

## **EVALUANDO EL MIEDO A VOLAR TRAS UN ACCIDENTE AÉREO.**

**Resumen:** Este trabajo analiza mediante una aproximación avanzada de series temporales con el añadido de funciones de transferencia lineal de efectos las repercusiones que sobre las decisiones tomadas por los pasajeros tuvo el mayor accidente de aviación acontecido en los últimos 25 años en España. En primer lugar se aporta evidencia clara de que sí existe un “Efecto Rainman” duradero, al penalizar los pasajeros a la aerolínea implicada, con una reducción a largo plazo del 20 por ciento en sus tráficos que ha marcado desde entonces el devenir de la aerolínea. También se dieron efectos sustitución claros, aunque limitados en el tiempo, hacia otros medios de transporte en el hinterland del aeropuerto de origen y lugar del siniestro Madrid-Barajas. En cambio no hay efectos significativos ni sobre otras compañías, ni sobre el tráfico total del aeropuerto de destino, Las Palmas de Gran Canaria, cuyo hinterland carece de sustitutos cercanos al transporte aéreo.

**Clasificación Código JEL:** L93

### **Autores:**

- Castillo-Manzano, José I. Universidad de Sevilla. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Avda. Ramón y Cajal, 1, 41018 Sevilla. Tel: 954556727. Fax: 954557629. [jignacio@us.es](mailto:jignacio@us.es).
- Pedregal, Diego J. Universidad Castilla-La Mancha. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. [diego.pedregal@uclm.es](mailto:diego.pedregal@uclm.es).
- Pozo-Barajas, Rafael. Universidad de Sevilla. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Avda. Ramón y Cajal, 1, 41018 Sevilla. Tel: 954557624. Fax: 954557570. [pozo@us.es](mailto:pozo@us.es).

## **1. Introducción**

El miércoles, 20 de agosto de 2008, a las 14:24 hora local, un avión de McDonnell Douglas DC-9-82 (MD-82), en el vuelo JKK5022 de Spanair, con destino al aeropuerto de Gran Canaria, se estrelló al despegar en el aeropuerto de Madrid-Barajas. De las 172 personas que viajaban a bordo, 154 fallecieron. La noticia provocó una gran conmoción en una sociedad en la que, tras el 11S, como expone Page (2009) la seguridad ha llegado a ser la principal preocupación de los viajeros. Dichos atentados y sus efectos socioeconómicos han sido tratados en múltiples trabajos (ver Fischer III, 2002; Giglio, 2002 y Goodrich, 2002). Siendo la principal conclusión que, aunque los efectos iniciales fueron grandes, a largo plazo serían insignificantes. Esta literatura creó el concepto del efecto 11S que se ha estudiado en toda su amplitud, sobre cada una de las posibles variables afectadas, siendo a día de hoy el análisis más completo en cuanto a desastres aéreos se refiere. De esta forma tenemos el efecto del 11S sobre las compañías aéreas (Alderighi y Cento, 2004; Gillen y Lall, 2003); la gestión aeroportuaria (ver Coy (2005) sobre el efecto del 11S en la puntualidad de los vuelos) o la evolución de los tráficos (Abdelghany y Guzhva, 2010; Guzhva y Pagiavlas, 2004; Hätt y Hollmeier, 2003 y Lai y Lu, 2005).

Un tópico relevante de la literatura que, dentro de la gestión del transporte estudia las consecuencias de los atentados y grandes accidentes, es el análisis de los cambios de las preferencias de los viajeros, donde destaca el análisis de los efectos sustitución que se dan hacia otros medios de transporte por el efecto del 11S. Así, Gigerenzer (2004) indica que las millas viajadas por pasajeros dentro de los Estados Unidos disminuyeron en octubre, noviembre y diciembre de 2001 un 20%, 17%, y 12%, respectivamente, respecto a los mismos meses del año anterior, mientras que el tráfico en las autopistas

rurales interestatales se incrementó en un 5.3%. Por otra parte, Rossiter y Dresner (2004) estiman en 8,9 millones los pasajeros que sustituyeron el transporte aéreo por el de carretera en 2002, debido al incremento de coste y tiempo provocado por los nuevos controles de seguridad. Más allá de los efectos concretos del 11S, Lirn y Sheu (2009) detectan que, en igualdad de condiciones, la preocupación sobre la seguridad aérea tiene un impacto negativo en la elección del transporte aéreo, mientras que Siomkos (2000) indica que sólo el 10% cambia su decisión de forma drástica, como cambiar de línea aérea afectada (3%) o volar menos (6%).

Relacionados con este tema, también abundan trabajos sobre la percepción subjetiva del riesgo por parte de los pasajeros. Así, Oltedal y Rundmo (2007) estudian la percepción del riesgo en diferentes grupos de personas agrupados según su tipo de personalidad, y detectan que, aunque la pertenencia a uno de estos grupos afecta a la percepción de los riesgos, hay otros factores más importantes que los culturales y de tipo de personalidad. Boksberger et al. (2007) indican que los riesgos más percibidos por los pasajeros son los relativos a los costes y retrasos, mientras que el riesgo de muerte no es el que más preocupa, quizá porque no se quiere tener en cuenta. Por otra parte, Rittichainuwat y Chakraborty (2009) indican que las personas no dejan de viajar completamente por temor, pero seleccionan diferentes opciones entre las alternativas de transporte disponibles, y que la percepción del riesgo en un país se ve mitigada si el viajero ha estado en él anteriormente. Y Elvik y Bjørnskau (2005) comparan los riesgos percibidos en diferentes medios de transporte con los riesgos reales, medidos estadísticamente, concluyendo que todos tienen un riesgo percibido similar al real, o inferior, salvo en el caso del transporte aéreo, que es bastante mayor (ver Button y Drexler (2006) para obtener una medición del riesgo real en el transporte aéreo). En resumen, la literatura previa en general concluye que, aunque en el transporte aéreo el

riesgo percibido es mayor que el real, en circunstancias normales no es un factor determinante en la elección del medio. Obviamente, un accidente como el analizado en este artículo es una situación extrema que en teoría podría alterar dicha percepción.

