 | 27 | 78 233 | 23 | -45,3 |
| Pamplona (PNA) | 119 427 | 28 | 22 170 | 27 | -81,4 |
| Jerez de la Frontera (XRY) | 98 300 | 29 | 333 | 31 | -99,7 |
| F.G. L.Granada-Jaén (GRX) | 85 891 | 30 | 13 | 35 | -99,9 |
| Almería (LEI) | 51 138 | 31 | 187 | 32 | -99,6 |
| Seve Ballesteros-Santander (SDR) | 27 274 | 32 | 165 | 33 | -99,4 |
| Murcia(MJV 2004, RMU 2019) | 19 101 | 33 | 0 | - | -100,0 |
| Reus (REU) | 11 348 | 34 | 122 | 34 | -98,9 |
| Ceuta-Helipuerto (JCU) | 8148 | 35 | 0 | - | -100,0 |
| La Gomera (GMZ) | 3293 | 36 | 1880 | 29 | -42,9 |
| Salamanca (SLM) | 500 | 37 | 0 | - | -100,0 |
| León (LEN) | 33 | 38 | 0 | - | -100,0 |
| Madrid-Torrejón (TOJ) | 18 | 39 | 0 | - | -100,0 |
| Logroño (RJL) | 8 | 40 | 0 | - | -100,0 |
| Burgos (RGS) | - | - | 19 646 | 25 | - |
| Resto | 0 | - | 0 | - | - |
| TOTAL | 638 120 793 | - | 1 068 394 637 | - | |

Fuente: Aena, 2019. Elaboración propia.

Los datos muestran cómo en 2019 el 52,3 % de las mercancías españolas pasaron por el aeropuerto de Madrid, cuando 15 años atrás lo hizo una cifra similar, el 53,5 %. Esto indica su papel como primera infraestructura del país, y aunque no aumenta la cuota sobre el conjunto del sistema, incrementa un 63,7 % el volumen operado. En la jerarquía tradicional Barcelona seguía a Madrid en el segundo puesto, para todos los años desde 2004 hasta 2018, ya que en 2019 Zaragoza se posiciona en el segundo puesto, desplazando a Barcelona al tercer lugar. Sin embargo, este último aeropuerto logra aumentar su cuota sobre el conjunto en el periodo analizado, al pasar del 13,3 % de las mercancías totales en 2004 hasta el 16,6 % en 2019, beneficiado por los nuevos vuelos de largo radio que operan desde El Prat. El podio de la jerarquía habitual lo cerraba el aeropuerto de Vitoria-Gasteiz, que ha ocupado durante largo tiempo el tercer lugar, gestionando en 2004 el 6,8 % de la carga total mientras que en 2019 se ubica en cuarta posición con una cuota del 6,0 %, lo que supone un retroceso muy leve de la cuota, aunque el volumen total de mercancías aumenta un 47,6 % en este periodo. Como se ha indicado, Zaragoza es el nuevo actor estratégico que ha mejorado sustancialmente su posición en la jerarquía en el último quinquenio, escalando posiciones desde la novena en 2004 -con apenas el 1,4 % de la cuota de mercancías- hasta la segunda en 2019 -con una cuota del 17,1 %-, lo que supone un aumento del 1.894 %.

De este modo, los cuatro aeropuertos principales manejaron en 2004 el 75 % de la carga, cifra que en 2019 aumenta hasta el 92 %. Cabe indicar que en 2004 el cuarto aeropuerto peninsular más

frecuentado era Valencia y no Zaragoza, aunque si se considerase el volumen del primero frente al segundo la cuota sería prácticamente idéntica con un 75,5 %. Por su parte, el resto de aeropuertos peninsulares, 28 en 2004 y 32 en 2019, presentan en conjunto un volumen poco significativo de carga: el 6,2 % en 2004 y el 3,4 % en 2019.

Un grupo aparte lo forman los aeropuertos insulares², con volúmenes totales a cierta distancia de los principales peninsulares pero representativos en el conjunto nacional. En 2004, los aeropuertos de Gran Canaria (4º), Tenerife-Norte (5º), Palma de Mallorca (6º), Tenerife-Sur (8º) o Lanzarote (10º) copaban el listado de aeropuertos más concurridos para la carga. Entre todos los aeropuertos insulares, en 2004 suponían el 18,2 % de la cuota de mercancías, valor que se ha reducido hasta el 4,6 % en 2019, lo que evidencia una pérdida relevante en términos de cuota total. En este último año, entre las diez primeras posiciones solo se encuentran Gran Canaria (5º), Tenerife-Norte (7º) y Palma de Mallorca (9º). Un análisis por archipiélagos –excluyendo por su escaso valor a Melilla y Ceuta–, muestra cómo los aeropuertos canarios han pasado de manejar el 13,7 % del total de carga en 2004 a apenas el 3,5 % en 2019; cuota que en Baleares supuso el 4,5 % y tan solo el 1,1 % del total de la red para los mismos años.

3.2. Análisis de conglomerados

El análisis de la cuota de cada aeropuerto no permite caracterizar la tipología de acuerdo con la especialización de sus operaciones, como sí lo hace esta segunda fase de análisis de conglomerados. Inicialmente, se conforma un dendrograma para cada año analizado que indica las diferencias en el comportamiento de las variables que conforman el análisis (en forma de distancia) entre los distintos aeropuertos. Dadas las características de la muestra, se ha establecido la distinción de clústeres con base en la diferencia mínima de distancia, por lo que el resultado de estos varía dependiendo del año analizado. Los clústeres obtenidos se han descrito de acuerdo con los resultados de las variables empleadas.

Para observar el comportamiento (dispersión) de los elementos analizados en el análisis, se procede a la construcción de dos factores mediante un análisis factorial (ACP). Para evaluar la aplicabilidad del análisis factorial de las variables estudiadas, se ha realizado la validación a través del Test de Esfericidad de Bartlett y el índice KMO, siendo satisfactorio en todos los casos ya que superan valores de $p < 0.05$ para el primero y $p > 0,5$ para el segundo. La varianza total explicada (acumulada) para dos componentes en los cuatro análisis realizados presenta entre un 78 % y 83 % de explicación de la varianza de los datos para dos componentes principales (tabla 5).

Tabla 5. Validación estadística del análisis factorial.

| AÑO | Índice KMO | Test de Bartlett | VARIANZA TOTAL (%) |
|------|------------|------------------|--------------------|
| 2004 | 0,583 | 0,01 | 79,937 |
| 2009 | 0,542 | 0,001 | 83,949 |
| 2013 | 0,605 | 0,011 | 78,929 |
| 2019 | 0,642 | 0,001 | 80,974 |

Fuente: elaboración propia.

La tabla 6 recoge los informes de los promedios para cada variable y año del análisis, a través de las cuales se han definido las tipologías de los clústeres.

