

INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA UNA APLICACION DEL ANALISIS DE COSTO—BENEFICIO

ALieto GUADAGNI* y EUGENIO NEGRE**

I. *Introducción*

El previsto crecimiento del transporte aéreo genera un permanente incremento cuantitativo de la demanda por infraestructura aeroportuaria. Por su parte, el rápido cambio tecnológico en la industria aeronáutica y los mayores standards de seguridad también refuerzan esta tendencia en términos de mayores requerimientos cualitativos. Por estas razones, las inversiones orientadas hacia este modo particular de transporte irán creciendo en las próximas décadas.

Esto plantea la necesidad metodológica de diseñar instrumentos analíticos que permitan optimizar la programación de estas inversiones. Esta optimización es esencial para prioritar adecuadamente las exigencias del desarrollo de la infraestructura aeroportuaria, de una manera consistente con el resto de los programas de inversiones en el sector transporte. Todas las inversiones nacionales, ya sea en el sector transporte o fuera del mismo, compiten por limitados recursos de capital y por lo tanto han de estar sujetos a un estricto análisis de costo—beneficio.

El objetivo de este trabajo es presentar un análisis del problema tarifario de los servicios aeroportuarios que sea apto para optimizar las inversiones en expansión de capacidad. La decisión de cuando expandir un aeropuerto puede ser tan crucial como el tan discutido problema de su localización. Si bien la importancia económica de ambas decisiones puede ser equivalente, se requiere mucho menos información y esfuerzo para determinar el momento óptimo de habilitación, que para decidir la compleja cuestión de la localización. El argumento central de este trabajo explicita y enfatiza la íntima relación existente entre el régimen tarifario por los servicios aeroportuarios y la fecha óptima de construcción de capacidad adicional.

II. *Relaciones básicas entre costos y precios de servicios aeroportuarios*

Los criterios en los que se basan los regímenes de precios vigentes para los servicios públicos son, en la gran mayoría de los casos, exclusi-

* Profesor de Economía de la Universidad Católica Argentina. Investigador Invitado del Instituto Torcuato Di Tella.

** Licenciado en Economía. Funcionario de la Sindicatura General de Empresas del Estado.

vamente financieros, tendientes a que los ingresos por ellos obtenidos cubran los costos histórico-contables de las operaciones, además de una rentabilidad. A este principio no escapan los servicios aeroportuarios ya que, según la misma Organización de Aviación Civil Internacional, las tasas deben satisfacer estos requisitos. De esta manera, como se demostrará en este trabajo, no siempre se cumplen con los objetivos económicos, que equilibran los requerimientos de expansión con los criterios de eficiencia en la asignación de recursos, ni con los redistributivos del ingreso, destinados a satisfacer exigencias de equidad inherentes a toda política económica de la que son instrumento los servicios públicos.

El problema adquiere particular relevancia cuando se analiza la expansión de dichos servicios. Existe una estrecha relación entre los precios y tarifas y la evaluación social de los proyectos de inversión que surge de las condiciones que definen la utilización óptima de las instalaciones y la capacidad óptima de las mismas. El principio básico aplicable, deducido del concepto de eficiencia económica, se expresa mediante la siguiente regla dual:

- a) "El precio debe ser igual al costo marginal social de corto plazo". De esta manera, el precio se convierte en el instrumento que permite la mayor utilización cuando hay capacidad ociosa, o en el elemento que raciona esa utilización si hay saturación.
- b) "La capacidad existente debe expandirse únicamente si el precio vigente es a lo menos igual al costo marginal social de largo plazo". Se obtiene así el tamaño óptimo que sirve de satisfacer la demanda cuyo valor es exactamente igual al costo marginal social, eliminando posibilidades de una subutilización o ineficiente congestión de las futuras instalaciones.

En el caso extremo que la demanda sea inelástica, dichos principios pierden relevancia, por cuanto la tarificación no puede afectar la capacidad requerida para el proyecto. Sin embargo no se puede suponer que la demanda de los servicios públicos tenga esta característica, práctica ésta generalmente seguida en la evaluación de este tipo de proyectos. Es necesario conocer las condiciones en que se desenvuelve el uso de las instalaciones en relación a la elasticidad-precio de la demanda por la doble relación que tiene ésta con las otras variables intervinientes: en cuanto a que ella depende de los precios que se apliquen y en cuanto ella determina la capacidad requerida a las instalaciones. Todos estos principios son también aplicables al caso de las demandas fluctuantes, en las cuales la capacidad se relaciona con los picos de demanda. Esta es la situación típicamente impecante en los servicios aeroportuarios.

Una de las características más importantes de los aeropuertos es la existencia de costos contables unitarios decrecientes hasta que se satura la capacidad considerando como producto la cantidad de operaciones realizadas. En el largo plazo esta situación se repite por el avance tecnológico que incorpora esquemas operativos automatizados. Si estas economías de escala son importantes, existirán diferencias muy grandes entre los costos contables y el régimen de tasas que refleje los costos marginales de corto plazo, a lo menos mientras no aparezcan fuertes demoras por congestión. Sin embargo, pretender cubrir totalmente los costos contables significará establecer tasas mucho más altas que el costo marginal obteniéndose así una situación que desalienta el consumo del servicio y la producción sería socialmente insuficiente. La solución tradicionalmente aplicada suele otorgar subsidios mientras perduran estas discrepancias entre los costos marginales y los costos unitarios contables. Existe un conflicto potencial entre las pretensiones de cubrir totalmente los costos contables del servicio y la eficiencia en la utilización de la capacidad, cuando existen importantes economías de escala. Los efectos nocivos de este conflicto deben ser minimizados. La restricción financiera, que exige la cobertura total de los costos contables, puede ser muy útil en la medida en que limite su nivel. Lo que se requiere entonces es diseñar una estructura tarifaria que, cumpliendo con las exigencias de la restricción financiera, sea también compatible con los objetivos de eficiencia y equidad enunciados.

Un instrumento útil en el caso de los servicios públicos como el aeroportuario es el de discriminación de tarifas. La misma permitiría:

1. el mejor aprovechamiento de la capacidad instalada
2. aprovechamiento de las ventajas de las economías de escala
3. satisfacción de una mayor cantidad de usuarios
4. cumplir con la restricción financiera.

En la Argentina se ha desarrollado una interesante metodología,¹ orientada hacia la obtención de una "Tarifa económica de equilibrio", cuyo aporte principal ha sido la elaboración de un modelo de simulación funcional asociado con los costos de reposición de los activos contables y los costos operativos. Su gran utilidad a los fines centrales en este trabajo reside en su aptitud para cuantificar los costos marginales de corto plazo. En los próximos capítulos desarrollaremos la metodología de análisis requerida para obtener una estructura tarifaria que permita optimizar las inversiones en expansión de capacidad aeroportuaria.

1 DEPETRIS, A., *Los aspectos económicos de los aeropuertos y servicios de navegación aérea en ruta y su influencia en la economía del transporte aéreo*, Apuntes del curso de Economía del Transporte Aéreo (EACT), Buenos Aires, 1975.

III. ANALISIS COMPARATIVO DE REGIMENES TARIFARIOS AEROPORTUARIOS

III.a. La Reforma Tarifaria de la British Airports Authority

Ante la situación de operar dos aeropuertos con frecuentes y regulares períodos de congestión (“Heathrow” y “Gatwick”, en Londres) y tener que cumplir con los objetivos de política económica aplicables al sector público al que pertenece, la British Airports Authority encarró en 1972 la estructuración de un régimen tarifario capaz de resolver dos problemas fundamentales:

- a) Obtener una óptima utilización de la capacidad
- b) Permitir la mejor elección posible de proyectos y su período de realización.

El fundamento metodológico del nuevo régimen es que las tarifas deben responder a la relación entre oferta y demanda (capacidad operativa) en cada momento, eliminando las demoras por congestión o las medidas arbitrarias para solucionar esta última. La nueva inversión deberá realizarse, entonces, cuando el valor de la demanda “eliminada” por las altas tarifas de esos períodos sea igual o menor al costo descontado de ampliar las instalaciones. Este punto se ilustrará en el Capítulo VI.

