

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE MODELOS DE PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL TRÁFICO AÉREO DE PASAJEROS EN LA REPÚBLICA DE COLOMBIA BAJO INCERTIDUMBRE

Eduardo Ocampo Ferrer

Administrador de Empresas, candidato a MBA. Docente investigador Ingeniería Industrial
Universidad Autónoma de Colombia. E-mail: eduardo.ocampo@fuac.edu.co

Diana Paola Sandoval Caracas

Ingeniera Industrial, Universidad Autónoma de Colombia
Correo electrónico: diana.5441@hotmail.com

Recibido: 18-03-2013, aceptado: 30-07-2013, versión final: 30-07-2013¹

RESUMEN

El modelo clásico de predicción del tráfico aéreo de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), establece que la cantidad de pasajeros por kilómetro efectuados en cualquier país depende del ingreso medido a través del Producto Interno bruto y de las tarifas por pasajero kilómetro percibido por las aerolíneas, lo cual debería traducirse en una elasticidad ingreso positiva. Sin embargo en la República de Colombia desde el año 2009 la observación empírica muestra que si bien se mantiene la correlación positiva entre PIB y tráfico aéreo, lo mismo no sucede con la relación precio-tráfico aéreo, la cual ha mostrado una correlación negativa, generando una variación en las predicciones realizadas con el modelo de OACI. En este trabajo, resultado del proyecto de investigación en Estructura de la infraestructura logística colombiana, se pretende analizar como bajo condiciones de incertidumbre y teniendo en cuenta otras variables que el modelo original toma como variables de ajuste, se pueden realizar predicciones más cercanas a la realidad del modelo de tráfico aéreo colombiano.

Palabras clave: transporte aéreo, pronósticos de demanda.

ABSTRACT

The classic model of air traffic prediction ICAO (International Civil Aviation Organization), states that the number of passenger-kilometers performed in any country depends on income as measured by gross domestic product and the prices per passenger km perceived by the airlines, which should result in a positive income elasticity. However, in the Republic of Colombia since 2009 empirical observation shows that while maintaining the positive correlation between GDP and air traffic, the

¹ Este artículo corresponde a la presentación de resultados de la investigación Estructura De La Infraestructura Logística Colombiana, de la línea de investigación en Logística, Grupo GIGLO de la Universidad Autónoma de Colombia.

same does not happen with the price - air traffic, which has shown a negative correlation, generating variation in predictions made with ICAO model. In this paper, results of the research project iStructure of the Colombian logistics infrastructure, to analyze and under conditions of uncertainty and taking into account other variables that takes the original model as adjustment variables, predictions can be made closer to the reality of Colombian air traffic model.

Keywords: *air transport demand forecasts.*

1. INTRODUCCIÓN

El modelo de cielos abiertos que ha presentado el transporte aéreo de pasajeros en Colombia desde la primera década del siglo XXI, ha permitido dinamizar el mercado local e internacional al permitir un aumento en el número de pasajeros transportados por kilómetro volado, lo mismo que el índice de ocupación.

En este sentido, el presente artículo pretende analizar los factores que inciden en la decisión de volar o utilizar otro medio de transporte por parte de los colombianos como factor condicionante de la demanda, con el fin de comparar este modelo empírico con el modelo planteado por la OACI, el cual establece que la cantidad de pasajeros por kilómetro efectuados en cualquier país depende del ingreso medido a través del Producto Interno bruto y de las tarifas por pasajero kilómetro percibido por las aerolíneas. En este sentido se plantea primero una revisión documental de esos factores asociados a la demanda de transporte aéreo, hasta llegar a un apartado donde se plantean diversos modelos de pronóstico, en el cual se incluye la discusión de la incertidumbre en estas predicciones, incluyendo el modelo de la OACI.

2. FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS

La literatura analizada muestra como existen diversos factores que con carácter general determinan el crecimiento o disminución de la demanda de transporte aéreo de pasajeros en una región en particular. Es así como Benítez (2000), plantea tres categorías en donde agrupa estos

factores: una categoría de factores económicos, otra de factores estructurales y una tercera de calidad de los servicios.