2. Palma de Mallorca, Son Bonet, Menorca, Ibiza, Lanzarote-César Manrique, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife-Norte, Tenerife-Sur, La Gomera, El Hierro, La Palma, Melilla y Ceuta-Helipuerto.

Tabla 6. Promedios de los clústeres resultantes.

| AÑO | VARIABLE | CLÚSTER | | | | | | |
|------|-----------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2004 | Carga (t) | 3 584,7 | 4 715,6 | 84 984,9 | 341 176,5 | 43 683,4 | 9 160,3 | 208,3 |
| | % WLUs | 0,9 | 1,2 | 3,3 | 8,1 | 82,1 | 29,9 | 0,4 |
| | % Internacional | 3,0 | 36,9 | 71,9 | 75,5 | 81,0 | 95,0 | 98,4 |
| 2009 | Carga (t) | 2 442,1 | 2 952,4 | 89 815,4 | 302 893,3 | 27 388,0 | 36 890,1 | 52,0 |
| | % WLUs | 0,5 | 0,6 | 3,2 | 5,9 | 87,3 | 41,1 | 0,1 |
| | % Internacional | 3,0 | 34,5 | 88,3 | 82,4 | 77,0 | 99,1 | 90,6 |
| 2013 | Carga (t) | 1 914,6 | 1 620,2 | 100 288,4 | 346 602,6 | 37 482,5 | 71 661,3 | |
| | % WLUs | 0,4 | 0,3 | 2,8 | 8,0 | 98,2 | 61,0 | |
| | % Internacional | 6,5 | 82,3 | 83,6 | 88,7 | 72,9 | 99,9 | |
| 2019 | Carga (t) | 1 843,4 | 2 091,7 | 177 271,4 | 558 566,7 | 123 561,2 | | |
| | % WLUs | 0,3 | 0,5 | 3,3 | 8,3 | 79,2 | | |
| | % Internacional | 3,2 | 80,2 | 96,5 | 93,4 | 86,1 | | |

Fuente: elaboración propia.

En conjunto, el análisis ha identificado hasta siete tipos de clústeres funcionales:

- Aeropuertos especializados en pasajeros con carga nacional.
- Aeropuertos especializados en pasajeros con carga internacional.
- *Hub* secundario internacional.
- *Hub* principal internacional.
- Aeropuertos especializados en carga I.
- Aeropuertos especializados en carga II.
- Aeropuertos especializados en pasajeros.

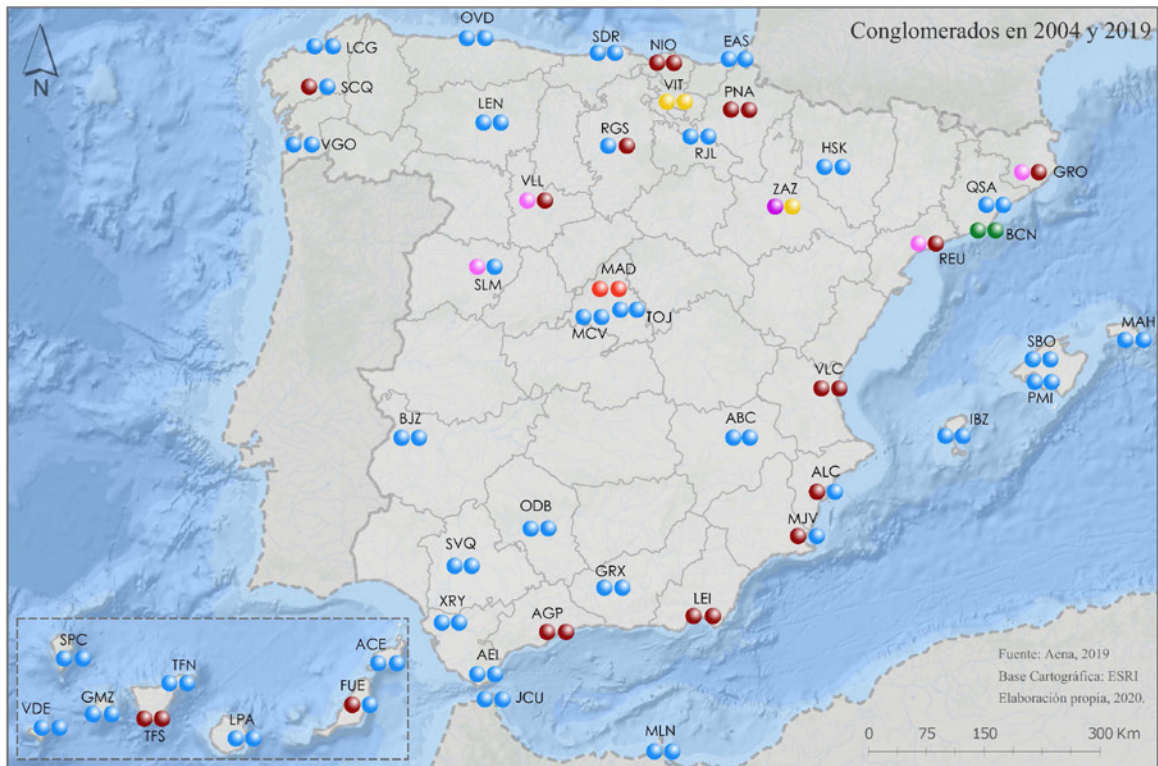
Los resultados del análisis de conglomerados muestran la agrupación de los aeropuertos sobre los clústeres obtenidos (tabla 7). La figura 3 muestra la representación cartográfica y los gráficos de dispersión para el inicio (2004) y final (2019) del periodo de análisis, lo que permite interpretar la evolución individual de los aeropuertos de la red.

Tabla 7. Resultados de la agrupación de aeropuertos por clústeres.

| CLÚSTER | 2004 | 2009 | 2013 | 2019 |
|---------|---|--|---|---|
| 1 | ABC, ACE, AEI, BJZ, EAS, GMZ, GRX, HSK, IBZ, JCU, LCG, LEN, LPA, MAH, MCV, MLN, ODB, OVD, PMI, QSA, RGS, RJL, SBO, SDR, SPC, SVQ, TFN, TOJ, VDE, VGO, XRY | ABC, ACE, AEI, BJZ, EAS, FUE, GMZ, GRX, HSK, IBZ, JCU, LCG, LEN, LPA, MAH, MCV, MLN, ODB, OVD, PMI, QSA, RGS, RJL, SBO, SCQ, SLM, SPC, TFN, TOJ, VDE, VGO, XRY | ABC, ACE, AEI, ALC, BJZ, EAS, FUE, GMZ, GRX, HSK, IBZ, JCU, LCG, LEN, LPA, MAH, MCV, MLN, NIO, ODB, OVD, PMI, RGS, RJL, SBO, SCQ, SLM, SPC, SVQ, TFN, TOJ, VDE, VGO | ABC, ACE, AEI, ALC, BJZ, EAS, FUE, GMZ, GRX, HSK, IBZ, JCU, LCG, LEN, LPA, MAH, MCV, MJV, MLN, ODB, OVD, PMI, QSA, REU, RJL, SBO, SCQ, SDR, SLM, SPC, SVQ, TFN, TOJ, VDE, XRY |
| 2 | AGP, ALC, FUE, LEI, MJV, NIO, PNA, SCQ, TFS, VLC | AGP, ALC, LEI, MJV, NIO, PNA, SDR, SVQ, TFS, VLC | AGP, GRO, MJV, PNA, QSA, REU, SDR, TFS, VLC, VLL, XRY | AGP, GRO, LEI, NIO, PNA, RGS, TFS, VGO, VLC, VLL |
| 3 | BCN | BCN | BCN | BCN |
| 4 | MAD | MAD | MAD | MAD |
| 5 | VIT | VIT | VIT | VIT, ZAZ |
| 6 | ZAZ | ZAZ | ZAZ | |
| 7 | GRO, REU, SLM, VLL | GRO, REU, VLL | | |

Elaboración propia.