El nuevo régimen debía ser simple, al menos inicialmente. De esta manera se tuvieron en cuenta exclusivamente las operaciones de aterrizaje y despegue e inclusive se eliminaron ciertas variables, como ser aquellas relacionadas con el tiempo requerido en cada operación o las necesidades de pista de cada tipo de aeronave.

Se eligió una sobretasa pico única para los períodos en que se producía congestión. Su valor, de 20 Libras, se fijó en forma arbitraria a la espera de la reacción que los usuarios tuvieran. Su vigencia se limitaba a los 150 días del verano para cada aterrizaje o despegue, únicamente en el horario comprendido entre las 9.00 y 17.59 horas.

Por el otro lado se estableció una tasa mínima de 5 Libras destinada a que los movimientos de todas las aeronaves, incluyendo las más pequeñas, cubrieran los costos marginales de corto plazo. Ver el Cuadro N° 1.

Las innovaciones introducidas al régimen tarifario standard tuvieron como objetivo central adaptarlo más a la capacidad de pago que cada vuelo posee, tratando de usar como medida los ingresos que haya generado, o sea los pasajes vendidos a personas por él transportadas del o hacia el aeropuerto.

Los cargos por aeronave y pasajero quedaron condicionados a los

puntos de inicio o de destino final del vuelo en cuestión, siendo los más altos los de vuelos intercontinentales y los menores los correspondientes a vuelos de cabotaje. Esta discriminación tarifaria se explica por la gran discrepancia existente entre la elasticidad-precio de la demanda por transporte y por servicio aeroportuario de dichos tipos de vuelos.

COMPARACION DE LOS SISTEMAS DE TASAS APLICADOS ANTES Y DESPUES
DEL 2.IV.1972 POR LA BRITISH AIRPORTS AUTHORITY

	SISTEMA ANTERIOR (1)		SISTEMA NUEVO POR AERONAVE			POR TRANSPORTE	
	Unidad	Monto	Unidad	Monto		Unidad	Monto
				Hasta 45 T	Más de 45 T		
Vuelos de cabotaje	peniques p/1000						
	Libras de peso (2)	—	peniques p/tn (2)	30	35	p/pasajero	20
Cortos	” ” ” (2)	36	” ” (2)	—	—	” ”	—
Largos	” ” ” (2)	45	” ” (2)	—	—	” ”	—
Vuelos europeos	” ” ” (2)	50	” ” (2)	55	65	” ”	40
Vuelos intercontinentales	” ” ” (2)	81	” ” (2)	110	130	” ”	80
Sobre tasa pico		—	Libras p/mov.	20	20		—
Tasa mínima		—	” ”	5	5		—

(1) Valores aproximados.

(2) Peso máximo de despegue de la aeronave.

III.b. Régimen Tarifario del Sistema Aeroportuario de Nueva York

Hacia fines de la década del 60 el Aeropuerto Internacional Kennedy de Nueva York mostraba una gran congestión, particularmente en horas de la tarde cuando aterrizaban la mayoría de los vuelos transatlánticos. La demora típica durante esas horas punta y bajo condiciones de vuelo instrumental, era de 1 hora para aterrizajes y de 25 minutos para los despegues. Ambas demoras eran excesivas, ya que el nivel aceptado de demora promedio es de 4 minutos por movimiento durante las 30 horas anuales de máxima punta.² De los dos aeropuertos restantes del sistema aeroportuario de Nueva York, La Guardia y Newark, únicamente el primero también registraba congestión.

Una de las medidas adoptadas por la Autoridad del Puerto de Nueva York para afrontar este problema de congestión fue encarar una revisión del régimen tarifario aplicable a los aterrizajes y despegues. Hacia julio de 1968 las tarifas cobradas en el Sistema de Aeropuertos de Nueva York eran las siguientes:

Cuadro Nº 2

**TARIFAS POR UTILIZACION DE PISTAS
DEL SISTEMA AEROPORTUARIO DE NUEVA YORK**

Al día 31 de julio de 1968

Cargo por despegue y aterrizaje para los siguientes aviones:	KENNEDY u \$s	LA GUARDIA u \$s	NEWARK u \$s
707, serie 300	78	(. .)	135
727, serie 100	38	142	61
DC-9, serie 10	21	85	33
FH-227	10	45	17
DC-3	9	24	10
Lear Jet (Modelo 25)	5	14	6
Aero Commander (500 V)	5	6	5
Cessna 172	5	5	5

(. .) No aplicable.

2 Esta es la definición operativa estricta de congestión.

La característica más importante de este cuadro tarifario se refiere al cargo por aterrizaje y despegue. Los mismos están básicamente determinados por el peso del avión, según una tasa proporcional por libras de peso bruto. No existe variación por distancia recorrida o por la naturaleza internacional o doméstica del vuelo. Desde un punto de vista conceptual el precedente cuadro ilustra claramente la aplicación de dos principios de larga tradición (aunque de dudosa validez económica) en la tarifación de aeropuertos, a saber: a) el principio de "recupero integral de los costos históricos". Como los costos históricos de capital sin depreciar, eran muy superiores en La Guardia que en Kennedy por la entonces reciente remodelación de pistas, la mayor tarifa comparativa reflejaba la pretensión de cubrir dichos costos. Obviamente, esta estructura tenía un efecto perverso sobre la congestión, que era superior en Kennedy que en La Guardia. b) La discriminación de precios basada en el principio de "lo que la demanda pueda pagar". Este enfoque puede ser válido en condiciones de exceso de capacidad, pero pierde sentido en situaciones de máxima demanda por utilización de la capacidad instalada. Una pequeña avioneta en una pista congestionada ocupa tanta pista y espacio aéreo como un B-747. En las horas de máxima utilización de la capacidad de un aeropuerto este tipo de discriminación tarifaria carece de fundamento.

En agosto de 1968 la Autoridad del Puerto de Nueva York decidió modificar esta estructura tarifaria introduciendo algunos elementales criterios de eficiencia en la utilización de la capacidad aeroportuaria. El cargo mínimo por aterrizaje durante horas de punta fue elevado de u\$s 5 a u\$s 25 (las horas de punta eran 8 a 10, lunes a viernes y 15 a 20 todos los días). El impacto más importante fue sufrido por los vuelos generales que vieron así quintuplicados su tarifa. La reacción fue inmediata: el tráfico general disminuyó en alrededor del 50 por ciento en las horas de máxima demanda. Teniendo en cuenta que este tipo particular de tráfico representaba alrededor del 15 por ciento de la cantidad total de operaciones, esta modificación tarifaria significó un incremento del 7,5 por ciento de la capacidad efectiva del sistema aeroportuario de Nueva York.

La elasticidad-precio implícita en esta reacción de la demanda por vuelos generales es $-0,125$, la cual es una magnitud apreciable. Como la demanda por uso del aeropuerto es una demanda derivada, su elasticidad-precio responde a la fórmula:

$$E_A = x E_{TA}$$

Donde: E_A = elasticidad-precio de la demanda por uso del aeropuerto.

- x = cociente entre los costos de aterrizaje (o despegue) y los costos totales del viaje aéreo.
- E_{TA} = elasticidad—precio de la demanda por transporte aéreo.

Estos valores típicamente varían, para el caso de la aviación comercial, entre -1 y -2 para E_{TA} y de 2 a 10 por ciento para x . En estos casos los valores E_A oscilan entre $-0,02$ y $-0,10$. Los menores valores corresponden a vuelos de larga distancia, mientras que los mayores reflejan la situación imperante en los vuelos comerciales secundarios.