Otra línea de investigación relacionada con accidentes e imprevistos es la relativa a los retrasos, y cómo éstos acaban afectando a la gestión aeroportuaria. En este campo nos encontramos con los trabajos de Kohl et al. (2007), Warburg et al. (2008), Cook et al. (2009), AhmadBeygi et al. (2008) y Abdelghany et al. (2007), que estudian la reprogramación de los vuelos y la propagación de los retrasos por todo el sistema aeroportuario a partir del incidente.

En el caso concreto objeto de estudio, el del accidente del vuelo JKK5022, el shock emocional España fue inmenso, tanto por su magnitud, al haber sido el mayor accidente aéreo en los últimos 25 años<sup>1</sup>, como por el despliegue mediático asociado al mismo, tanto en sus instantes iniciales, ya que se pudieron seguir en directo las operaciones de rescate e incluso se llegaron a ver las imágenes del accidente (Anónimo, 2008), como en la posterior cobertura del mismo. Prueba de ello, fijándonos en dos de los diarios de mayor tirada nacional, El País y ABC, vemos como en el mes siguiente fue unas 30 veces noticia de portada y en los dos meses siguientes generó más de 300 páginas en el interior de ambos periódicos. Además, el Gobierno declaró tres días de luto oficial y se hizo un funeral de Estado (Jiménez, 2008).

La magnitud del accidente y las circunstancias en que se produjo, también generaron grandes repercusiones legales. Tras el mismo se inició una revisión de los protocolos de seguridad aérea, que tiene por objetivo integrar en un único programa la recopilación y gestión de toda la información sobre seguridad operacional, y fortalecer a la agencia

---

<sup>1</sup> Hay que remontarse al 27 de noviembre de 1983 para encontrar un número superior de fallecidos, concretamente 181, en un accidente de la compañía Avianca.

encargada de la seguridad aérea española, modificando la Ley vigente de Seguridad Aérea de 2003. También, fruto de la investigación oficial del mismo, por parte del Comité de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), se ha emitido un informe con ocho recomendaciones de seguridad operacional dirigidas a la Federal Aviation Administration (FAA) de los USA, a la International Civil Aviation Organization (ICAO) y a la European Aviation Safety Agency (EASA) (CIAIAC, 2010). Entre ellas destacan las que buscan obligar al fabricante (The Boeing Company) a modificar los manuales de mantenimiento, localización de averías y de aislamiento de fallos (FIM) de determinados aviones.

Centrándonos en el accidente, éste fue de gran complejidad, ya que se vieron involucrados tres de los cinco factores de riesgo que, según la clasificación de la IATA (ver Lee, 2006), influyen en los accidentes aéreos. Concretamente las categorías humano, organización y maquinaria. En cuanto a los fallos humanos se confirmó la hipótesis de Chen et al. (2009) de que la mayor amenaza para la seguridad de los vuelos son los fallos de la tripulación, seguidos por los fallos del personal de mantenimiento. En resumen, el accidente, según la investigación de la CIAIAC, se produjo en el despegue, una de las fases más peligrosas del vuelo, junto con el aterrizaje, en las que, según Ashford (1998), se producen el 90% de los accidentes. A la espera del informe final, la investigación ha determinado que el despegue se realizó con una configuración inapropiada, al estar los flaps y los slats totalmente retraídos, y que el sistema de advertencia de configuración inadecuada para el despegue (TOWS) con el que iba equipado el avión no se activó (CIAIAC, 2010). Aunque la tripulación repasó la lista de comprobación after start, omitió el punto de verificación de flaps/slats porque el comandante indicó en ese momento al copiloto que pidiera permiso a control para comenzar el rodaje hacia la pista 36L (CIAIAC, 2009). El intento previo de despegue

había sido abortado porque la sonda RAT (Ram Air Temperature) indicaba una temperatura anormalmente alta, por lo que el avión retornó al estacionamiento, donde los técnicos de mantenimiento, siguiendo el manual de operaciones, desconectaron el circuito eléctrico que controla la calefacción, dejándola inoperativa; sin embargo, parece ser que el error se debía al relé R2-5, que también afecta al TOWS (CIAIAC, 2009).

Otra característica del accidente que se debe resaltar es el aeropuerto de destino, Gran Canaria (LPA), ubicado en el archipiélago canario, muy alejado de la península y donde, por tanto, no existe otro medio de transporte realmente alternativo a las 2 horas 45 minutos de vuelo desde Madrid, ya que por tren y barco se tardaría unos 2 días en realizar el mismo trayecto. De ahí la importancia que para los archipiélagos en general (ver Graham and Dennis, 2010 y Tsekeris, 2009) y las Islas Canarias en particular (ver Hernández Luis, 2002) tiene el transporte aéreo.

En el presente trabajo pretendemos analizar los efectos que este dramático accidente tuvo sobre el transporte aéreo, tanto en magnitud como duración. Concretamente intentaremos dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Aumentó la aversión a volar de los pasajeros? En dicho caso, ¿Qué forma adoptó dicha aversión? Por ejemplo, ¿se penalizó a la aerolínea implicada, es decir, se comportaron como el protagonista de la película Rainman, que evitaba volar con aerolíneas que hubieran tenido accidentes? ¿se llegó a poner en peligro la propia supervivencia de la aerolínea? ¿cómo afectó al aeropuerto de salida, uno de los más grandes hubs del continente europeo, tanto por una aversión de los pasajeros por la actuación de sus mecánicos en la catástrofe (la prensa destacó que el avión acababa de ser revisado por ellos), como por los retrasos y reprogramación de los vuelos siguientes? ¿hubo algún efecto sobre la población del entorno del aeropuerto de llegada en las islas Canarias, en donde residían 79 de los 154

fallecidos y que en general, por su asilamiento, es muy sensible y dependiente del transporte aéreo (ver Hernández Luis, 2002)?