Figura 3. Representación cartográfica y gráfica de los clústeres jerárquicos en 2004 y 2019.



Legenda:

Clústeres jerárquicos en 2004

- 1 - Aeropuertos especializados en pasajeros con carga nacional
- 2 - Aeropuertos especializados en pasajeros con carga internacional
- 3 - Hub secundario internacional
- 4 - Hub principal internacional
- 5 - Aeropuertos especializados en carga I
- 6 - Aeropuertos especializados en carga II
- 7 - Aeropuertos especializados en pasajeros

Clústeres jerárquicos en 2019

- 1 - Aeropuertos especializados en pasajeros con carga nacional
- 2 - Aeropuertos especializados en pasajeros con carga internacional
- 3 - Hub secundario internacional
- 4 - Hub principal internacional
- 5 - Aeropuertos especializados en carga

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la mayor parte de aeropuertos se concentra, para los cuatro años analizados, en el clúster 1, que representan más del 69 % de las infraestructuras gestionadas por Aena. Seguido, los aeropuertos del clúster 2 suponen el 23 % de las terminales de promedio. El resto de los clústeres, del 3 al 7, se adscriben a un número reducido de aeropuertos, aunque se trata de los más representativos para conocer el grado de especialización de la red. Para todos los años, el clúster 3 se corresponde con el aeropuerto de Barcelona-El Prat, mientras que el clúster 4 lo ocupa Madrid-Barajas. Ambos no varían de clúster en ninguno de los años, lo que sugiere la posición dominante de ambos y la rigidez de la tipología funcional.

Por su parte, los aeropuertos especializados en carga (clústeres 5 y 6) podrían integrarse por sus características en un clúster único, si bien los resultados obtenidos son lo suficientemente diferentes como para conformar dos clústeres. En los años 2004, 2009 y 2013 el aeropuerto de Vitoria-Gasteiz ocupa el clúster 5, mientras que el de Zaragoza se ubica en el clúster 6; aunque la evolución de las variables permite ubicar en 2019 ambas infraestructuras en un mismo grupo, el clúster 5. Un séptimo clúster lo conforman aquellos aeropuertos especializados en pasajeros, pero a diferencia de los clústeres 1 y 2, no tienen un volumen de carga suficientemente significativo: 200 toneladas de media para el año 2004 y 52 toneladas para el año 2009, la mayor parte carga internacional. Incluye cuatro aeropuertos en 2004 y tres en 2009, y no se conforma en los análisis de 2013 y 2019 ya que las distancias (resultados individuales en las variables estudiadas) entre los aeropuertos disminuyen y se integran en los clústeres 1 y 2.

El año 2004, inicio del estudio, muestra una gran irregularidad de acuerdo con las variables analizadas. Destaca la gran distancia de los aeropuertos de Madrid y Vitoria-Gasteiz sobre los demás, condicionado por su posición principal en volumen como por su especialización en el transporte de carga respectivamente. Barcelona y Zaragoza se sitúan en una ubicación intermedia del gráfico. Respecto a los clústeres 1, 2 y 7; guardan menores distancias entre sí (sobre todo en el caso de los clústeres 1 y 2). La principal variable distintiva de estos tres clústeres que produce diferencias en cuanto a sus promedios es el porcentaje de carga internacional transportada, siendo mayor en el clúster 7. El análisis cartográfico muestra la distribución espacial de los aeropuertos según los diferentes grupos de clústeres en 2004, donde al menos en términos totales destacan los del clúster 1, que se distribuyen por toda la península a excepción del arco mediterráneo. Los aeropuertos interiores, junto con algunos secundarios y la mayoría de los aeropuertos de los archipiélagos y del arco cantábrico, se encuentran en este clúster debido a que son infraestructuras orientadas a vuelos con carga procedente de los *hubs* de la red. La dependencia de los nodos principales, la proximidad y otros factores producen unos resultados poco relevantes en este caso. Asimismo, cabe destacar la localización en el arco mediterráneo de buena parte de los aeropuertos de los clústeres 2 y 7, que presentan mayores porcentajes en carga internacional, aunque son aeropuertos con enfoque turístico donde los vuelos internacionales son utilizados para el transporte de mercancías en bodega de volúmenes ligeros.

Las variaciones en 2009 son poco significativas frente al año anterior. La evolución del clúster 6 (Zaragoza) aumenta en la especialización e internacionalización de la carga, reduciendo la distancia frente a Vitoria-Gasteiz y Madrid. También Barcelona avanza en términos de volumen total e internacionalización de la carga aérea. Vitoria-Gasteiz aumenta su especialización, lo que supone una pérdida de pasajeros, ya que el promedio del clúster para este año en cuanto a volumen de carga es menor. Madrid aumenta en términos cuantitativos el volumen de carga aérea transportada y en porcentaje de carga internacional. Respecto a la distribución espacial, los patrones son muy similares a los de 2004, con algunas alteraciones en los aeropuertos de los clústeres 1, 2 y 7.

En 2013 desaparece el clúster 7 para integrarse en el 2, asimilado por la reducción entre las distancias de ambos grupos. Se produce una concentración mayor respecto a las características de los aeropuertos de la red, ya que las distancias entre los clústeres 1 y 2 parecen más evidentes que en los años anteriores, si bien los promedios de los clústeres muestran cierta distancia respecto al porcentaje de carga internacional (6,54 % para el primero y 82,3 % para el segundo), lo que implica una diferencia sobre esta variable que duplica a la de los años previos, homogeneizando estos clústeres. Madrid y Barcelona mantienen sus respectivas posiciones, mientras que la distancia entre Zaragoza y Vitoria-Gasteiz se reduce, pero todavía no hay suficiente homogeneidad como para clasificarlos en un mismo clúster ante las diferencias de especialización en carga y su porcentaje de internacionalización. Los tres aeropuertos que en 2009 pertenecían al clúster 7 (Girona, Reus y Valladolid) pasan a formar parte del clúster 2 por las similitudes sobre la variable de porcentaje de carga internacional, si bien las otras dos variables no representan una distancia significativa entre estos dos clústeres. Alicante-Elche, Almería, Bilbao y Sevilla pasan a integrar el clúster 1 desde el 2.