El beneficio en términos de asignación de recursos producido por esta reforma tarifaria fue considerable, ya que el costo marginal social de congestión en el Aeropuerto Kennedy fue estimado en u\$s 1.000 por movimiento, durante la hora crítica 16.00 a 16.59 en el año 1968. Teniendo en cuenta esta magnitud, existieron propuestas para elevar el cargo mínimo por operación a por lo menos u\$s 100, lo cual hubiera sido suficiente para eliminar totalmente la aviación general de las horas punta; con esta medida las demoras promedio en dichos períodos y bajo condiciones de vuelo instrumental se habrían reducido a apenas 10 minutos.³ Estimaciones similares, en lo referente al valor monetario del costo marginal social de congestión fueron realizadas para el Aeropuerto La Guardia, en el cual el tráfico general en punta se redujo un 57 % por la comentada reforma tarifaria.⁴

Si se tiene en cuenta que hasta agosto de 1968 la aviación general apenas abonaba u\$s 5 por operación, se puede apreciar lo irracional de esa estructura tarifaria. Como la reforma puso en evidencia, muchas de las operaciones realizadas en horas de punta tenían precios de demanda que ni siquiera llegaban al 2,5 por ciento del costo de congestión impuestos al resto de los usuarios del aeropuerto.

III.c. Régimen Argentino de Tasas por Servicios Aeronáuticos

(Ley Nº 13.041 y Decreto Nº 1674/76 y sus modificaciones posteriores)

Se analizarán en este capítulo las características del Régimen Argentino de tasas aeroportuarias exclusivamente, o sea aquellas relacionadas a las operaciones de aterrizaje y despegue de las aeronaves y a sus necesidades de estacionamiento por cuanto son éstas las que deter-

3 Ver: WALTERS, A.A., "Investment in Airports and the economist's role", en *Cost-Benefit and Cost-Effectiveness*, editado por J.N. Wolfe, Allen and Unwin Ltd., London, 1973.

4 Ver: CARLIN A. and PARK, R.E., "Marginal Cost Pricing of Airport Runway Capacity", *The American Economic Review*, June 1970.

minan las inversiones en infraestructura aeroportuaria. Únicamente se tendrá en cuenta el régimen correspondiente a la primera categoría de aeropuertos, dentro de los cuales se ubica el Jorge Newbery.

En primer lugar, se observa que existen tasas uniformes para aeropuertos que soportan niveles operativos muy distintos. No está claro entonces que correspondencia existe entre tarifas y costos.

Existen tasas aplicables al aterrizaje de la aeronave, las cuales incluyen el posterior despegue y tres horas de estadía; rigen tasas adicionales cuando el estacionamiento excede de ese período. La unidad de medida es la tonelada que conforma el peso máximo de despegue autorizado por el certificado de aeronavegabilidad. En todos los casos se discriminan los servicios según sean internacionales o de cabotaje.

Las tasas por aterrizaje son aplicadas a cuatro categorías de aeronaves (hasta 30 toneladas, entre 31 y 80, entre 81 y 170 y más de 170) existiendo una tasa mínima que para el caso de vuelos intercontinentales equivale a una aeronave de 4 toneladas y para cabotaje 4,76. Existe, además, un recargo del 30 0/0 para operaciones nocturnas. La razonabilidad de este recargo depende de la inexistencia de congestión durante las horas del día. Caso contrario no guardaría relación con los costos marginales relevantes.

Por otro lado, se consideran sobretasas por congestión aeroportuaria, aunque aún no han sido aplicadas. Estas discriminarían a los usuarios según sean operadores comerciales regulares o no, las sobretasas no regulares están previstas para el caso de vuelos internacionales, un 200 0/0 mayores a las comerciales regulares. Para los vuelos de cabotaje este diferencial treparía a un 900 0/0.

Las tasas por estacionamiento se aplican a aeronaves a cuyos propietarios no se les ha asignado un hangar o si no se encuentran en él. Discriminan las aeronaves en tres grupos (hasta 80 toneladas, entre 81 y 170 y más de 170) existiendo tasas mínimas y sobretasas, estas últimas aplicables a aeronaves ubicadas en zonas de embarque que hayan recibido la orden de abandonarla.

El fundamento implícito del sistema vigente, desde el momento que sus tasas son iguales para todos los aeródromos de una misma categoría, y estos se definen por el tipo de aeronave cuyas operaciones permite la infraestructura aeroportuaria, sería el deseo de afectar a cada aeronave una parte del costo del sistema aeroportuario en su totalidad, según sea su capacidad de pago (esta medida por su peso de despegue) y según el tipo de instalaciones que utilice. Ello supone una rigidez de demanda por cuanto se considera que tarifas menores donde existe una gran capacidad ociosa no generaría un aumento en los movimientos.

Por otro lado, existen sobretasas potenciales por congestión que

pueden llegar a ser aplicadas bajo el supuesto que esa demanda se desplazaría hacia períodos de menor cantidad de movimiento. En este caso se reconocería la existencia de elasticidad—precio cruzada de la demanda.

Desde el mero punto de vista de los costos contables, la idea es que ciertos movimientos en aeropuertos de gran demanda “financian” los realizados en otras instalaciones. Sin embargo, si se toman en cuenta los costos marginales de corto y largo plazo y el grado de utilización de los aeropuertos la situación se revierte pasando los de menor cantidad de movimientos a soportar mayores diferencias entre precios y costos marginales que los otros.

La aplicación efectiva de un régimen adecuado de sobretasas podría equilibrar la situación mencionada. Tal cual se prevé su estructuración, implicaría gravar menos a las empresas regulares comerciales frente a la aviación general.

En el Cuadro Nº 3 se observa la evolución que han experimentado las tasas aeroportuarias entre 1972 y 1977. Es notable la diferencia

Cuadro Nº 3

EVOLUCION DE LAS TASAS ARGENTINAS APLICADAS A SERVICIOS AEROPORTUARIOS

\$ Ley 18.188 por tonelada

	1972 (21.I)	1977* (21.II)	Var. o/o
Tasas de aterrizaje — Cabotaje			
Hasta 30 toneladas	4,28	105	2.353
de 31 a 80	5,78	155	2.581
de 81 a 170	9,25	200	2.062
más de 170	9,25	250	2.603
mínima	17,35	500	2.782
Sobretasa vuelos regulares	1,16	30	2.486
Sobretasa otros vuelos	11,56	300	2.495
Tasas de aterrizaje — Internacionales			
Hasta 30 toneladas	5,78	600	10.280
de 31 a 80	8,10	800	9.776
de 81 a 170	16,19	1.480	9.041
más de 170	16,19	1.800	10.112
mínima	23,13	2.400	10.276
Sobretasa vuelos regulares	1,16	200	17.141
Sobretasa otros vuelos	11,56	600	5.090

* Las tasas internacionales de 1977 han sido calculadas en base a una cotización de 1 u\$s = 400 \$ A. .

existente entre los incrementos de las tasas aplicables a los servicios de cabotaje, que en promedio asciende al 2.500 0/0 y las de internacionales (10.000 0/0). En términos reales, considerando que el índice de precios mayoristas correspondientes a los meses de enero y febrero de ambos años respectivamente, se elevó en un 6.835 0/0 las tasas de cabotaje se redujeron en un 72,5 0/0 mientras que las internacionales experimentaron un aumento del 45,6 0/0. No hemos contado con información suficiente para apreciar la razonabilidad de esta evolución. Lo mismo ocurre con el análisis que hemos deseado realizar acerca del fundamento económico de la concepción integral del régimen tarifario vigente. La carencia de información en este campo de la actividad de transporte parece ser mayor que en otros sectores.

IV. SISTEMA AEROPORTUARIO DE BUENOS AIRES. EL CASO DEL AEROPARQUE JORGE NEWBERY.

Argentina tiene una infraestructura aeronáutica extendida a lo largo de todo el Territorio Nacional, caracterizada por una gran capacidad ociosa. Tan solo el Aeroparque Jorge Newbery de la ciudad de Buenos Aires presenta características de sobreutilización de algunas de sus instalaciones.

Este capítulo estará dedicado al análisis de la saturación de este aeropuerto en relación a su posición en el mercado de transporte aéreo de la metrópoli, con especial referencia a los proyectos existentes para poder satisfacer plenamente la demanda futura.