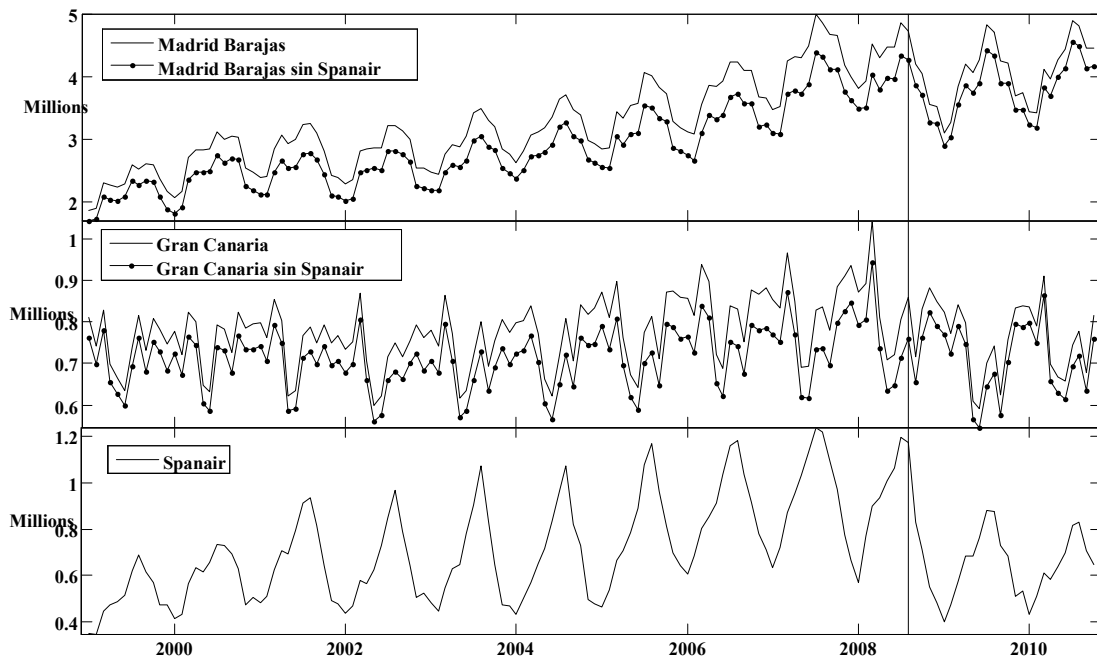
Este trabajo está organizado como sigue: La sección 2 presenta los datos y la metodología utilizada. La sección 3 muestra los resultados empíricos, y la sección 4 contiene las conclusiones del estudio.

## **2. Los datos**

Los datos utilizados para medir los efectos del accidente en la línea aérea y los aeropuertos pueden ser divididos en dos grupos:

A) Las variables endógenas serán el tráfico aéreo mensual, concretamente: el tráfico total del aeropuerto Madrid-Barajas; tráfico total del aeropuerto de Las Palmas de Gran Canarias; tráfico total de la aerolínea Spanair; tráfico total de la aerolínea Spanair en el aeropuerto de Madrid-Barajas; tráfico total del aeropuerto Madrid-Barajas sin la aerolínea Spanair y tráfico total de la aerolínea Spanair en el aeropuerto de Las Palmas de Gran Canarias. Las series temporales disponibles, que abarcan desde Enero de 1999 hasta Octubre de 2010, han sido extraídas de la base de datos de AENA (source: <http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Estadisticas/Home>). El perfil general de algunas de esas variables se muestra en la Figura 1.

**Figura 1.** Millones de pasajeros aéreos (mensuales) de los aeropuertos de Madrid Barajas y Gran Canaria, y pasajeros transportados por Spanair.



B) Las variables exógenas, separadas en dos grupos, son las siguientes:

B.1) Variables exógenas dummies: se han incluido en el modelo un amplio rango de variables para estimar un número de variables de intervención y efectos outlier mostrados en los datos. Los más importantes, con sus definiciones, son:

b.1.1) EASTER: El tráfico aéreo alrededor del periodo de vacaciones de Semana Santa es especialmente intenso en España. En efecto, está considerado como estación alta para el turismo, entre otras razones debido a las numerosas representaciones de la pasión de Cristo. Los días de fiesta, móviles, están reflejados asignando diferentes pesos a los días en cuestión, dependiendo de la densidad del tráfico aéreo esperada en los aeropuertos españoles (estos pesos tienen suma uno). Los pesos máximos están asignados al Miércoles, Jueves, Viernes y Sábado Santos, Domingo de Ramos y Lunes. El resto de días tienen peso cero.



b.1.2) TRADING: El número de días laborables en un mes.

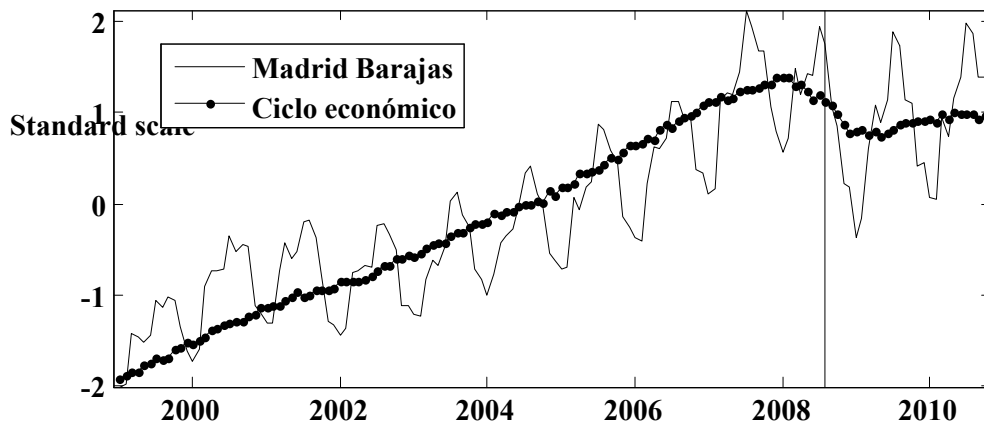
b.1.3) LEAP: Señala el efecto de los años bisiestos. El valor es uno cuando Febrero tiene 29 días, y cero en otro caso.