Los resultados para 2019, último año analizado, muestran un total de cinco clústeres caracterizados del mismo modo que en los años anteriores. La variación más reseñable respecto al año 2013 es la integración del aeropuerto de Zaragoza en el mismo clúster que el aeropuerto de Vitoria-Gasteiz, verificando la especialización de ambas terminales en la operación de carga aérea. En este caso, las distancias son lo suficientemente bajas como para integrar estos dos aeropuertos en un mismo clúster. Los otros clústeres no presentan variaciones significativas, aunque como sucede en el estudio del año 2013, los clústeres 1 y 2 se diferencian de mejor manera. En el segundo clúster, se observan mayores distancias entre los aeropuertos pertenecientes a este clúster, mientras que en el primero las características son más similares entre ellos (excepto Gran Canaria y Sevilla). En el caso de Madrid y Barcelona no hay ningún cambio en los clústeres asociados. Respecto a la distribución territorial, muestra grandes similitudes respecto a los años anteriores, con cambios en la adscripción de distintos clústeres que se han dado tanto en el 1 como en el 2, confirmando la similitud o cercanía de los mismos. Los aeropuertos de Jerez, Sabadell, Santander y Reus forman ahora parte del clúster 1; mientras que los aeropuertos de Almería, Bilbao, Burgos y Vigo se integran en el clúster 2.

Finalmente, cabe comentar que la mayor parte de aeropuertos presenta grandes similitudes y están orientados al transporte de pasajeros, si bien algunos se han especializado en el transporte de carga nacional (clúster 1) o internacional (clúster 2). Exceptuando la integración del clúster 7, no se aprecian grandes cambios, lo que ofrece una mayor homogeneidad a la jerarquía de la red al reducir el número de clústeres. Las variaciones de las conexiones internacionales de pasajeros, que se traduce en la mayor o menor disponibilidad de bodegas de carga, repercuten en los resultados de la variable de porcentaje de carga internacional.

4. Discusión

Tradicionalmente, el transporte aéreo de pasajeros y carga ha estado mucho más integrado que en la actualidad para aprovechar las economías de escala que ofrece el transporte combinado de personas y mercancías. Hoy, la globalización impone nuevas dinámicas para la carga aérea, que requiere desplazar cada vez mayores volúmenes, mayor variedad de productos e inmediatez en su distribución, como se ha visto, por ejemplo, durante la pandemia por COVID-19 para el suministro de material sanitario. En este contexto, el transporte de carga aérea se beneficia de la optimización de los costes del transporte aéreo, de la mejora de las infraestructuras y del impulso

de la demanda del comercio electrónico. Ello está reorganizando el sistema global de distribución de mercancías, que prevé un fuerte crecimiento e impondrá la necesidad de habilitar terminales especializadas y zonas de actividades logísticas asociadas (Cidell, 2010; Verhetsel *et al.*, 2015).

Boonekamp y Burghouwt (2017) indican cómo los aeropuertos centrales transportan la mayor parte de la carga aérea gracias a sus extensas redes intercontinentales de pasajeros, mientras que los aeropuertos más pequeños con un fuerte enfoque en la mercancía aérea manejan grandes cantidades de carga en aviones de carga específicos. Así, es fundamental conocer los factores que influyen en la elección de un aeropuerto principal o de uno secundario por parte de las aerolíneas especializadas. Gardiner *et al.* (2005) especifican que la ubicación y una legislación favorable son los criterios principales para la selección de los aeropuertos por parte de las aerolíneas de carga; seguido del estudio de los niveles de congestión y de las restricciones sobre el ruido y los vuelos nocturnos; y por último la calidad de las instalaciones, la configuración de la red de la compañía y la presencia de agentes de carga y comercialización. Por su parte, Gardiner e Ison (2008) emplean un método por etapas que combina encuestas y entrevistas de seguimiento para identificar hasta 15 factores, subrayando los relacionados con la geografía (situación y accesibilidad), el rendimiento (demanda y coste) y la certeza (la reducción del riesgo económico). Sin embargo, señalan que el factor decisivo está motivado por las ganancias previstas, por lo que se puede explicar por qué los transportistas de mercancías prefieren todavía los principales aeropuertos frente a los especializados. Sin embargo, a medio plazo, cabe esperar los efectos territoriales que tendrán la aplicación de nuevas normativas ambientales, como el Esquema Europeo de Comercio de Emisiones (EU ETS), por el cual los operadores deben mantener una asignación por tonelada de CO₂ emitida en cada vuelo dentro de la Unión Europea, o por la contaminación acústica que ocasionan los vuelos nocturnos de carga (Dobruszkes, 2016). En este sentido, Derigs e Illing (2013) cuestionan acerca de una posible reconfiguración de las rutas aéreas con el objetivo de reducir las emisiones y los costes relacionados con estas. Ello abrirá, presumiblemente de acuerdo con estos autores, nuevas oportunidades para el desarrollo de algunos aeropuertos.

En el caso de los aeropuertos españoles, el análisis realizado ha permitido contrastar y validar las dinámicas globales apuntadas por Mayer (2016) donde se observan dos grandes tipologías de aeropuertos: i) los centrales que gestionan mercancías con el apoyo de las rutas de pasajeros y ii) los secundarios especializados en mercancías. Esto coincide también desde la perspectiva de los tipos de tráfico (Ministerio de Fomento, 2012): i) tráficos transportados en las bodegas de pasajeros en rutas de larga distancia, por lo que su actividad tiende a concentrarse en los grandes *hubs*; ii) transporte de carga general en aviones cargueros puros, actividad que puede establecerse en aeropuertos relativamente especializados; y iii) transporte de paquetería exprés, normalmente operado por empresas logísticas de ámbito global, sobre una estructura de centros de concentración y distribución de tráfico de ámbitos nacional y continental (este tipo puede realizarse desde los dos tipos de aeropuertos anteriores).

Los resultados obtenidos responden a la hipótesis planteada en este trabajo: i) la concentración de la actividad en una selección de cuatro aeropuertos (Madrid, Zaragoza, Barcelona y Vitoria-Gasteiz), que provoca un cambio en la jerarquía tradicional al ascender y consolidar su papel los aeropuertos que más carga concentran al mismo tiempo que pierden posiciones y volumen gestionado otras instalaciones, especialmente los aeropuertos insulares; y ii) la especialización en la operación de mercancías de dos aeropuertos secundarios que no son representativos para el transporte de pasajeros (Zaragoza y Vitoria-Gasteiz). Con ello, se confirman para España las tendencias internacionales, concentrando las aerolíneas sus operaciones en este grupo de aeropuertos para adaptarse a la distribución de las empresas exportadoras e importadoras, localizadas

mayoritariamente en el cuadrante nordeste de la península Ibérica, con extremos en Cataluña, Comunidad de Madrid, País Vasco y Comunitat Valenciana; y Aragón en el centro de estos espacios (ANE, 2020). La excelente accesibilidad e intermodalidad de las áreas de influencia de estos aeropuertos (López-Escolano *et al.*, 2016) juega asimismo un papel fundamental al facilitar la redistribución de la carga en sus áreas de influencia y en la escala nacional.