IV.a. Demanda del Aeroparque

En el Cuadro I del Apéndice se puede apreciar la evolución de los movimientos de Aeroparque en el período 1970--1976, durante el cual hubo un crecimiento del 5,1 0/0. La composición del tráfico (Cuadros II y III) es de un 54,3 0/0 para los servicios comerciales, regulares o vuelos especiales, un 25,3 0/0 para vuelos de "turismo", 15,7 0/0 para oficiales, correspondiendo el 4,7 0/0 restante a servicios varios como ser aerotaxis o traslado de aviones comerciales "en lastre". Esta composición ha variado notablemente ya que en 1970 el 42 0/0 correspondía a servicios comerciales y el 58 0/0 a la aviación general, marcándose así la tendencia hacia la preeminencia de la primera categoría de vuelos. En los meses de verano esta relación cae a favor de los servicios "de turismo" siendo a la inversa en los meses de "temporada baja". Ello se debe principalmente a que los servicios comerciales mantienen niveles operativos más o menos estables a lo largo de todo el año (Cuadro IV), no así los de turismo. De esta manera se expli-

ca la distribución anual de los movimientos que encuentran su pico en los meses de enero y diciembre, correspondiendo a la iniciación de la temporada estival, siendo los meses de menor demanda los de mayo, junio, agosto y setiembre, coincidiendo con el invierno, con la excepción de julio cuya demanda se eleva por las vacaciones. Sin embargo, estas diferencias no son excesivas, representando el mes pico un valor que es un 140 o/o con respecto al de menor nivel de demanda y un 129 o/o con relación al promedio.

En el Cuadro V se puede apreciar la distribución de la demanda a nivel de semana en la temporada alta. Se notará que existe un máximo para los días lunes y viernes que se repite a lo largo de toda la muestra y aún en el invierno (Cuadro IX), cuyo efecto no coincide con los resultados del análisis de la distribución horaria de los movimientos (Cuadros VIII y X). De aquí se deduce que los días de mayor demanda no son justamente aquellos en que los movimientos por hora llegan a un pico, lo cual significa que podría mejorarse la distribución de los aterrizajes y despegues.

La demanda horaria más alta es de 34 movimientos y se encuentra entre las horas 12 y 13, las 14 y las 15, las 18 y las 19 y las 20 y las 21. Los promedios semanales para estas horas son 24, 20, 19 y 28. No coincidiendo aquellas altas cifras con los días de máxima demanda, excepción hecha del período que va de las 20 a las 21 (viernes), se puede concluir que son picos de alta elasticidad a cualquier medida que se implemente para reducirlos. Queda entonces el viernes como único día en que se encuentran picos significativos de más de treinta movimientos horarios que permanecen durante el período que va desde las 18 horas a las 22.

IV.b. Capacidad Operativa y Expansión de Capacidad

Un estudio realizado para analizar posibles soluciones del sistema aeroportuario de Buenos Aires⁵ presenta una medición de la capacidad de Aeroparque. Esta, en buenas condiciones meteorológicas (VFR) se eleva a 71 movimientos por hora, reduciéndose a 50 si las operaciones deben efectuarse a través de instrumentos (IFR). En promedio dichos movimientos ascienden a 67 horarios y a 159.326 anuales. El pico horario mencionado en el punto anterior significa, entonces, un 51 o/o de la capacidad máxima, y el valor anual más alto del período considerado, apenas un 63 o/o de dicha capacidad.

5 *Estudio de prefactibilidad de las alternativas de solución del Aeropuerto Metropolitano de Buenos Aires.* FAA - DIGID. Buenos Aires, Julio de 1972.

El estudio mencionado tuvo como objetivo, presentar y evaluar, al menos en sus aspectos técnicos operativos, las distintas situaciones que pueda tener el sistema aeroportuario de Buenos Aires. Se analizaron distintas posibilidades:

1. Construcción de un nuevo aeropuerto (aeroisla, Berazategui, Seadrome), para servicios de cabotaje y regional y mantenimiento del Aeropuerto Ezeiza para servicios intercontinentales.
2. Construcción de un nuevo aeropuerto para vuelos de cabotaje y regionales de más de una hora de duración, manteniendo en el Aeroparque el movimiento de corto recorrido y en Ezeiza el intercontinental.
3. Mantenimiento de la actual estructura aeroportuaria quedando en Aeroparque los vuelos de corto recorrido exclusivamente.

Se llegó a esas conclusiones sin considerar ciertos aspectos básicos que correspondería analizar, como los siguientes:

- a) Un análisis de la demanda del Aeroparque, en especial, de su elasticidad frente a variaciones que puedan producirse en el esquema tarifario.
- b) La dimensión de las futuras instalaciones fue determinada por una proyección de la demanda que supone el mantenimiento de todas las variables, entre ellas la evolución de la capacidad de las aeronaves y los niveles y estructuras tarifarias por derechos aeroportuarios. En el Capítulo VI se analizará metodológicamente esta cuestión.
- c) La distribución del tráfico se realizaría a través de medidas administrativas de política aeronáutica que pueden no tener en cuenta en forma efectiva las características del mercado de cada ruta, que pueden ser adecuadamente tratados mediante el sistema de precios.

La conclusión final de dicho estudio fue que la alternativa óptima era construir un aeropuerto ubicado en una isla artificial en el Río de La Plata al cual se destinara el tráfico de cabotaje y regional. Si bien desde el mero punto de vista técnico-operativo esta solución parece ser la superior, la evaluación económica se basó exclusivamente en el análisis de los costos de las distintas alternativas físicas, sin realizar una comparación sistemática con sus posibles beneficios y con otras alternativas de naturaleza económica.

La construcción de dicho aeropuerto debía iniciarse lo antes posible pues, se preveía que su construcción demandaría un período demasiado largo para estar abierto al tráfico cuando se lo requiriera. La demanda de movimientos de Aeroparque no ha seguido la evolución estimada en el estudio, por el contrario se pudo observar a niveles es-

tacionarios. Además, Aerolíneas Argentinas ha comenzado a trasladar sus vuelos regionales hacia el Aeropuerto de Ezeiza por la preferencia que tiene el público por los vuelos directos, medida que, si bien incide en un pequeñísimo porcentaje, demuestra la necesidad de conocer el valor que el usuario da al céntrico aeródromo en cada ruta. Todo ello indica el requerimiento básico de conocer la demanda para determinar la capacidad y momento de apertura de nuevas instalaciones y establecer regímenes tarifarios que permitan determinar adecuadamente el valor social de cada tipo específico de movimiento.

V. COSTOS MARGINALES DE CONGESTION AEROPORTUARIA

En la economía aeroportuaria el factor escaso es "tiempo de utilización" del aeropuerto, el cual pone una restricción tecnológica sobre el número admisible de vuelos durante un período dado. La demanda por vuelos es una demanda derivada de la demanda primaria por transporte aéreo de personas o carga. Pero debe tenerse en cuenta que el tamaño del avión puede aumentarse sin requerir necesariamente incrementos en la disponibilidad de tiempo de utilización del aeropuerto, dada la pequeña variación en el tiempo requerido según tipo de avión. Por este motivo, debe distinguirse entre demanda por operaciones de vuelos y demanda por transporte aéreo, ya que la congestión es una consecuencia directa del primer tipo de demanda y no de la segunda. Esta distinción es sumamente importante para diseñar una política tarifaria que reconozca la posible existencia de congestión, ya que en tal caso debe incorporarse a la tarifa aeroportuaria un cargo adicional. Este cargo corresponde a la renta de escasez provocada por la saturación de capacidad del aeropuerto, pero debe ser cobrado directamente a las empresas aéreas en función del número de vuelos y no como una tasa o cargo del pasajero, a fin de no distorsionar el factor de carga socialmente óptimo en cada vuelo. La razón estriba en el hecho en que la empresa aérea ofrece un vuelo adicional en la medida en que el ingreso marginal sea superior al costo marginal que absorbe directamente, sin considerar los costos externos lo cual tiende a deprimir el factor de carga.