b.1.4) 11S: Refleja el efecto negativo sobre el tráfico aéreo resultante del ataque terrorista del 11S, el cual, como se ha encontrado en estudios anteriores (Inglada y Rey 2004), también tuvo un efecto significativo sobre el sistema aeroportuario español. La duración de estos efectos en número de meses ha sido determinada empíricamente para cada uno de los aeropuertos.

b.1.5) Hay otros valores atípicos, a menudo relacionados con condiciones meteorológicas adversas o, por ejemplo, huelgas de controladores. Éstos han sido todos detectados mediante herramientas estadísticas. El procedimiento para detectar dichos valores atípicos consiste en seleccionar cuatro veces los valores residuales de la desviación típica e incluirlos como candidatos potenciales en el modelo, bajo diferentes especificaciones (véase el apartado metodológico posterior). Los valores atípicos han sido incluidos en el modelo final con la especificación que proporciona la mejor adecuación cuando son estadísticamente significativos.

B.2.) Cycle, actividad económica: La literatura indica que la actividad económica está íntimamente relacionada con el tráfico aéreo, como resultado, generalmente se incluye como indicador cuando se modeliza el tráfico aéreo (ver Inglada y Rey, 2004). En este artículo, la actividad económica está representada usando el índice sintético de actividad económica del Ministerio de Economía y Hacienda español (fuente: <http://serviciosweb.meh.es/apps/dgpe/default.aspx>). La relevancia de esta variable en este estudio es crucial, como puede verse fácilmente en la Figura 2.

**Figura 2.** Número de pasajeros en Madrid Barajas y Ciclo Económico.



C) El efecto del accidente: La especificación es bastante sencilla, dado que el efecto es modelado como una variable dummy que comienza en Septiembre de 2008. Dos especificaciones han sido sistemáticamente probadas: i) como efecto permanente modelado por un suceso súbito, y ii) como un efecto transitorio (un efecto que desaparece con el tiempo). Pruebas con el efecto comenzando en Agosto de 2008 han sido también sistemáticamente incluidas en todos los modelos, pero no han sido significativas en ningún caso, básicamente debido a que el accidente ocurrió muy tarde en dicho mes.

El modelo de series temporales empleado en el análisis está incluido en el grupo de modelos de Funciones de Transferencia lineales discretas (Box et al., 1994). La formulación general puede ser expresada con la ecuación (1).

$$y_{i,t} = \sum_{j=1}^h \frac{\omega_{n_{i,j}}(B)}{\delta_{m_{i,j}}(B)} u_{i,j,t} + N_i(B)e_{i,t} \quad (1)$$

donde  $y_{i,t}$  es el dato total de pasajeros aéreos para cada una de las variables endógenas;  $u_{i,j,t}$  son las entradas de las que dependen los datos de salida (la mayoría de las cuales son determinísticas, con la única excepción del ciclo económico y parte del

efecto indirecto Spanair, véase la lista anterior);  $e_{i,t}$  es una variable Gaussiana con ruido de media cero y varianza constante;  $\omega_{m_i,j}(B) = (\omega_{i,0} + \omega_{i,1}B + \dots + \omega_{m_i,j}B^{m_i,j})$ , ( $j=1, \dots, h$ ), son polinomios en el operador retardo de tiempo (i.e.  $B^k y_t = y_{t-k}$ ) que puede tener coeficientes tendentes a cero cuando sólo un puro retraso de tiempo es necesario; y  $\delta_{m_i,j}(B) = (1 + \delta_{i,1}B + \dots + \delta_{m_i,j}B^{m_i,j})$ , ( $j=1, \dots, h$ ), son polinomios estacionarios o estables. La representación general del modelo de ruido  $N_i(B)e_{i,t}$  es un modelo estándar ARIMA con estacionalidad mensual.

La identificación del orden de los modelos por la parte  $N_i(B)e_{i,t}$  del modelo ARIMA ha sido hecha con medias de las Funciones de Autocorrelación Simple y Parcial (ACF y PACF, ver Box et al., 1994). Las órdenes de la Función de Transferencia en (1) han sido identificadas seleccionando los modelos que minimizan el Criterio de información de Schwarz Information Criterion. La estimación se ha llevado a cabo por Máxima Probabilidad Exacta en MATLAB, con la ayuda de la herramienta ECOTOOL (Pedregal et al., 2010).

Una parte importante de este estudio ha sido el tratamiento de las observaciones atípicas. Para esto se ha usado un algoritmo automático de detección, también incluido en ECOTOOL (Pedregal et al., 2010, Peña, 2001 y referencias incluidas). Las observaciones atípicas tratadas automáticamente han sido del tipo Aditivo (codificado como), Innovativo (IO), Nivel de Cambio (Level Shift, LS), y Cambio Transitorio (Transitory Change, TC). Asumiendo que  $I_t$  es una variable de impulso (ceros para todos los periodos para aquellos con una única observación), los modelos dinámicos para cada una de estas observaciones atípicas se muestran en la ecuación (2).

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{AO:} \quad wI_t \\
 \text{IO:} \quad N(B)(e_t + wI_t) \\
 \text{LS:} \quad \frac{w}{1-B} I_t \\
 \text{TC:} \quad \frac{w}{1-\delta B} I_t
 \end{array} \right\} \quad (2)$$

En la ecuación (2)  $w$  y  $\delta$  son parámetros a estimar en cada caso ( $0 < \delta < 1$ ). AO provoca un cambio súbito (positivo o negativo) en una observación individual; IO produce un cambio súbito que se propaga en el futuro con la misma dinámica que en el modelo ARIMA; LS es un cambio permanente desde un punto inicial dado; TC produce a un cambio súbito que tiende a desaparecer gradualmente en el tiempo.