Ello se evidencia con la agrupación por clústeres, cuando en el inicio del análisis, en 2004, se configuran siete clústeres distintos; mientras que en 2019 se reducen a cinco. La mayoría de los aeropuertos se agrupan, para los cuatro años analizados, en los dos primeros clústeres, que se caracterizan por una especialización en transporte de pasajeros de acuerdo con los bajos resultados del volumen de carga y a la mínima representación en porcentaje de WLUs. En ambas categorías se ubican los aeropuertos costeros, de Baleares y Canarias, con una gran especialización turística (con gran número de vuelos *charter* estacionales), y donde el tráfico de carga ha retrocedido por la mejora de carreteras (costeros) y enlaces marítimos (insulares) que hace al avión menos competitivo (Blanco, 2019).

El análisis de conglomerados clasifica a Madrid en un grupo único definido como «*hub* principal internacional» (clúster 4), mientras que Barcelona forma parte de una categoría identificada como «*hub* secundario internacional» (clúster 3). Ambos aeropuertos actúan como nodos para los vuelos de pasajeros y también para las mercancías, aprovechando su papel como base de operaciones de buena parte de las aerolíneas, respondiendo para el caso analizado a lo expuesto en la literatura revisada. Sin embargo, una parte importante de los factores expuestos sobre la decisión de las aerolíneas para operar en un aeropuerto principal o secundario especializado se dan en los aeropuertos de los clústeres 5 (Vitoria-Gasteiz) y 6 (Zaragoza). Ambos son casos de éxito debido a factores de accesibilidad, logística, calidad, costes ajustados, telecomunicaciones y especialización en la gestión de mercancías (Escalona-Orcao y Ramos-Pérez, 2014); así como por la existencia de instalaciones aduaneras propias que suponen una clara alternativa sobre otros aeropuertos de la red (Gámir-Orueta y Ramos-Pérez, 2011). En conjunto, las tendencias recientes del transporte de mercancías en los cuatro mayores aeropuertos españoles muestran un incremento del volumen total de carga operado respecto a los niveles anteriores a la Gran Recesión, aunque este proceso no ha ido acompañado de una redistribución en términos de centralidad, exceptuando el aeropuerto de Zaragoza, que es la infraestructura que muestra mayor resiliencia y mejores perspectivas (Pais-Montes *et al.*, 2017); y también es el que ha mostrado una evolución más favorable en este estudio.

Por otra parte, se visibiliza una tendencia negativa en el transporte interior mientras que aumenta de forma importante el tráfico internacional, en especial con países extracomunitarios. Madrid es el *hub* principal en España del grupo IAG, en el que *Iberia* y *Air Europa* ejercen como principales operadores de mercancías con transporte en bodega y con un papel destacadísimo en los flujos con toda América. Los principales destinos del aeropuerto son Leipzig, México, Lima, Hamad, Buenos Aires y Bogotá. En 2004 el 75,5 % del tráfico era internacional, cifra que ha escalado hasta el 93,3 % en 2019. Barcelona se ha visto reforzada por las nuevas conexiones intercontinentales de pasajeros por parte de aerolíneas asiáticas (*Qatar Airways*, *Emirates*, *Turkish Airlines*, *Singapore Airlines*) que aprovechan el crecimiento del turismo. Los flujos más intensos se dan con Hamad, Dubái, Colonia, Leipzig e Incheon. El 96,5 % del tráfico es internacional, mientras que quince años atrás suponía el 71,9 %. Por su parte, Zaragoza es relevante por su elevadísima especialización en la carga intercontinental gracias a la red de distribución de *Inditex*, empresa que cuenta con su principal plataforma logística junto a este aeropuerto y cuyas conexiones están siendo aprovechadas por otras empresas. En la terminal aragonesa operan vuelos cargueros puros de las

compañías *Qatar Airways*, *Emirates*, *Atlas Air*, *Korean Air Lines*, *Saudi Arabian*, *Airbridge Cargo*, *Ethiopian*, *Air China*, *China Cargo* o *Cargolux*; siendo los principales aeropuertos de intercambio Hamad, Al-Maktoum, México, Incheon, Moscú-Sheremetyevo y Zhengzhou. En 2019 el 99,7 % del tráfico es internacional frente al 94,8 % de 2005. Sin embargo, Vitoria-Gasteiz presenta un desarrollo más débil en los últimos años por su especialización en el tráfico nacional y europeo. Es la base ibérica de *DHL*, y aunque comparte categoría con Zaragoza, las compañías que aquí operan no son las filiales cargueras de las grandes aerolíneas internacionales sino compañías exclusivas de carga: *European Air Transport*, *ASL Airlines*, *Star Air* o *Cargo Air*. Destaca el tráfico con Leipzig, Sevilla, Bruselas, Lisboa, Valencia, Alicante-Elche o East Midlands. El 27,6 % de su tráfico es nacional, valor superior al 17,8 % de hace quince años, siendo el único aeropuerto entre los cuatro principales que incrementa esta cuota.

La creciente importancia del segmento del transporte internacional que se aprecia en los aeropuertos españoles también se da en los países europeos, donde entre 2017 y 2018, último dato con cifras comparables, únicamente aumenta el transporte internacional extracomunitario (2,5 %), mientras que retroceden el intracomunitario (-0,5 %) y el transporte interior (-0,7 %) (Eurostat, 2019).

El desarrollo de la actividad carguera en los principales aeropuertos ha llevado a la creación de importantes áreas logísticas asociadas. Estos espacios ofrecen suelo para grandes almacenes logísticos destinados a las actividades intermediarias de la cadena de distribución, existiendo una gran competencia entre ciudades para ubicar a los grandes actores del comercio electrónico global que requieren tanto una elevada capacidad de transporte aéreo como de una excelente accesibilidad terrestre (Van Asch *et al.*, 2019). Las áreas logísticas se convierten así en la pieza intermedia necesaria para que los aeropuertos puedan competir por el segmento de carga aérea, ya que para que este sea competitivo y eficiente requiere de espacios de almacenaje y gestión de las mercancías, de fácil acceso y elevada conectividad con la red viaria para la distribución final. En el caso de Madrid y Barcelona, la previsión del desarrollo de la carga aérea ha llevado a Aena a diseñar sendos planes inmobiliarios cuya apuesta principal es la creación de nuevos usos logísticos (Arroyo, 2019), mientras que Zaragoza espera la acogida de grandes operadores globales en la ampliación de su plataforma logística (Barceló, 2018) junto a la propuesta de creación de la primera zona franca sin conexión marítima de España (García, 2019) aprovechando las conexiones directas con Asia.