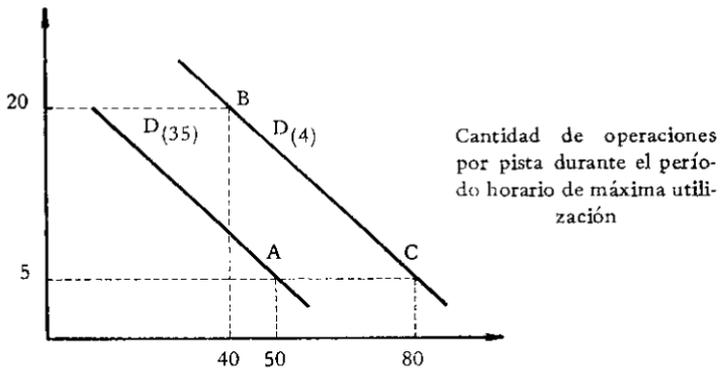
En este capítulo se presentará un análisis conceptual del problema de la congestión aeroportuaria: en V.a. se mostrará la relación existente entre demanda por operaciones de vuelo y congestión aeroportuaria, mientras que en V.b. se presentará un modelo operativo aplicable a la cuantificación monetaria de los costos marginales de congestión.

V.a. Demanda por Operaciones de Vuelo y Congestión Aeroportuaria

La influencia de la congestión sobre la demanda por uso del aeropuerto puede ser ilustrada mediante el siguiente gráfico:

Gráfico I

Tarifa por Operación
(\$)



Existen innumerables condiciones alternativas para la pista en cuestión, cada una de ellas asociada con un cierto nivel particular de demora promedio. Por razones expositivas se indican solamente dos, a saber: (i) Demora promedio de 4 minutos durante el período de máxima utilización de la pista, $D(4)$; bajo estas condiciones la pista puede acomodar únicamente 40 operaciones de una hora. (ii) Demora promedio de 35 minutos durante el período de máxima utilización de la pista, $D(35)$; bajo estas condiciones la pista puede acomodar hasta 50 operaciones en una hora.

Como la función demanda varía con la tarifa cobrada (variable de la función) y con la demora esperada promedio (parámetro de la función), en el Gráfico I se indican dos funciones de demanda. La situación antes del aumento tarifario corresponde al punto A, con 50 operaciones horarias y una tarifa de \$ 5 por movimiento con una demora de 35 minutos. Después del aumento a \$ 20 del cargo la situación operativa se ubica en B, con 40 movimientos horarios durante el período de máxima utilización pero con una demora de 4 minutos.

El punto B es superior al A, en la medida que la demora de 4 minutos es preferible a la de 35 minutos, lo cual significa suponer que el precio de demanda de una operación adicional (la 41ª) es menor que el costo marginal social (incluyendo congestión) imputable a la misma. Esta es justamente la justificación de las reformas tarifarias anteriormente reseñadas en el Capítulo III.

Obsérvese que una política de expansión de capacidad basada simplemente en el tradicional concepto de satisfacer los "requerimientos" o "necesidades", manteniendo la congestión a un nivel tolerable de 4 minutos hubiese llevado a construir otra pista adicional similar para poder atender 40 operaciones horarias más, al mismo precio de \$ 5. De esta manera se hubiesen atendido 80 operaciones sin modificar la tarifa, tal como se indica en el punto C. Este tipo de enfoque prescinde de cualquier consideración de costo-beneficio, tal como se pondrá en evidencia en el Capítulo VI.

V.b. Costos Marginales de Congestión Aeroportuaria

Los costos de congestión se generan en aquellos períodos durante los cuales la capacidad del aeropuerto está más intensamente utilizada en operaciones de despegue y aterrizaje. En tales circunstancias cada usuario origina demoras que afectan a todos los siguientes usuarios hasta la finalización del período de intensa utilización. El costo de congestión es un concepto simétrico, en tal sentido las demoras causadas por una operación adicional son equivalentes a las demoras ahorradas por la eliminación de una operación.

Los estudios empíricos que tratan de cuantificar el valor monetario de la congestión se basan usualmente en el siguiente modelo:

$$C_i = S_i \sum_{i=1}^m N_i c_i \quad (1)$$

Donde:

C_i = costos de demora causados por un usuario de tipo "i" a todos los demás usuarios en el momento "t", cuando el lapso faltante para finalizar el período de intensa utilización son B minutos. La característica "i" depende de la máquina y de si se trata de un aterrizaje o un despegue.

m = se asumen "m" diferentes tipos de usuarios.

S_i = Tiempo de servicio de la operación tipo "i".

N_i = Cantidad de operaciones de cada tipo "i" que ocurren desde el momento "t" hasta la finalización del período de intensa utili-

zación.

c_i = Costo por minuto de demora por cada tipo de operación.

En la expresión (1) C_i representa el costo marginal de demora originado por una operación adicional del tipo "i" en el momento "t".

El lapso faltante, a partir del momento "t", para finalizar el período de intensa utilización de la pista puede ser definido mediante la expresión (2).

$$B = \sum_{i=1}^m N_i S_i \quad (2)$$

Si se divide (1) por (2) se obtiene:

$$\frac{C_i}{B} = \frac{S_i \sum_{i=1}^m N_i c_i}{N_i S_i} \quad (3)$$

La expresión (3) indica el costo marginal por minuto durante el lapso faltante para finalizar el período de intensa utilización originado por una operación del tipo "i".

Definamos ahora:

$s_i = \frac{S_i}{S_1}$ = tiempo de servicio de la operación tipo "i", relativo al tiempo de servicio de la operación tipo 1.

$n_i = \frac{N_i}{N}$ = proporción de operaciones tipo "i" relativo al total de operaciones.

Si ahora dividimos numerador y denominador del segundo término de la expresión (3) por $S_1 N$ obtenemos:

$$\frac{C_i}{B} = s_i \frac{\sum_{i=1}^m n_i c_i}{\sum_{i=1}^m n_i s_i} \quad (4)$$

(4) Indica el costo marginal por minuto durante el lapso faltante para finalizar el período de intensa utilización en término de la cantidad relativa de cada operación (n_i), tiempo relativo de servicio (s_i) y costo individual por minuto de demora (c_i). Para un aeropuerto que movilice 4 tipos de operaciones, se tendrá por ejemplo:

- 1 - aterrizaje de aviones comerciales
- 2 - despegue de aviones comerciales

- 3 - aterrizaje de aviones generales
- 4 - despegue de aviones generales

Al definir $s_1 = 1$, la fórmula que indica el costo marginal de demora C_1 originado por el aterrizaje de un avión comercial que opera en el momento "t" es:

$$C_1 = \frac{n_1 c_1 + n_2 c_2 + n_3 c_3 + n_4 c_4}{n_1 + n_2 s_2 + n_3 s_3 + n_4 s_4} \cdot B(t) \quad (5)$$

Si queremos hallar los costos marginales de demora por el aterrizaje de un avión general que también opera en el momento "t" tendríamos simplemente:

$$C_3 = s_3 C_1 \quad (6)$$

Como se aprecia C_1 se convierte en la base de cálculo, ya que para determinar cualquier C_i hay que multiplicar C_1 por s_i . Las proporciones n_i varían a lo largo de las diversas horas del día; lo mismo ocurre con s_i , en respuesta a la modificación horaria en la composición del tráfico y condiciones de operabilidad de las pistas tal como se indica en los manuales técnicos para cada tipo de avión. En lo que hace al costo por minuto de demora por cada tipo de operación, " c_i ", el mismo incluye costos propios del avión (costos directamente proporcionales como combustibles, lubricantes, salarios y mantenimiento, así como costos incrementales de capital); también debe computarse el costo de oportunidad del tiempo de los pasajeros del avión, por lo que interesa conocer su factor de ocupación. Todas estas magnitudes se miden en \$ por minuto. Respecto a $B(t)$, sus valores deben ser estimados para cada hora del día.