### 3. Resultados

Se han estimado siete modelos con las diferentes variables explicativas. La Tabla 1 muestra los parámetros estimados de las variables intervinientes en cada ecuación de los siete modelos. Las columnas de la Tabla 1 contienen los modelos para cada variable endógena utilizada. Las filas de la Tabla 1 contienen: (i) las variables de entrada en el primer bloque son variables dummies relacionadas con festivos móviles, el efecto 11S y el del ciclo económico; (ii) el Segundo bloque se concentra en el efecto del accidente del JKK5022, dividido como corresponde a cada aeropuerto; (iii) el tercer bloque contiene un grupo de variables dummies cuyos nombres indican el tipo de observaciones atípicas (dos letras), el año (dos dígitos) y el mes (últimas tres letras); (iv) el cuarto bloque corresponde a los parámetros de la parte ARIMA del modelo; (v) el bloque final incluye test adicionales de valores residuales para comprobar la idoneidad del modelo.

**Tabla 1.** Resultados de la estimación para modelos univariantes con variables de intervención.

	<i>Madrid Barajas (MAD)</i>	<i>Las Palmas de Gran Canaria (LPA)</i>	<i>Spanair (JKK)</i>	<i>Spanair Madrid (JKK at MAD)</i>	<i>Resto Madrid (MAD without JKK)</i>	<i>Spanair Las Palmas (JKK at LPA)</i>	<i>Resto Las Palmas (LPA without JKK)</i>
EASTER	0.040***	0.045***	0.050***	0.029**	0.042***	0.106***	0.040***
TRADING		-0.006***		0.003***		-0.004***	-0.006***
LEAP	0.048**		0.035**	0.040**	0.047***		
11S	-0.045*** <sub>(20)</sub>				-0.041*** <sub>(20)</sub>		
Cycle	0.010**	0.005	0.024***	0.019**	0.010**	0.013	0.003
Accident (LS2008/09)	-0.056***	-0.003	-0.184***	-0.262***	-0.042	-0.255***	0.015
Denominator	0.913***						
AO00MAR	0.097***				0.093***		
AO00NOV				-0.124***			
AO03FEB			-0.095***	-0.083**			
AO04OCT			0.134***				
AO04NOV				-0.109***			
AO09JAN	-0.061***				-0.066***		
AO09FEB		-0.050***					-0.052**
AO09MAR		-0.093***					-0.089***
TC09MAY		-0.119***					-0.105***
Denominator		0.856***					0.831***
AO09NOV	-0.076***		-0.124***	-0.249***	-0.073***		
AO10APR		-0.110***	-0.172***	-0.189***			
MA(1)	-0.324**	-0.449***			-0.370***	-0.286***	-0.485***
MA(12)	-0.548***	-0.464***	-0.176*	-0.251**	-0.575***	-0.491***	-0.399***
$\sigma^2 \times 10^3$	0.617	0.904	2.522	3.627	0.661	5.683	0.928
Q(12)	16.196	10.193	10.272	15.141	18.202	7.354	10.968
Q(24)	27.074	21.450	22.173	24.287	30.984	19.594	23.119
Bera-Jarque	0.523 (0.770)	3.495 (0.174)	0.812 (0.666)	2.948 (0.229)	0.252 (0.881)	0.069 (0.966)	3.068 (0.216)

Nota: Uno, dos, o tres asteriscos indican un coeficiente de significancia con niveles del 10 por ciento, 5 por ciento, y 1 por ciento, respectivamente.  $\sigma^2$  indica la varianza de la innovación; Q(12) y Q(24) son los estadísticos Ljung-Box Q para 12 y 24, respectivamente; Bera-Jarque es un test de normalidad (P-valores entre paréntesis); H es un test de homocedasticidad (P-valores entre paréntesis). El número de meses hasta el final del efecto 11S se indican entre paréntesis tras el coeficiente de la variable.

La Tabla 2 muestra la transformación exponencial de los coeficientes de la Tabla 1 que miden el efecto del accidente, para facilitar su interpretación. Estos coeficientes nos permiten aislar los efectos del accidente de otros determinantes o variables que hayan afectado a las variables dependientes durante el periodo objeto de estudio

**Tabla 2.** Efectos totales significativos del accidente de Spanair.

	<i>Madrid Barajas (MAD)</i>	<i>Spanair (JKK)</i>	<i>Spanair Madrid (JKK at MAD)</i>	<i>Spanair Las Palmas (JKK at LPA)</i>
Efecto permanente		∇ 20,20%	∇ 29,95%	∇ 29,05%
Efecto transitorio: Shock inicial % ∇ Mensual	∇ 5,76% 8,92%			

En resumen, los resultados de las tablas 1 y 2 nos muestran que el accidente tuvo efectos muy significativos, al nivel del 1 por ciento, tanto sobre la compañía como sobre el aeropuerto de Madrid Barajas, es decir, sobre los principales actores de la tragedia. Pero mientras que en Spanair los efectos se han mantenido estables en todo el periodo de la muestra, es decir, hasta dos años después del accidente, en el aeropuerto de Madrid han tenido un carácter transitorio. De forma que el shock inicial negativo provocado por el accidente ha disminuido a una tasa de casi el 9 por ciento mensual, por lo que al final de la muestra, octubre de 2010, dicho efecto era ya despreciable con un valor máximo del 0,52 %.

Los resultados de las tablas 1 y 2 muestran evidencia empírica clara tanto de la magnitud como de las características de los efectos que tuvo sobre el sistema aeroportuario español el fatal accidente del vuelo JKK5022. En primer lugar, llama la atención que no tuvo ningún efecto sobre el total del tráfico del aeropuerto de Las Palmas (ver Tabla 1), aunque sí han disminuido de forma permanente los vuelos de la compañía Spanair (ver Tabla 2) en ese aeropuerto en un 29 por ciento.