2.1. Factores económicos

Benítez (2000), indica en su revisión como existe una elasticidad relativamente más elevada de la demanda de transporte aéreo respecto al Producto Nacional Bruto (PNB) que en relación con los precios.

Sin embargo, en el mismo artículo Benítez plantea las diferencias que se presentan en la elasticidad frente a la renta y el precio cuando se habla de viajes de negocio o cuando se habla de viajes de turismo.

2.1.1. Ingreso

Existe una estrecha relación entre la evolución de la producción y la demanda de transporte aéreo. A medida que crece el nivel de actividad económica aumenta la demanda de viajes de negocios y por medio del crecimiento de la renta personal también crece la demanda de viajes para hacer turismo (el cual se estanca a partir de un determinado nivel de ingreso por persona).

2.1.2. Precios

La segmentación del mercado es una práctica real y necesaria para las compañías aéreas, con el fin de maximizar su ingreso.

La literatura es amplia en demostrar la baja sensibilidad de los viajes de negocios a las variaciones en las tarifas, frente a las variaciones y sus consecuencias en los viajes de placer, lo

cual redundando en las estructuras tarifarias de las aerolíneas. En ese sentido se construyen diversas canastas tarifarias donde se introducen restricciones particularmente de costos asociados a cambios, cancelaciones, penalidades, etc. con el fin de que viajeros de negocios que estarían dispuestos a pagar más, se beneficien de una tarifa mas baja.

Por otro lado, la llegada nuevos competidores a los mercados, en particular las denominadas *low cost*, han permitido la ampliación en el rango de posibilidades tarifarias, beneficiando particularmente a los viajeros de turismo, el cual compensa las limitaciones propias de este tipo de viajes con una tarifa lo suficientemente atractiva. Como indica Benítez (2000), una parte substancial del incremento del tráfico aéreo de pasajeros se debe principalmente a la disminución de las tarifas, asociadas tanto a la llegada de competencia en las rutas como a los ahorros generados en la aplicación de técnicas de programación como la *hub and spoke*.

Este factor económico, daría el espacio al menos de forma teórica para definir la posibilidad de crecimiento de la demanda de transporte aéreo, en la medida que por ejemplo una cuarta parte de los estadounidenses, la mitad de los británicos y de los colombianos, nunca han viajado en avión (Air transport Association, 1993; Hanlon, 1996, Semana, 2011).

2.2. Factores estructurales

2.2.1. Población

La literatura analizada muestra como tanto el tamaño como la estructura misma de la población influyen en la demanda de transporte. La edad de la población, la composición de las familias, el nivel educativo de la población en general y las percepciones frente a los destinos de vacaciones y su duración en si misma son factores que afectan la demanda.

Algunos analistas indican como debe acotarse el análisis poblacional al número de pasajeros que viajan por el aeropuerto analizado, sin embargo este análisis debe tener en cuenta cuando la ciudad corresponde a una tipología *hub* o a una tipología *spoke*, o cuando se plantea el inicio de una nueva ruta desde esa ciudad.

2.2.2. Distancia

Se puede considerar obvio que a medida que aumenta la distancia geográfica o se dificulta el acceso, crece la propensión a viajar en avión, por lo que en nuestro continente, la competencia en viajes de media y largas distancias sea casi inexistentes, generando dificultades para la integración económica y cultural. Acá se genera una paradoja, puesto que como indican Russon y Hollingshead (1989), reseñado por Benítez, la distancia física entre diversas regiones conlleva a un menor grado de integración económica y social y por ende a una menor necesidad de comunicación. Es decir, si bien a nivel político se plantea la necesidad de la integración entre nuestras naciones y en el caso particular de los países de sus regiones, la realidad implica una situación muy diferente, puesto que esas mismas regiones (y países), no sienten la necesidad de integrarse económica y socialmente, disminuyendo la necesidad de medios de comunicación efectivos.