La determinación del costo marginal de demoras, para cada tipo de operación, que surge de aplicar la fórmula (5), (6) y las que corresponden a C_2 y C_4 , arroja valores sumamente elevados cuando se consideran períodos de máxima demanda ya que B_t puede alcanzar valores en el orden de los 100 minutos en aeropuertos muy congestionados.⁶

El movimiento aeroportuario fluctúa horariamente, de manera tal que la cola de espera se elimina cuando las operaciones se reducen. Por ese motivo, este modelo simple de tipo determinístico es apropiado,

6 Una aplicación de este modelo al Aeropuerto La Guardia de Nueva York, puede consultarse en CARLIN, A. y PARK, R.E., op. cit.

ya que cada operación adicional (despegue o aterrizaje) empuja un lugar atrás en la cola a todas las operaciones posteriores hasta la finalización del período de intensa utilización por el tiempo de servicio requerido por la operación adicional. Por esta razón, el costo marginal de congestión de una operación adicional en el período de intensa utilización depende del número de operaciones pendientes hasta que termine el período, el costo por minuto de demora de dichas operaciones y el lapso faltante para concluir el período de intensa utilización.

VI. TARIFAS Y MOMENTO OPTIMO DE AMPLIACION DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA

VI.a. Nivel Tarifario y Exceso de Capacidad

Uno de los aspectos más importantes que deben ser analizados en la evaluación económica de la conveniencia de una inversión en expansión de capacidad aeroportuaria, se refiere a la determinación del momento óptimo de habilitación del proyecto. Esta cuestión está íntimamente ligada a lo que está actualmente ocurriendo con la utilización de la capacidad existente. Los resultados de la mayoría de los estudios de factibilidad en inversiones en infraestructura de los diversos modos de transporte dependen críticamente de los supuestos adoptados acerca de la política tarifaria implementada, particularmente en el trato otorgado a las demandas en punta y al fenómeno de la congestión.

Es usual suponer en los estudios de factibilidad que las proyecciones de demanda de tráfico aéreo son independientes de las tarifas aplicadas (elasticidad—precio de la demanda nula), o que las mismas no varían a pesar del incremento en la demanda. Por el otro lado, generalmente las estructuras tarifarias aplicables al uso de los servicios aeroportuarios están basadas en costos contables y no incorporan el concepto de costo marginal social generado por la congestión. A lo sumo la congestión es considerada como un fenómeno que puede ser transitoriamente solucionado con normatizaciones de tipo administrativo.⁷

Si no existe congestión el costo marginal de corto plazo del aeropuerto es probablemente muy reducido. Las razones son las siguientes: a) El grueso de los costos contables corresponde a la inversión, la cual se caracteriza por su indivisibilidad. b) Si bien los costos operativos son de importancia, tienen un gran componente de costo fijo indepen-

⁷ En el Capítulo III hemos expuesto algunas de las medidas tarifarias adoptadas en otros países para disminuir el quebranto neto social originado por la congestión. La política oficial inglesa vigente en esta materia es alterar la estructura tarifaria a fin de considerar explícitamente la congestión. Ver: Select Committee on Nationalised Industries, *First Report*, Session 1970/1971. British Airports Authority, H.M.S.O. 1971.

diente de la intensidad del tráfico. Este razonamiento se refiere únicamente a los costos asociados con las pistas y equipos de apoyo. En lo que hace a las instalaciones de la propia terminal aérea sus costos son función del número de pasajeros.

La estructura tarifaria vigente en Argentina ya presentada en el Capítulo III, no tiene en cuenta problemas de congestión los cuales no parecen ser importantes en la actualidad. El derecho de aterrizaje y/o despegue, está basado en el peso máximo de la máquina y no considera diferenciaciones horarias o estacionales.⁸ No puede afirmarse a priori que este régimen sea inapropiado desde el punto de vista de la asignación de recursos. En condiciones de exceso de capacidad podría ser eficiente, si es que ningún avión dispuesto a pagar el costo marginal de operación y mantenimiento directamente imputable es excluido del servicio. Suponiendo que la función de demanda por el servicio aeroportuario, que representa la "disponibilidad de pagar", varía directamente con el peso bruto de la máquina, la autoridad aeroportuaria se estaría comportando como un monopolista discriminador de precios. Como en ausencia de congestión el costo marginal de corto plazo es muy reducido, la renta económica generada por el exceso del derecho aeroportuario sobre el costo marginal apropiable a la operación serviría para contribuir a la cobertura de los costos totales. En estos casos la minimización del quebranto social se logra cuando el nivel de precios está inversamente relacionado con la elasticidad—precio de la demanda, siendo razonable aceptar que la elasticidad de la demanda por la utilización del servicio aeroportuario está inversamente relacionada con el tamaño del avión y con la longitud kilométrica del viaje. Desde el punto de vista de equidad, también parece razonable asumir que las máquinas grandes absorban una fracción mayor de los costos de las facilidades de aterrizaje y de las estaciones terminales de pasajeros.

Las consideraciones precedentes pierden relevancia cuando aparecen los costos de congestión. En tal caso las tarifas en momentos de demanda máxima deben ser suficientemente elevadas para asegurar que la demanda no exceda la capacidad, y las demoras sean total o parcialmente anuladas. Aparece así un trade-off entre capacidad y demoras por congestión.⁹ Las tarifas deben ser fijadas de manera de lograr

8 Debe tenerse en cuenta que, si bien el peso bruto del avión es utilizado usualmente como base de tarificación, los costos de mantenimiento y conservación de las pistas del aeropuerto dependen principalmente del "footprint pressure", es decir, de la presión efectiva ejercida por el avión sobre la superficie de pista. Esta presión no necesariamente depende del porte del avión. Así por ejemplo, se ha señalado como un Boeing 727-200 tiene un "footprint pressure" mayor que algunos modelos del Boeing 747 que pesan alrededor del triple. Ver: LEVINE, M.E., "Landing fees and the Airport Congestion Problem", *Journal of Law and Economics*, Vol. 12, April 1969, pp. 79-108.

9 En este trabajo no se pretende determinar analíticamente cuál es el nivel socialmente óptimo de congestión de un aeropuerto. Para este punto consultar: ABOUCHAR, A., "Air transport demand, congestion costs and the theory of optimal airport use", *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 3, August 1970.

mínimas demoras, y durante la demanda a dicho nivel, tal como se ilustró en el Gráfico I. En este caso la diferencia entre el precio y el costo marginal de operación participa de la naturaleza de la renta económica atribuible al factor limitante "capacidad". La capacidad debe ser expandida cuando el precio que raciona la capacidad existente es mayor que el costo marginal social de largo plazo. De esta manera, la magnitud de las rentas generadas por la limitada capacidad es crucial para determinar el sendero óptimo de expansión aeroportuaria.

El criterio apropiado para las decisiones de inversión se deriva de esta regla tarifaria. Cuando la demanda excede capacidad durante la máxima demanda en punta, el aumento tarifario tiene la virtud de desviar tráfico a horas menos requeridas y de menor utilización, o directamente eliminar tráfico cuyo precio de demanda es inferior al precio de racionamiento. A medida que la demanda se incrementa a lo largo de los años, los precios en punta ascienden; también ascienden otros precios, aunque en menor proporción siempre que correspondan a puntas secundarias. Como las adiciones a la capacidad permiten suministrar el servicio aproximadamente al mismo costo marginal de corto plazo, el criterio de optimización del momento de habilitación de la nueva capacidad se refiere a la comparación entre el costo de adelantar las inversiones durante "n" períodos y los beneficios adicionales generados por tal adelantamiento de la inversión. Estos beneficios están, en principio adecuadamente representados por el precio de la demanda de cada demanda temporalmente fluctuante. Si la política tarifaria óptima es implementada, pueden aparecer quebrantos para el aeropuerto cuando la capacidad del aeropuerto es excesiva, mientras que existirían superavits de explotación cuando los precios de racionamiento son superiores a los costos marginales de corto plazo debido a que la capacidad instalada es excedida por la demanda.

La determinación de los costos sociales emergentes de posponer inversiones de acuerdo al procedimiento arriba enunciado es sumamente compleja, pero es posible enunciar un método simple y aproximado para tener siquiera una idea de los órdenes de magnitud en este tipo de decisiones. Supongamos la vigencia de una política tarifaria que reduzca la demanda en la punta máxima al nivel definido como capacidad operativa del aeropuerto sin congestión, y que esta política es la alternativa planteada ante la posible decisión de expandir capacidad.