Estos resultados son consecuentes con la hipótesis inicial de que para el archipiélago Canario y en general para cualquier archipiélago, el asilamiento lo hace muy dependiente del tráfico aéreo, y su demanda es bastante rígida. Con lo que las personas

que necesitaban desplazarse siguieron empleando el transporte aéreo sin ningún tipo de restricción, aunque muchos de ellos buscaron otras alternativas a la aerolínea Spanair. Este proceso de sustitución parece haberse dado rápidamente, lo que explica por qué los tráficos del aeropuerto no se vieron afectados de forma significativa. Por lo que surgieron rápidamente oportunidades de negocio para los competidores de Spanair.

De todas formas, vemos como en el aeropuerto de Las Palmas en primavera de 2009, es decir en plena crisis económica, se produjo una reducción llamativa en los tráficos, que en mayo (TC09MAY) llegó al 12,64 por ciento, aunque se fue reduciendo desde entonces a un ritmo del 14,4 por ciento mensual. Esta reducción parece haberse dado en otros aeropuertos del archipiélago canario, y se puede achacar más a la dureza inicial de la crisis económica en España y en otros países europeos y sus efectos sobre el turismo, principal motor de los tráficos aéreos exteriores a las islas. Aunque no debe descartarse del todo que el accidente influyera indirectamente en este extraño shock negativo, contribuyendo a la pérdida de atractivo de las canarias como destino turístico, dado el carácter transitorio del fenómeno que no es recogido por la variable Cycle.

En el aeropuerto de Madrid-Barajas, donde se produjo el accidente, encontramos elementos comunes y otros novedosos frente al aeropuerto de Las Palmas. Entre los elementos comunes se encuentra que todo el efecto del accidente se ha concentrado en la aerolínea Spanair, que ha sufrido un shock negativo casi idéntico al del aeropuerto de Las Palmas, disminuyendo sus tráficos casi un 30 por ciento. Por tanto los supuestos efectos de descoordinación y reprogramación de vuelos sobre las restantes compañías (ver Kohl et al., 2007 y AhmadBeygi et al., 2008), y que lógicamente se dieron en los días siguientes, son en conjunto despreciables en la evolución de un gran hub como Madrid Barajas, y, por tanto, no son estadísticamente significativos. Además, también se ha dado en Barajas un proceso de sustitución entre los tráficos de la aerolínea Spanair

y las restantes aerolíneas, aunque a diferencia del aeropuerto de Las Palmas, éste no se ha dado de forma rápida sino que se ha ido dando lentamente en los dos años siguientes. Por lo que en dichos dos años el efecto neto sobre el aeropuerto de Madrid sí ha sido significativo, con un shock inicial cercano al 6 por ciento al mes siguiente del accidente, pero que ya era despreciable al final de la muestra, concretamente sólo representaba el 0,57 por ciento en octubre de 2010.

La principal explicación de esta diferencia de comportamiento se debería al mucho mayor grado de sustituibilidad del transporte aéreo en Madrid, sobre todo para vuelos nacionales, frente a la insularidad de Las Palmas. Madrid es el centro de una vasta red nacional de infraestructuras terrestres, tanto de carreteras nacionales, muchas de ellas autopistas gratis, como de la mayor red de trenes de alta velocidad del mundo salvo la de China (ver Bel, 2011, para un análisis completo de las numerosas alternativas al transporte aéreo de que dispone Madrid para el transporte de personas a destinos nacionales). Por tanto, no es de extrañar que se diera un efecto sustitución de los vuelos de Spanair hacia otros medios de transporte, como los descritos tras el 11S (ver Rossiter y Dresner, 2004).

Por otra parte, en la evolución de Spanair en el aeropuerto de Madrid debe haber influido también la nueva estrategia de la compañía, tras el accidente, que ha buscado potenciar su presencia en Barcelona frente al citado aeropuerto.

En cualquier caso, también aquí encontramos que surgieron oportunidades de negocio para las competidoras de Spanair, que han ido poco a poco, cada mes, robándole cuota de mercado por causa del accidente del JKK5022. Estos efectos sustitución hacia otras aerolíneas, rápidos en el caso del aeropuerto de Las Palmas y



más pausados en el caso del aeropuerto de Madrid, suponen oportunidades de negocio real para estas últimas.

En conjunto Spanair ha sufrido una reducción media y permanente en la evolución de sus tráficos del 20 por ciento tras el accidente, porcentaje que se incrementa 10 puntos en los dos aeropuertos estrechamente ligados a la catástrofe.

Estos resultados se unen a la alta semielasticidad con el ciclo económico de la aerolínea Spanair, 0.024, es decir, más del doble de la de los aeropuertos de Madrid o Las Palmas (ver Tabla 1). Por tanto, las épocas de crisis, como la actual, le producen una gran reducción adicional a la del accidente, sobre sus tráficos. Ambas reducciones deben de unirse a la complicada situación de la aerolínea antes del accidente. Concretamente, su propietaria, la aerolínea escandinava SAS, llevaba más de un año intentando venderla y tenía previsto reducir su oferta. Dicha reducción de oferta se inició en el mes del accidente y fue del 4,5%, concentrada en aquellas líneas más deficitarias, por su escaso tráfico, entre las que se encontraban algunas con base en Madrid, pero ninguna de las que tenían su base en Las Palmas. Por tanto, la reducción de pasajeros esperada por la aerolínea era bastante inferior a ese 4,5% y, lógicamente, no justificaría la reducción final del 20% y menos la próxima al 30% en los aeropuertos de Madrid y Las Palmas.