2.2.3. Competencia y alternancia

El análisis de los medios de transporte alternativos al aéreo varía según el territorio donde se plantee la indagación. Mientras en Estados Unidos, la dispersión geográfica ha significado la construcción de una larga y bien mantenida red de carreteras y vías férreas; Europa plantea interrogantes al encontrarse que la cercanía de los aeropuertos y las ciudades que sirven, plantea una competencia cercana a medios terrestres (tren, autobús, etc), lo cual se agrava con la progresiva extensión de las líneas de alta velocidad.

Para el caso latinoamericano, aunque los centros urbanos se encuentran relativamente alejados unos de otros, agravado esto por el relieve y los territorios protegidos que cruzan los países, lo cual aumenta las distancias relativas y los tiempos de desplazamiento, se ha dado prelación para la movilidad al transporte terrestre colectivo (autobús, tren), en detrimento del transporte aéreo, debido al diferencial de costos entre un medio y otro, que puede llegar a doblar y/o triplicar entre uno y otro.

2.2.4. Sistema *hub and spoke*

Con los procesos de desregulación que se han presentado en el sector aéreo desde la década del setenta a nivel mundial, (Rey, 2003; Benítez, 2000) las aerolíneas han respondido a las nuevas exigencias, las cuales han afectado las tarifas y la estructura misma del mercado. En este último sentido, se ha visto como se ha pasado de un mercado donde los viajes directos entre dos ciudades han sido desplazados por procesos de concentración de pasajeros en ciudades y aeropuertos específicos (*hub*) con el fin luego de distribuirlos a sus destinos, creando una serie de sistemas radiales, que benefician a las empresas por las economías de densidad, el mayor tamaño de equipos a utilizar y la posibilidad de aumentar el número de frecuencias entre los puntos *spoke* y los *hub* (Agostini, s.f.). Sin embargo, la literatura plantea la necesidad de valorar hasta qué punto la demanda se ve afectada por la exigencia de hacer escala (Benítez, 2000). Se ha observado como estos mayores tiempos de espera en los aeropuertos y los mayores desplazamientos, en el caso europeo han afectado negativamente la demanda (Button, Haynes y Stough, 1998) de algunos destinos.

2.3. Factores relacionados con la calidad de los servicios

Son varios los índices que ayudan a definir la calidad en el servicio de transporte aéreo de pasajeros. El primero es el relacionado con el

número de frecuencias que se encuentran entre dos puntos geográficos, dado el menor tiempo de espera por parte del usuario final.

Por otro lado, la demanda tiene un menor nivel de sensibilidad a otro indicador de calidad en el servicio, el tamaño del avión que opera una ruta (Ghobrial, 1993) reseñado por Benítez, lo cual se convierte en parte de la estrategia de las aerolíneas para enfrentar la llegada de competidores a una ruta.

El tercer índice de calidad en el servicio es el relacionado con los programas de viajero frecuente. Estos programas fueron diseñados originalmente para sesgar la decisión de compra (Agostini, s.f.), particularmente del viajero de negocios cuyo boleto es pagado por la empresa donde trabaja pero que disfruta posteriormente de las millas acumuladas de forma personal. En ese sentido, la demanda puede verse influenciada por el "switching cost" (costo de transferencia) creado por las aerolíneas, dada la ineficiencia que se genera en las decisiones de compra de los agentes influenciadas por estos programas.

3. MODELOS DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA

Poder cuantificar la demanda de servicios de transporte aéreo en una determinada región tiene un número amplio de utilidades y consumidores. Las aerolíneas necesitan de estos pronósticos para conformar su táctica frente al mercado, definiendo las nuevas rutas y/o frecuencias desde el punto de vista misional y todos aquellos procesos relacionados en esta actividad. Paralelo las administraciones locales están interesadas en estos datos para poder definir en el caso latinoamericano las inversiones en infraestructura que se deben realizar.

En este contexto debe recalarse que ninguno de los métodos de pronóstico utilizados en la

actualidad es totalmente confiable y certero, por lo cual debería tenerse en cuenta las siguientes condiciones para su utilización:

1. Los problemas generados por las bases de datos incompletas o cortas en el tiempo
2. Los errores de modelación
3. La subjetividad del análisis

3.1. Extrapolación

En este caso particular, se asume de forma clásica que las condiciones del mercado aéreo no van a cambiar, por lo que el tratamiento de la información es muy sencillo y se apliquen series temporales donde la variable dependiente es el tiempo.