En el cuadro siguiente se analiza este punto mediante un ejemplo. Consideremos arbitrariamente un período de 5 años; el tráfico total en cada año se muestra en la columna 1 del Cuadro N° 4. Se asume una capacidad de 300 movimientos semestrales sin congestión, y no existen fluctuaciones de demanda horarias ni diarias. Si estas son las proyecciones previstas, la demanda en los 6 meses de mínima demanda en

Cuadro N° 4

TARIFAS REQUERIDAS PARA ELIMINAR EL EXCESO DE DEMANDA

Año	Demanda anual de movimientos	Demanda durante 6 meses de punta	Exceso de demanda	Exceso o/o de demanda	Incremento o/o tarifario para eliminar el exceso de demanda	Nivel absoluto tarifario requerido para eliminar el exceso de demanda
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	500	300	—	—	—	100,0
2	525	315	15	4,76	47,6	147,6
3	551	331	31	9,36	93,6	193,6
4	578	347	47	13,54	135,4	235,4
5	607	364	64	17,58	175,8	275,8

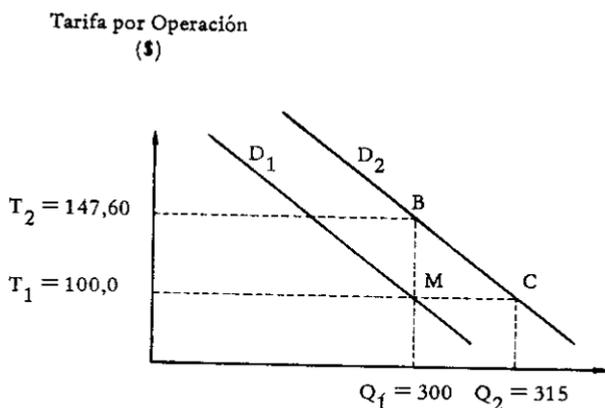
el año 5^o ($607 - 364 = 243$) no excederá las estimadas para los 6 meses de máxima demanda del año 1^o (= 300). Como hemos supuesto que las demoras durante los meses en punta del año 1^o fueron mínimas, esto es suficiente para no postular aumentos tarifarios en los meses de mínima demanda hasta por lo menos el año 5^o. Los únicos precios a ajustar son los que afectan las demandas de la columna (2). Si queremos cuantificar el incremento tarifario requerido para limitar la demanda al nivel aceptable sin congestión durante el período de máxima demanda necesariamente debemos conocer la elasticidad-precio de la demanda por la utilización del aeropuerto. Asumiendo que el derecho por utilización del aeropuerto, igual al costo marginal operativo, no varía entre el año 1^o y el año 5^o, y que tampoco varía la composición relativa de las máquinas que operan tendríamos determinado el exceso potencial de demanda en la columna (3). Los aumentos de precios sobre el año inicial 1^o, requeridos para eliminar el exceso o/o de demanda, columna (4), fuente de congestión, se indican en la columna (5) suponiendo arbitrariamente un valor $E_A = -0,10$. Si el valor de E_A hubiese sido igual a $-0,02$ estos aumentos deberían ser quintuplicados. La elasticidad está referida a los valores de tarifas y demandas iniciales.

*VI.b. Análisis de Costo-Beneficio del Momento
Óptimo de Ampliación de Capacidad*

Todo esto apenas es una cara de la moneda en lo que hace al análisis del costo-beneficio de la decisión del momento óptimo de la expansión de la capacidad. Todas estas restricciones tarifarias de demanda generan un quebranto social. El tamaño absoluto de este quebranto depende del valor de E_A y de la política tarifaria adoptada por el aeropuerto antes y después de la expansión en capacidad. En este ejemplo, las tarifas varían en función de la construcción, o no de nueva capacidad ya que suponemos que logran el objetivo de no permitir congestión. Además, también hemos supuesto que los costos marginales de corto plazo son prácticamente constantes en el aeropuerto expandido y equivalentes a la tarifa del año 1º. La situación puede ser ilustrada mediante el siguiente Gráfico.

Gráfico II

**BENEFICIOS SOCIALES DEL AÑO 2º
POR EXPANSION DE CAPACIDAD EN DICHO AÑO**



Cantidad de operaciones
durante 6 meses de máxi-
ma demanda

- D_1 = Función de demanda por servicios aeroportuarios durante el período de máxima demanda, Año 1^o.
 D_2 = Función de demanda por servicios aeroportuarios durante el período de máxima demanda, Año 2^o.
 T_1 = Nivel original de la tarifa por prestación del servicio aeroportuario, equivalente al costo marginal de corto plazo.
 Q_1 = Cantidad demandada durante los 6 meses de máxima demanda, Año 1^o (columna (2) Año 1^o Cuadro N^o 4).
 Q_2 = Cantidad demandada durante los 6 meses de máxima demanda, Año 2^o (columna (2) Año 2^o Cuadro N^o 4).
 T_2 = Tarifa requerida en el Año 2^o a fin de mantener el nivel operativo del aeropuerto sin congestión durante el Año 2^o (columna (5) Año 2^o Cuadro N^o 4).
 Area BCQ₂Q₁ = Beneficio del Año 2^o por expandir capacidad de Q₁ = 300 a Q₂ = 315.
 Area MCQ₂Q₁ = Ingresos monetarios adicionales del aeropuerto durante el Año 2^o si se expande la capacidad de Q₁ a Q₂.
 Area BCM = Excedente del usuario del servicio aéreo durante el Año 2^o si se expande la capacidad de Q₁ a Q₂.
 Area BMT₁T₂ = Ingresos monetarios adicionales del aeropuerto durante el Año 2^o si la tarifa se eleva a T₂ y no se expande la capacidad.

Si esta comparación se extiende hasta el Año 5^o, se puede presentar el siguiente cuadro:

Cuadro N^o 5

CUANTIFICACION DE LOS COSTOS SOCIALES POR NO EXPANDIR LA CAPACIDAD DEL AEROPUERTO

Año	Valor Social del tráfico restringido (1)	Ingresos monetarios adicionales del aeropuerto debido al tráfico aumentado (2)	Excedente apropiado por los usuarios del tráfico aumentado (3) = (1) - (2)
1 ^o	—	—	—
2 ^o	1.857	1.500	357
3 ^o	4.551	3.100	1.451
4 ^o	7.882	4.700	3.182
5 ^o	12.026	6.400	5.626

Columna (1) = Equivale al área BCQ_2Q_1 en cada año.

Columna (2) = Equivale al área MCQ_2Q_1 en cada año.

Columna (3) = Equivale al área BCM en cada año.

Los incrementos anuales de beneficios sociales derivados de la expansión de capacidad del aeropuerto pueden ser derivados a partir de la columna (1) del Cuadro N° 5, en la cual se refleja el incremento anual del costo social originado por una política tarifaria que elimina la congestión potencial a medida que la demanda aumenta sin que se registren inversiones en expansión. La regla de optimización del momento de construcción se basa directamente en esta magnitud; el costo de adelantar y operar las inversiones en incremento de capacidad debe ser a lo menos igual al valor social del tráfico restringido.

A fin de simplificar la exposición adoptemos los siguientes supuestos: (a) el período de gestación de la nueva inversión es nulo, o sea que instantáneamente genera un flujo de beneficios. (b) La vida útil de la inversión es infinita, por lo cual su único costo económico es el costo de oportunidad social del capital invertido en la expansión. (c) El costo real de la inversión no varía temporalmente, y (d) El flujo de beneficios generado por la inversión es creciente en el tiempo, tal como se muestra en la columna (1) del Cuadro N° 5. En este caso se puede aplicar la regla de Marglin, la cual establece que la ampliación debe efectuarse el primer año en que se dé la siguiente relación:

$$B_t \geq r I$$

Donde:

B_t = Beneficio social neto del año "t" generado por la ampliación de capacidad. Equivale al valor social del tráfico, menos sus costos marginales operativos. Como la tarifa aplicada en caso de ampliación se la supuso igual al costo marginal operativo, resulta ser en cada año igual al excedente apropiado por los usuarios del tráfico.

r = Costo de oportunidad social del capital.