El análisis de conglomerados ha identificado también otros tres tipos de clústeres que no se encuentran orientados al transporte de mercancías, aunque tengan una orientación mixta. El clúster 1 lo forman aeropuertos especializados en pasajeros con un componente de carga nacional, aglutinando la mayor parte de aeropuertos analizados (31 en 2004 y 35 en 2019). El clúster 2 conforman aeropuertos especializados en pasajeros con orientación internacional de mercancías, sumando para todos los años analizados en torno a una decena de terminales. El clúster 7 agrupa aeropuertos especializados en pasajeros, aunque solo se identifican en los años 2004 y 2009, pasando a integrarse en los clústeres 1 y 2 en 2013 y 2019 debido a la cercanía y similitud de sus promedios.

Por último, el método aplicado ha resultado fundamental para caracterizar desde una perspectiva sencilla (grupos o clústeres) la funcionalidad de la red y su evolución. Para ello, la selección de variables empleadas ha variado sensiblemente respecto a las seleccionadas por Mayer (2016), quien valora una red global con características más homogéneas que las de los aeropuertos de la red Aena. Sin embargo, la metodología es coherente para comprender la situación, dinámicas y

funcionalidad de la red; siendo necesario avanzar en la investigación con la inclusión de nuevas variables que enriquezcan los resultados, como pueda ser el número de aerolíneas, los países conectados o los destinos de cada aeropuerto.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta un avance en una línea de investigación todavía poco explorada en España como es el transporte aéreo de mercancías a pesar de su interés estratégico en la economía y en la organización territorial. Con una cuota muy modesta sobre el tráfico total de mercancías, la carga aérea presenta importantes expectativas de crecimiento con el auge del comercio electrónico y el papel fundamental para el transporte de productos específicos de alto valor y rápida distribución. En la escena internacional se están reconfigurando los sistemas de distribución global de mercancías, donde unos pocos aeropuertos centrales están pasando a controlar la mayor parte de flujos aéreos y otros, secundarios para el transporte de pasajeros, se están especializando en el tráfico de mercancías al aprovechar sus ventajas de localización y gestión.

Los resultados del trabajo responden a las cuestiones planteadas por esta investigación, afirmando la dinámica hacia la concentración y especialización de las operaciones de carga aérea en los aeropuertos españoles, siguiendo la tendencia global vista en la literatura. Por una parte, la proporción del volumen operado por los cuatro principales aeropuertos de carga de la red Aena entre 2004 y 2019 ha aumentado (del 75 % al 92 % del total). Por otra, el análisis de conglomerados ha facilitado comprender el proceso de especialización de cada aeropuerto, evidenciando una reducción de sus tipologías entre las siete halladas en 2004 y las cinco de 2019.

En el quinquenio analizado, los dos mayores aeropuertos de la red actúan de forma semejante a los grandes *hubs* internacionales. Madrid ha consolidado su posición jerárquica, aglutinando más de la mitad del volumen de mercancías totales; mientras que Barcelona ha mejorado su cuota sobre el total, aunque ahora ocupa el tercer lugar en la jerarquía, superado por Zaragoza. Los aeropuertos con mayor especialización en carga aérea son dos instalaciones secundarias para el tráfico de pasajeros (Vitoria-Gasteiz y Zaragoza) que, sin embargo, aprovechan factores de situación y operatividad y replican el modelo de aeropuertos especializados en carga que se observa a escala internacional. Ello está originado por las estrategias de las aerolíneas de carga que, cada vez más, buscan operar en aeropuertos especializados por las ventajas competitivas que ofrecen frente a los grandes aeropuertos: menor congestión y costes; junto a mejoras en conectividad, accesibilidad e intermodalidad que permiten integrar las cadenas logísticas.

Para finalizar, cabe identificar las futuras líneas de investigación en torno al tema analizado. En primer lugar, se debe refinar la metodología empleada para incluir nuevas variables como el número de aerolíneas, países y destinos conectados para ofrecer resultados más detallados que mejoren la caracterización presentada. Asimismo, cabe profundizar en el análisis e interpretación de los impactos que el tráfico de carga aérea genera en las áreas de influencia de los aeropuertos, en especial en términos socioeconómicos y ambientales (usos del suelo, actividades, empleo, contaminación). También se debe ahondar en el conocimiento de las causas que están detrás de la reducción del tráfico de los aeropuertos insulares y, si este, se debe a un cambio modal hacia el transporte marítimo por sus ventajas o bien a las estrategias de las aerolíneas. Por último, cabe comprender el proceso de toma de decisiones que lleva a las aerolíneas a seleccionar unos pocos aeropuertos especializados en carga y alejados de los *hubs* de pasajeros desde variables geográficas como la accesibilidad y la conectividad. Otro aspecto que considerar en adelante, de forma

transversal, es el impacto de la pandemia por COVID-19 en el sector aéreo, que ya ha provocado un retroceso del 28,4 % en el volumen de carga aérea en España en los datos acumulados hasta agosto de 2020 respecto al mismo periodo de 2019, aunque es una pérdida mucha más atenuada que el 68,2 % experimentado por el tráfico de pasajeros (Aena, 2020). En este sentido, la drástica reducción de los vuelos de pasajeros ha supuesto una importante pérdida de capacidad para el transporte de carga, ya que el 52 % de esta se transporta en las bodegas de los aviones de pasajeros, aunque las aerolíneas ya están adaptando estos aviones para el tráfico exclusivo -temporal- de mercancías (Ruano, 2020).

Contribución de autorías

Daniel Cruz-Alonso ha elaborado el diseño metodológico, preparado las bases de información, calculado los resultados y realizado los materiales gráficos y la cartografía; así como co-redactado los apartados de resultados, discusión y conclusiones.

Carlos López-Escolano ha llevado a cabo el diseño conceptual del trabajo, escrito los apartados de Introducción y marco teórico, apoyado el diseño metodológico y la recogida de información, y co-redactado las secciones de resultados, discusión y conclusiones.

Financiación

Agradecer la concesión de una beca de iniciación a la investigación al Instituto Universitario en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) que ha permitido realizar esta investigación.

Conflicto de intereses

Los/as autores/as de este trabajo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses.