La demanda de tráfico aéreo (D) es explicada por el paso del tiempo (t): $D = f(t)$. La función lineal en el caso de considerar que va a progresar aritméticamente sería:

$$D = a + bt \quad (1)$$

En el caso que se considere que va a progresar exponencialmente sería:

$$D = (a + b)^t \quad (2)$$

En este caso, se asume que todos los factores anunciados anteriormente se incorporan a la variable t , lo cual no es consistente teórica ni prácticamente, lo cual le hace perder eficiencia en la predictibilidad con el paso del tiempo.

3.2. Métodos cualitativos

Conjunto al tratamiento de series temporales, se ha comenzado a utilizar para el refinamiento del análisis, algunos métodos que si bien son subjetivos, permiten mejorar la eficiencia de los pronósticos basados en las series de tiempo, como es el caso de la utilización de *opiniones*

de expertos por medio del *método Delphi*, el cual mediante sucesivas iteraciones en las consultas busca encontrar consensos alrededor del tema indagado ante el panel de expertos.

Otro método cualitativo que permite hacer pronósticos de demanda y que utilizan mayoritariamente las empresas aéreas es la investigación de mercados. En ella se busca la percepción de los consumidores acerca de determinados servicios aéreos mediante la realización de encuestas y otros métodos de captura de información, lo cual es complementado con información de productos y servicios complementarios que permiten construir una canasta de bienes lo suficientemente atractivos, particularmente para nuevos destinos.

3.3. Modelos causales

Este método permite la utilización de *modelos de regresión* en los que se hace depender la demanda de transporte de un conjunto de variables X_1 , correspondientes a las variables ya analizadas, normalmente en un modelo de forma logarítmica:

$$D = a + b \log X_1 + c \log X_2 + \dots + n \log X_n \quad (3)$$

Donde los parámetros b, c, \dots, n representan las elasticidades de cada parámetro X_n respecto a D .

El principal problema de este sistema ecuacional está relacionado con la dificultad de plantear la evolución futura de las X_1 , muchas de las cuales o no son controlables o no se cuenta con la suficiente información para construir el modelo.

4. LA INCERTIDUMBRE ASOCIADA A LA DEMANDA

La literatura reciente con relación a los estudios de demanda de transporte ha centrado su análisis en los determinantes de esa demanda, y en alguna medida en los modelos emplea-

dos al respecto, pero la literatura referente al análisis del error en las estimaciones de esos pronósticos son relativamente escasos. En todo caso el análisis de estos artículos ha gravitado en dos corrientes: la medición del nivel de error de las predicciones y, la cuantificación de la incertidumbre asociada a las variables explicativas y al propio modelo (González-Savignat, 2009), para nuestro caso nos centraremos en lo segundo.

4.1. Incertidumbre en las predicciones

Asumiendo para este caso la existencia de errores significativos en la predicción de demanda, podemos analizar las causas de estos. Para González-Savignat, los errores se deben a la incertidumbre acerca de las variables explicativas de la demanda por un lado y, a la incertidumbre asociada al modelo estimado. En el primer caso el método más usual para cuantificar este tipo de incertidumbre es una simulación de Monte-carlo.

En el segundo caso, la incertidumbre está asociada a la especificación de la ecuación, a variables omitidas en la misma, supuestos inadecuados sobre la forma funcional y sobre la distribución estadística de los componentes aleatorios y, por último al error debido al uso de parámetros estimados en vez de valores reales (González-Savignat, 2009), dando como resultado que la incertidumbre derivada de los parámetros es menor a la generada por los inputs.