Lo cierto es que desde entonces la situación de la compañía es cada vez más comprometida y ha tenido que cambiar completamente su modelo de negocio. Finalmente, en enero de 2009 SAS vendió el 80,1% por ciento de la compañía a un consorcio público-privado catalán. Se podría decir que esta operación de facto está intentando convertir a Spanair en la aerolínea de bandera de Cataluña. Buscando que juegue un papel similar al de Iberia en el aeropuerto de Madrid y, por tanto, intentando

fomentar el papel de hub transoceánico del aeropuerto de Barcelona. De esta forma, en teoría, potenciar la economía regional y la ciudad de Barcelona como base de multinacionales (ver Bel y Fageda, 2008) y para el turismo de grandes congresos y cruceros. Por ello, no es de extrañar que Spanair cambiará su sede de Palma de Mallorca a Barcelona, pero desde entonces su subsistencia está ligada a frecuentes inyecciones de dinero público, mientras que los objetivos propuestos no acaban de conseguirse.

Además, la aerolínea desde entonces ha desarrollado un marketing más agresivo y costoso para intentar restablecer plenamente la confianza de sus pasajeros. De esta forma, por un lado copia las estrategias de venta directa de las compañías de bajo coste como Ryanair (ver Castillo-Manzano y Lopez-Valpuesta, 2010, para un análisis detallado de estas estrategias) con grandes descuentos, mientras que a la vez ofrece servicios de alta gama incluso sin coste. Por ejemplo, ofreció acceso gratis a la sala vips de la nueva terminal del aeropuerto de Barcelona, durante tres meses, para todos los pasajeros de su programa de fidelización, independientemente de la categoría de su billete.

#### **4. Conclusiones**

Este trabajo analiza los efectos que un gran accidente aéreo tiene sobre las decisiones tomadas por los pasajeros, y las repercusiones que tienen las mismas en la gestión del transporte. En primer lugar se aporta evidencia clara de que sí existe un “Efecto Rainman” estable y duradero en la mente de los pasajeros. De esta forma, en caso de accidentes, que como el actual se deban en la totalidad o en parte a fallos mecánicos y/o humanos, es decir, generalmente evitables, muchos pasajeros penalizaran a largo plazo a la aerolínea implicada. Lo que supone un alto riesgo para aerolíneas de tamaño pequeño o medio como Spanair, que pueden llegar a sufrir reducciones a largo

plazo de un 20 por ciento en la evolución de sus tráfico. Estos efectos se deben, posiblemente, a una percepción generalizada, por las circunstancias expuestas en la introducción, de que la aerolínea podría no haber sido completamente eficiente en su gestión del vuelo siniestrado.

Por tanto, toda mejora en los procesos internos de revisión periódica de los aviones o en los procesos de chequeo previos al despegue, que consiga disminuir la probabilidad de siniestro, o que en caso de que se produzca consiga eximir de responsabilidad en el mismo a la aerolínea, es una estrategia óptima para garantizar su supervivencia a largo plazo.

Tras un accidente similar, la aerolínea puede verse obligada a cambios importantes y costosos en su modelo de negocio, como en el caso descrito de Spanair, para intentar recuperar la plena confianza de sus pasajeros.

Por otra parte, siguiendo el comportamiento del protagonista de la política Raynman, de nuevo vemos que en ausencia de sustitutos factibles al transporte aéreo, como en el aeropuerto de Las Palmas de Gran Canaria y a pesar de la tragedia, los pasajeros siguen volando, eso sí, en otras aerolíneas. Por lo que el efecto neto sobre dicho aeropuerto no es significativo, al menos de forma directa e inmediata. Aunque si existen alternativas al transporte aéreo, como en el caso del aeropuerto de Madrid Barajas para los trayectos nacionales, una parte significativa de sus pasajeros, que operaban con la aerolínea del siniestro, casi un 6 por ciento, buscara temporalmente otras alternativas de transporte terrestre. Aunque volverá gradualmente, concretamente en poco más de 2 años en total, al transporte aéreo. Eso sí, generalmente a otras compañías que no sean la accidentada.

Desde un punto de vista de la gestión aeroportuaria, también es relevante señalar que un gran hub, como es Madrid-Barajas, tiene capacidad suficiente para neutralizar en un breve periodo de tiempo los posibles efectos del siniestro sobre las restantes aerolíneas que operan en el aeropuerto. De forma que el efecto neto sobre las mismas no es significativo.

## **Bibliografía**

- Abdelghany, A. and V.S. Guzhva (2010) 'Analyzing airlines market service using panel data'. *Journal of Air Transport Management*. 16(1). pp. 20-25.
- Abdelghany, K., A. Abdelghany and T. Niznik (2007) 'Managing severe airspace flow programs: The Airlines' side of the problem'. *Journal of Air Transport Management*. 13(6). pp. 329-337.
- AhmadBeygi, S., A. Cohn, Y. Guan and P. Belobaba (2008) 'Analysis of the potential for delay propagation in passenger airline networks'. *Journal of Air Transport Management*. 14(5). pp. 221-236.
- Alderighi, M. and A. Cento (2004) 'European airlines conduct after September 11'. *Journal of Air Transport Management*. 10(2). pp. 97-107.
- Anonimo, 2008-last update, Accidente Spanair Barajas [Homepage of El Pais.com], [Online]. Available: <http://www.youtube.com/watch?v=5X7uKXqiuP4> [12/11, 2010].
- Ashford, R. (1998) 'A Study of Fatal Approach-and-landing Accidents Worldwide, 1980–1996'. *Flight Safety Digest*. 17(2/3). pp. 1-41.
- Bel, G. (2010): 'Infrastructure and nation building: The regulation and financing of network transportation infrastructures in Spain (1720-2010)', Research Institute of Applied Economics, WP 2010/15.
- Bel, G. and X. Fageda (2008) 'Getting There Fast: Globalization, Intercontinental Flights and Location of Headquarters', *Journal of Economic Geography*, 8(4), pp. 471-495.
- Boksberger, P.E., T. Bieger and C. Laesser (2007) 'Multidimensional analysis of perceived risk in commercial air travel'. *Journal of Air Transport Management*. 13(2). pp. 90-96.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C., (1994): *Time series analysis forecasting and control*, 3<sup>rd</sup> edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Button, K. and J. Drexler (2006) 'Are measures of air-misses a useful guide to air transport safety policy?'. *Journal of Air Transport Management*. 12(4). pp. 168-174.
- Chen, C., J. Chen and P. Lin (2009) 'Identification of significant threats and errors affecting aviation safety in Taiwan using the analytical hierarchy process'. *Journal of Air Transport Management*. 15(5). pp. 261-263.