Bibliografía

- ACI (2019). *Preliminary world airport traffic rankings released*. ACI Media Releases. Recuperado de <https://aci.aero/news/2019/03/13/preliminary-world-airport-traffic-rankings-released/>
- Adikariwattage, V., de Barros, A. G., Wirasinghe, S. C., & Ruwanpura, J. (2012). Airport classification criteria based on passenger characteristics and terminal size. *Journal of Air Transport Management*, 24, 36-41. doi: 10.1016/j.jairtraman.2012.06.004
- Alkaabi, K. A., & Debbage, K. G. (2011). The geography of air freight: connections to U.S. metropolitan economies. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1517–1529. doi: 10.1016/J.JTRANGE.2011.04.004
- Al-Mehairi, J. M. (2019). Dubai's geographic location and its advantages for the air transportation industry. *Arab World Geographer*, 19(3-4), 352-367. doi: 10.5555/i1480-6800.19.3.352
- Antón-Burgos, F. J., & Córdoba-Ordóñez, J. (1994). La liberalización del transporte aéreo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 19, 113-132.
- ANE, Atlas Nacional de España (2020). *Comercio Exterior*. Recuperado de http://atlasnacional.ign.es/wane/Comercio_exterior
- Arroyo, R. (5 de abril 2019). Aena inicia el mayor plan inmobiliario de España. *Expansión*. Recuperado de <https://www.expansion.com/empresas/transporte/2019/04/05/5ca65a28468aeb0c5f8b46aa.html>
- Balliauw, M., Meersman, H., Onghena, E., & Van de Voorde, E. (2018). US all-cargo carriers' cost structure and efficiency: A stochastic frontier analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 112, 29-45. doi: 10.1016/j.tr.2018.01.005
- Barceló, R. (26 de septiembre de 2018). Operadores asiáticos se suman al interés de Amazon por Plaza. *El Periódico de Aragón*. Recuperado de https://www.elperiodicodearagon.com/noticias/aragon/operadores-asiaticos-suman-interes-amazon-plaza_1311974.html

- Blanco, Y. (19 de enero de 2019). Así es el desconocido negocio de la carga aérea en España. *Expansión*. Recuperado de <https://www.expansion.com/empresas/transporte/2019/01/19/5c435b30268e3e077e8b458c.html>
- Boeing (2017). *World Air Cargo Forecast 2016-2017*. Recuperado de <http://www.boeing.com/resources/boeing-dotcom/commercial/about-our-market/cargo-market-detail-wacf/download-report/assets/pdfs/wacf.pdf>.
- Boonekamp, T. & Burghouwt, G. (2017). Measuring connectivity in the air freight industry. *Journal of Air Transport Management*, 61, 81-94. doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.05.003
- Bowen, J. T. (2010). *The economic geography of air transportation: space, time, and the freedom of the sky*. London: Routledge.
- Bowen Jr., J. T. (2012). A spatial analysis of FedEx and UPS: Hubs, spokes, and network structure. *Journal of Transport Geography*, 24, 419-431. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2012.04.017
- Burns, R. P., & Burns, R. (2008). *Research Methods and Statistics Using SPSS*. London, Reino Unido: Sage Publications.
- Cattaneo, O., Gereffi, G., Miroudot, S., & Taglioni, D. (2013). Joining, Upgrading and Being Competitive in Global Value Chains: A Strategic Framework. *The World Bank, Policy Research Working Paper*, 6406. Recuperado de <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/254001468336685890/joining-upgrading-and-being-competitive-in-global-value-chains-a-strategic-framework>
- Chang, Y.-H., & Chang, Y.-W. (2009). Air cargo expansion and economic growth: Finding the empirical link. *Journal of Air Transport Management*, 15(5), 264-265. doi: 10.1016/j.jairtraman.2008.09.016
- Cidell, J. (2010). Concentration and decentralization: The new geography of freight distribution in US metropolitan areas. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 363-371. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2009.06.017
- Coe, N. M., & Yeung, H. W.-c. (2015). *Global production networks: Theorizing economic development in an interconnected world*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Córdoba-Ordóñez, J. A., & Gago-García, C. (2012). Globalización, movilidad y análisis de conectividad aérea: una herramienta para la práctica interdisciplinar. *Revista de Antropología Social*, 21, 117-146. doi: https://doi.org/10.5209/rev_RASO.2012.v21.40052
- Derigs, U., & Illing, S. (2013). Does EU ETS instigate Air Cargo network reconfiguration? A model-based analysis. *European Journal of Operational Research*, 225(3), 518-527. doi: 10.1016/j.ejor.2012.10.016
- Derudder, B., Witlox, F., Faulconbridge, J., & Beaverstock, J. (2008). Airline networks and urban systems (Editorial). *GeoJournal*, 71(1), 1-3. doi: 10.1007/s10708-008-9151-y
- Dobruszkes, F. (2016). Geographies of European Air Transport. En A. R. Goetz & L. Budd (Eds.), *The Geographies of Air Transport* (pp. 167-186). Aldershot: Ashgate
- Escalona-Orcao, A. I., & Ramos-Pérez, D. (2010). Geografía productiva y flujos internacionales de transporte: el crecimiento de la carga aérea en el aeropuerto de Zaragoza. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 30(2), 59-80. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/view/AGUC1010220059A>
- Escalona-Orcao, A. I., & Ramos-Pérez, D. (2014). Global production chains in the fast fashion sector, transports and logistics: the case of the Spanish retailer Inditex. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 85, 113-127. doi: 10.14350/rig.40002
- Eurostat (2019). *Air transport statistics*. Recuperado de https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Air_transport_statistics
- Fleming, D. K., & Hayuth, Y. (1994). Spatial characteristics of transportation hubs: centrality and intermediacy. *Journal of Transport Geography*, 2(1), 3-18. doi: 10.1016/0966-6923(94)90030-2
- Fuellhart, K. & O'Connor, K. (2019). A supply-side categorization of airports across global multiple-airport cities and regions. *GeoJournal*, 84 (1), 15-30. doi: 10.1007/s10708-018-9847-6
- Gago-García, C. (1998). *Región, política y transporte aéreo* (Tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid.
- Gago-García, C. (2002). Estructura geo-económica mundial, globalización y flujos comerciales. *Estudios geográficos*, 63(246), 143-153. doi: 10.3989/egeogr
- Gámir-Orueta, A., & Ramos-Pérez, D. (2002). *Transporte aéreo y territorio*. Barcelona, España: Ariel.
- Gámir-Orueta, A., & Ramos-Pérez, D. (2011). Los pequeños aeropuertos regionales de la España peninsular: dinámicas recientes y perspectivas de futuro. *Ería: Revista Cuatrimestral de Geografía*, 84-85, 77-102.
- García, C. (26 de diciembre de 2019). La DGA incluye la creación de una zona franca en Zaragoza en su estrategia logística para 2020. *Heraldo de Aragón*. Recuperado de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2019/12/26/la-dga-incluye-la-creacion-de-una-zona-franca-en-zaragoza-en-su-estrategia-logistica-para-2020-1350570.html#>