5. EL MODELO DE PRONÓSTICO DE LA OACI

La OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), tiene como estándar de pronóstico de la demanda de tráfico aéreo de pasajeros, un modelo soportado en dos variables principales: el ingreso de las personas, valorado por medio del Producto interno bruto (PIB) per cápita y, los precios de los tiquetes valorados como el ingreso

por pasajero kilómetro percibido por las aerolíneas (Yield). Entonces el modelo básico sería:

$$D = f(\text{PIB}, \text{Yield}) \quad (4)$$

Devis (2010), ha aplicado este modelo al tráfico colombiano, encontrando que efectivamente durante 38 años, la elasticidad ingreso de la demanda es positiva, de decir, la relación entre PIB y tráfico aéreo es positiva, permitiendo dar cuenta del comportamiento del mercado, sin embargo ese mismo modelo, no ha permitido validar la relación existente de la variable precio con la demanda de transporte aéreo, tomando como base los datos consolidados anuales.

En este modelo básico no se tiene en cuenta cómo podemos ver, los otros factores que intervienen en la generación de demanda de tráfico aéreo y que fueron presentados en este documento.

Para Devis, esto se explica en una particularidad de la situación colombiana y es la falta de recursos económicos de los colombianos, lo cual había convertido el viajar en avión en un producto suntuario, al cual muy pocos podían acceder, dejando la demanda en manos más que de los viajeros por turismo, en manos de los viajeros por negocios, que como hemos analizado tienen una mayor inelasticidad a la tarifa.

6. OTRA APROXIMACIÓN AL CASO COLOMBIANO

Como podemos ver, el modelo de la OACI, aunque práctico no ha sido lo suficientemente eficiente para permitir hacer pronósticos de la demanda de transporte aéreo en Colombia, particularmente por dos problemas, que se corresponden a los problemas evidenciados a nivel internacional: la dificultad de contar con datos confiables para la construcción del modelo y, dos la falta de uso de factores importantes en la determinación de la demanda de transporte aéreo.

CONCLUSIÓN

En este sentido se propone para mejorar la confiabilidad del modelo la utilización de los datos trimestrales del PIB que se encuentran disponibles desde el año 2007, año en el cual cambio la metodología de medición en Colombia, para así aumentar la muestra a utilizar.

En el segundo caso se propone una forma alternativa del modelo, que incluye la uti-

lización de otros de los factores evidenciados que cuentan con datos confiables como lo son el nivel de población y el nivel de alternancia, que corresponderían empíricamente a las condiciones propias del mercado colombiano.

Lo cual implica que el modelo tomaría la siguiente forma general:

$$D = f(PIB, pob, alt) \quad (5)$$

REFERENCIAS

- Agostini, C. (2005). *El Mercado de Transporte Aéreo: Lecciones para Chile de una Revisión de la Literatura*. Universidad Alberto Hurtado, Chile, Departamento de Economía y Administración.
- Air transport Association, (1993): *Annual report of the US sheduled Airline Industry*, Washington D.C.
- Benítez Rochel, J. J. (2000). *Factores determinantes de la demanda de transporte aéreo y modelos de previsión*. Boletín económico de ICE, Información Comercial Española, (2652), 41-48.
- Button, K., Haynes, K., & Stough, R. (1998). *Flying into the future: air transport policy in the European Union*. Edward Elgar Publishing.
- Devis, D. (2010). *El comportamiento aéreo colombiano de espaldas a los pronósticos de la industria*, ATAC, recuperado de
- Hanlon, J. P. (2007). *Global airlines: competition in a transnational industry*. Routledge.
- Ghobrial, A. A. (1993). *a model to estimate the demand between us and foreign gateways*. *International Journal of Transport Economics= Rivista Internazionale de Economia dei Trasporti*.
- González-Savignat, M., Matas, A., Raymond, J. L., & Ruíz, A. (2009). *Predicción de demanda: análisis de la incertidumbre y modelos de predicción en España*. Documento de trabajo. CEDEX. Ministerio de Fomento. Accesible en www.Evaluaciondeproyectos.es.

Rey Legidos, C. (2003). *Estructura del mercado y eficiencia empresarial en el transporte aéreo*. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía, (808), 189-200.

Russon, M., & Hollingshead, C. A. (1989). Aircraft size as a quality of service variable in a short-haul market. *International Journal of Transport Economics*, 16 (3), 297-311.

Semana, (2011). El 82% de los colombianos nunca ha salido del país. Revista Semana, Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/el-82-colombianos-nunca-ha-salido-del-pais/245830-3>, en Junio de 2012