- CIAIAC (2010) Nota de progreso A-032/2008. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento, Madrid.
- CIAIAC (2009) Informe Interino A-032/2008. Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Fomento, Madrid.
- Cook, A., G. Tanner, V. Williams and G. Meise (2009) 'Dynamic cost indexing – Managing airline delay costs'. *Journal of Air Transport Management*. 15(1). pp. 26-35.
- Coy, S. (2005) 'Management of airline arrival performance before and after September 11, 2001 in US domestic markets'. *Journal of Air Transport Management*. 11(4). pp. 219-230.
- Elvik, R. and T. Bjørnskau (2005) 'How accurately does the public perceive differences in transport risks?: An exploratory analysis of scales representing perceived risk'. *Accident Analysis & Prevention*. 37(6). pp. 1005-1011.
- Fischer III, H.W. (2002) 'Terrorism and 11 September 2001: does the “behavioral response to disaster” model fit?'. *Disaster Prevention and Management*. 11(2). pp. 123-127.
- Gigerenzer, G. (2004) 'Dread Risk, September 11, and Fatal Traffic Accidents'. *Psychological Science*. 15. pp. 286-287.
- Giglio, J.M. (2002) 'The Impact of September 11'. *Transportation Quarterly*. 56(4). pp. 19.
- Gillen, D. and A. Lall (2003) 'International transmission of shocks in the airline industry'. *Journal of Air Transport Management*. 9(1). pp. 37-49.
- Goodrich, J.N. (2002) 'September 11, 2001 attack on America: a record of the immediate impacts and reactions in the USA travel and tourism industry'. *Tourism Management*. 23(6). pp. 573-580.
- Graham, A. and N. Dennis (2010) 'The impact of low cost airline operations to Malta'. *Journal of Air Transport Management*. 16(3). pp. 127-136.
- Guzhva, V.S. and N. Pagiavlas (2004) 'US Commercial airline performance after September 11, 2001: decomposing the effect of the terrorist attack from macroeconomic influences'. *Journal of Air Transport Management*. 10(5). pp. 327-332.
- Hätty, H. and S. Hollmeier (2003) 'Airline strategy in the 2001/2002 crisis—the Lufthansa example'. *Journal of Air Transport Management*. 9(1). pp. 51-55.
- Hernández Luis, J.Á. (2002) 'Temporal accessibility in archipelagos: inter-island shipping in the Canary Islands'. *Journal of Transport Geography*. 10(3). pp. 231-239.
- Inglada, V., Rey, B., (2004) 'Spanish air travel and the September 11 terrorist attacks: a note', *Journal of Air Transport Management* 10(6), 441-443.
- Jiménez, C. (2008) 'El Gobierno declara tres días de luto oficial y se suma al funeral de Estado'. *ABC Madrid*. 8/22/2010. pp. 30-30.
- Kohl, N., A. Larsen, J. Larsen, A. Ross and S. Tiourine (2007) 'Airline disruption management—Perspectives, experiences and outlook'. *Journal of Air Transport Management*. 13(3). pp. 149-162.

- Lai, S.L. and W. Lu (2005) 'Impact analysis of September 11 on air travel demand in the USA'. *Journal of Air Transport Management*. 11(6). pp. 455-458.
- Lee, W. (2006) 'Risk assessment modeling in aviation safety management'. *Journal of Air Transport Management*. 12(5). pp. 267-273.
- Lirn, T. and J. Sheu (2009) 'The impacts of an air-crash on students' transportation choice behaviour: An empirical study undertaken in Taiwan'. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 12(5). pp. 404-416.
- Oltedal, S. and T. Rundmo (2007) 'Using cluster analysis to test the cultural theory of risk perception'. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 10(3). pp. 254-262.
- Page, S.J. (2009) *Transport and Tourism: Global Perspectives*. Pearson Education Limited, Harlow.
- Pedregal, D.J., Contreras, J., Sánchez, A., (2010): "ECOTOOL: A general MATLAB Forecasting Toolbox with applications to Electricity Markets". In: Pardalos, P.M., Pereira, M.V.F., Iliadis, N.A., Rebennack, S., Sorokin, A., (Eds). *Handbook of Networks in Power Systems*. Springer Verlag. In press.
- Peña, D., (2001): "Outliers, influential observations and missing data". In: Peña, D., Tiao, G.C., Tsay R.S., (Eds), *A Course in Time Series Analysis*. John Wiley & Sons.
- Rittichainuwat, B.N. and G. Chakraborty (2009) 'Perceived travel risks regarding terrorism and disease: The case of Thailand'. *Tourism Management*. 30(3). pp. 410-418.
- Rossiter, A. and M. Dresner (2004) 'The impact of the September 11th security fee and passenger wait time on traffic diversion and highway fatalities'. *Journal of Air Transport Management*. 10(4). pp. 225-230.
- Siomkos, G.J. (2000) 'Managing airline disasters:: the role of consumer safety perceptions and sense-making'. *Journal of Air Transport Management*. 6(2). pp. 101-108.
- Tsekeris, T. (2009) 'Dynamic analysis of air travel demand in competitive island markets'. *Journal of Air Transport Management*. 15(6). pp. 267-273.
- Warburg, V., T. Gotsæd Hansen, A. Larsen, H. Norman and E. Andersson (2008) 'Dynamic airline scheduling: An analysis of the potentials of reflecting and retiming'. *Journal of Air Transport Management*. 14(4). pp. 163-167.