- Gardiner, J., Humphreys, I., & Ison, S. (2005). Freight operators' choice of airport: A three-stage process. *Transport Reviews*, 25(1), 85-102. doi: 10.1080/0144164042000218409
- Gardiner, J., & Ison, S. (2008). The geography of non-integrated cargo airlines: an international study. *Journal of Transport Geography*, 16(1), 55-62. doi: doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.02.005
- Goetz, A. R., & Budd, L. (Eds.) (2016). *The Geographies of Air Transport*. Aldershot: Ashgate
- Gong, Q., Wang, K., Fan, X., Fu, X., & Xiao, Y. B. (2018). International trade drivers and freight network analysis – The case of the Chinese air cargo sector. *Journal of Transport Geography*, 71, 253-262. doi: doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.02.009
- Guimerà, R., & Amaral, L. A. N. (2004). Modeling the world-wide airport network. *European Physical Journal B*, 38(2), 381-385. doi: 10.1140/epjb/e2004-00 131-0
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). *Multivariate Data Analysis* (5ª ed.). Upper Saddle River, Estados Unidos: Prentice Hall.
- Hesse, M. (2014). International hubs as a factor of local development: evidence from Luxembourg City, Luxembourg, and Leipzig, Germany. *Urban Research and Practice*, 7(3), 337-353. doi: 10.1080/17535069.2014.966 508
- Hui, G. W. L., Hui, Y. V., & Zhang, A. (2004). Analyzing China's air cargo flows and data. *Journal of Air Transport Management*, 10(2), 125-135. doi: 10.1016/j.jairtraman.2003.08.003
- Hwang, C. C., & Shiao, G. C. (2011). Analyzing air cargo flows of international routes: an empirical study of Taiwan Taoyuan International Airport. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 738-744. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2010.09.001
- Hylton, P., & Ross, C. L. (2018). Air Cargo Forecasting in an Age of Electronic Retail. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2672(29), 48-58. doi: 10.1177/0361198118799708
- IATA (2019). *La guerra comercial desploma la demanda aérea de carga* (Comunicado número 50). Recuperado de <https://www.iata.org/contentassets/46677daffdd040d2a184bbd5a0b9db5c/2019-09-05-01-sp.pdf>
- ICAO (2020). *Effects of Novel Coronavirus (COVI-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis*. Recuperado de https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf
- ICEX, España Exportación e Inversiones (2016). *Transporte aéreo internacional de mercancías* (Cuadernos básicos). Madrid: ICEX. Recuperado de <https://www.icex.es/icex/es/Navegacion-zona-contacto/libreria-icex/PUB2017774093.html?idTema=10707004&idColeccion=12060363>
- ITF, International Transport Forum (2019). *ITF Transport Outlook 2019*. Paris: OECD Publishing. Recuperado de https://doi.org/10.1787/transp_outlook-en-2019-en.
- Kasarda, J. D., & Green, J. D. (2005). Air cargo as an economic development engine: A note on opportunities and constraints. *Journal of Air Transport Management*, 11(6), 459-462. doi: 10.1016/j.jairtraman.2005.06.002
- López-Escolano, C., Pueyo Campos, A., Postigo Vidal, R., & Alonso Logroño, M. P. (2016). Valoración y representación cartográfica de la accesibilidad viaria en la España peninsular: 1960-2014. *Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 18, 169-189. doi: 10.21138/GF.486
- López-Escolano, C., Cruz-Alonso, D., & Pueyo-Campos, A. (2019). El transporte aéreo de mercancías en los aeropuertos españoles: hacia una concentración e internacionalización selectivas. *Revista de Estudios Andaluces*, 38, 101-120. doi: 10.12 795/rea.2019.i38.06
- Lotti, R., & Caetano, M. (2018). The airport choice of exporters for fruit from Brazil. *Journal of Air Transport Management*, 70, 104-112. doi: 10.1016/j.jairtraman.2018.05.003
- Matsumoto, H. (2004). International urban systems and air passenger and cargo flows: Some calculations. *Journal of Air Transport Management*, 10(4), 241-249. doi: 10.1016/j.jairtraman.2004.02.003
- Mayer, R. (2016). Airport classification based on cargo characteristics. *Journal of Transport Geography*, 54, 53-65. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.05.011
- Ministerio de Fomento (2012). *Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) 2012-2024*. Recuperado de <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/planes-estrategicos/2024/pitvi-2012/plan-de-infraestructuras-transporte-y-vivienda-pitvi>
- Morrell, P. S. (2011). *Moving Boxes by Air: The Economics of International Air Cargo*. Abingdon, Reino Unido: Routledge.
- OTLE, Observatorio del Transporte y la Logística en España (2020). *Informe anual 2019*. Recuperado de https://observatoriotransporte.mitma.es/recursos_otle/informe_otle_2019_1.pdf

- Pais-Montes, C., Freire-Seoane, M. J., & González-Laxe, F. (2017). La conectividad en el sector español de carga aérea: 2004-2014. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas*, 9, 113-138.
- Rodrigue, J. P., Comtois, C., & Slack, B. (2017). *The Geography of transport Systems*. Abingdon, Reino Unido: Routledge.
- Rodríguez-Déniz, H., Suau-Sanchez, P., & Voltes-Dorta, A. (2013). Classifying airports according to their hub dimensions: an application to the US domestic network. *Journal of Transport Geography*, 33, 188-195. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2013.10.011
- Ruano, A. (2020). *Blog Sertrans*. Recuperado de <https://www.sertrans.es/transporte-aereo/el-transporte-de-mercancias-aereo-estrategico-en-la-lucha-contracoronavirus/>
- Sales, M. (2017). *Air Cargo Management: Air Freight and the Global Supply Chain*. Abingdon, Reino Unido: Routledge.
- Sánchez, J. E. (1992). Comentarios a la división del trabajo y de la producción. *Scripta Vetera*. Reproducido de: Minius, 1, 1992, 9-25, versión ampliada. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sv-28.htm>.
- Teodorovic, D., & Janic, M. (2017). *Transportation Engineering: Theory, Practice and Modeling*. Oxford, Reino Unido: Elsevier.
- Tovar, B., Hernández, R., & Rodríguez-Déniz, H. (2015). Container port competitiveness and connectivity: The Canary Islands main ports case. *Transport Policy*, 38, 40-51. doi: 10.1016/j.tranpol.2014.11.001
- Yamaguchi, K. (2008). International trade and air cargo: Analysis of US export and air transport policy. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(4), 653-663. doi: 10.1016/j.tre.2007.05.006
- Van Asch, T., Dewulf, W., Kupfer, F., Cárdenas, I., & Van de Voorde, E. (2019). Cross-border e-commerce logistics – Strategic success factors for airports. *Research in Transportation Economics*, 100 761.
- Verhetsel, A., Kessels, R., Goos, P., Zijlstra, T., Blomme, N., & Cant, J. (2015). Location of logistics companies: a stated preference study to disentangle the impact of accessibility. *Journal of Transport Geography*, 42, 110-121. doi:10.1016/j.jtrangeo.2014.12.002
- Walcott, S. M., & Fan, Z. (2017). Comparison of major air freight network hubs in the U.S. and China. *Journal of Air Transport Management*, 61, 64-72. doi: 10.1016/j.jairtraman.2016.06.006
- Zhang, A. (2003). Analysis of an international air-cargo hub: The case of Hong Kong. *Journal of Air Transport Management*, 9(2), 123-138. doi: 10.1016/S0969-6997(02)00 066-2