I = Monto de la inversión.

Supongamos que el mínimo bloque indivisible de expansión en capacidad permite atender 100 movimientos adicionales por semestre, y el costo de esta inversión es igual a \$ 30.000. Si $r = 12\%$, el año óptimo de expansión es recién el 5°, si el costo del capital asciende al 20% la ampliación quedaría postergada hasta después del horizonte de planeamiento indicado. Si por el contrario, r fuese igual al 10%,

el año óptimo de habilitación se adelantaría al 4º. Esto permite apreciar la influencia decisiva que el costo anual del capital tiene sobre el momento óptimo de expansión.

Analicemos ahora la influencia de la indivisibilidad de la inversión. Supongamos la existencia de un bloque mínimo adicional capaz de atender 35 movimientos semestrales con una inversión de \$ 12.000, lo cual implica la vigencia de economías de escala. Si $r = 12\%$, el año óptimo de expansión se adelantaría ahora al 3º. Esto permite apreciar, como la mayor divisibilidad de la inversión, también afecta al momento óptimo de expansión en el sentido de facilitar su más prematura justificación en el análisis de costo-beneficio.

El criterio tradicional de satisfacer incrementos en la demanda sin alterar la estructura tarifaria hubiese llevado a expandir capacidad en el año 2º; en tal caso los costos sociales hubiesen superado a los beneficios sociales en todos los casos supuestos.

Como se puede apreciar, la decisión de cuándo expandir el aeropuerto puede ser tan crucial como el tan discutido problema de su localización. Si bien la importancia económica de ambas decisiones puede ser equivalente, se requiere mucho menos información y esfuerzo para optimizar la fecha de habilitación, que para decidir el complejo problema de localización. En tal sentido se enfatiza la íntima relación existente entre el régimen tarifario por los servicios aeroportuarios y el momento óptimo de construcción de capacidad adicional.

BIBLIOGRAFIA

- ABOUCAR, A. "Air transport demand, congestion costs and the theory of optimal airport use", *The Canadian Journal of Economics*, Vol. 3, August 1970.
- CARLIN, A. y PARK, R.E. "Marginal cost pricing of airport runway capacity", *The American Economic Review*, June 1970.
- DEPETRIS, A. *Los aspectos económicos de los aeropuertos y servicios de navegación aérea en ruta y su influencia en la economía del transporte aéreo*. Apuntes del curso de Economía del Transporte Aéreo, O.A.C.I., Buenos Aires, 1975.
- FAA — DIGID. *Estudio de prefactibilidad de las alternativas de solución del Aeropuerto Metropolitano*, Buenos Aires, Julio de 1972.
- GUADAGNI, A.A. "Análisis económico del financiamiento de las empresas del Estado", *Desarrollo Económico*, Nº 60, Vol. 15, Enero—Marzo de 1976.
- LEVINE, M.E. "Landing fees and the Airport Congestion problem", *Journal of Law and Economics*, Vol. 12, April 1969.
- LITTLECHILD, S.C. y THOMPSON, G.F. "Aircraft landing fees: A game theory approach", *The Bell Journal of Economics*, Spring 1977, Vol. 8, Nº 1.
- SELECT COMMITTEE ON NATIONALISED INDUSTRIES (UK). *First Report, Session 1970/1971*. British Airport Authority, H.M.S.O., 1971.
- WALTERS, A.A. "Investment in airports and the economist's role" en *Cost—Benefit and Cost—Effectiveness*, editado por J.N. Woffe, Allen and Unwin Ltd., London, 1973.

WARFORD, J. *Public policy toward general aviation*, The Brookings Institution, Washington, DC, 1971.

INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA. UNA APLICACION DEL ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar un análisis del problema tarifario de los servicios aeroportuarios que sea apto para optimizar las inversiones en expansión de capacidad. La decisión de cuando expandir un aeropuerto puede ser tan crucial como el tan discutido problema de su localización. Si bien la importancia económica de ambas decisiones puede ser equivalente, se requiere mucho menos información y esfuerzo para determinar el momento óptimo de habilitación, que para decidir la compleja cuestión de la localización. El argumento central de este trabajo explicita y enfatiza la íntima relación existente entre el régimen tarifario por los servicios aeroportuarios y la fecha óptima de construcción de capacidad adicional.

AIRPORT INFRASTRUCTURE INVESTMENTS

Application of Cost-Benefit Analysis

Summary

The object of this paper is to present an analysis of the airport rate service problem apt to optimize investments in capacity expansion.

A decision regarding the correct moment in which to extend an airport can be just as crucial as the much discussed location problem. Though the economic importance of both may balance, much less information and effort is required to determine the optimal moment for habilitation than to decide the complex question of location. The central argument of this work emphasize the close relationship existing between airport service rates and the choosing of the optimal moment for additional capacity construction.

Cuadro I

MOVIMIENTO ANUAL DE AERONAVES EN AEROPARQUE JORGE NEWBERY

	COMERCIAL			TAXI AEREO			TURISMO		
	Movimientos	Var. o/o	Indice	Movimientos	Var. o/o	Indice	Movimientos	Var. o/o	Indice
1970	39.169	—	100,0	9.924	—	100,0	19.731	—	100,0
1971	41.565	6,0	106,0	10.284	3,6	103,6	21.655	9,8	109,8
1972	42.758	2,9	109,2	10.744	4,5	108,3	19.081	-11,9	96,7
1973 (1)	33.281	-22,2	85,0	5.907	-45,0	59,5	17.452	-8,5	88,4
1974	49.840	49,8	127,2	2.794	-52,7	28,2	31.955	83,1	162,0
1975	50.002	0,3	127,7	4.393	57,2	44,3	32.814	2,7	166,3
1976	53.766	7,5	137,3	4.292	-2,3	43,2	25.036	-23,7	126,9

	OFICIALES			OTROS			TOTAL		
	Movimientos	Var. o/o	Indice	Movimientos	Var. o/o	Indice	Movimientos	Var. o/o	Indice
1970	24.479	—	100,0	863	—	100,0	94.166	—	100,0
1971	26.022	6,3	106,3	795	-7,9	92,1	100.321	6,5	106,5
1972	21.408	-17,7	87,5	810	1,9	93,9	94.801	-5,5	100,7
1973 (1)	11.653	-45,6	47,6	672	-17,0	77,9	68.965	-27,5	73,0
1974	8.749	-24,9	35,7	294	-59,2	34,1	93.632	36,3	99,4
1975	12.368	41,4	50,5	698	152,9	80,9	100.275	7,1	106,5
1976	15.579	26,0	63,6	315	-54,9	36,5	98.988	-1,3	105,1

(1) El Aeropuerto permaneció cerrado los meses de junio, julio y agosto.

Cuadro II

MOVIMIENTO MENSUAL DE AERONAVES
EN AEROPARQUE JORGE NEWBERY

AÑO 1976

	Comercial	Taxi Aéreo	Turismo	Oficial	Otros	TOTAL
Enero	4.456	513	3.757	1.079	41	9.846
Febrero	3.224	603	2.515	1.604	28	7.974
Marzo	3.982	327	2.187	1.876	23	8.395
Abril	4.917	353	2.054	1.125	25	8.474
Mayo	4.834	313	1.313	813	27	7.300
Junio	4.826	235	1.134	1.157	44	7.396
Julio	4.655	314	2.061	1.118	25	8.173
Agosto	4.495	286	1.384	1.134	14	7.313
Setiembre	4.487	286	1.191	1.386	22	7.372
Octubre	4.392	210	2.091	1.439	40	8.172
Noviembre	4.403	360	2.098	1.450	14	8.325
Diciembre	5.095	492	3.251	1.398	12	10.248
TOTAL	53.766	4.292	25.036	15.579	315	98.988

Cuadro III

COMPOSICION PORCENTUAL DEL MOVIMIENTO DE
AERONAVES EN AEROPARQUE JORGE NEWBERY

AÑO 1976

	Comercial	Taxi Aéreo	Turismo	Oficial	Otros	TOTAL
Enero	45,3	5,1	38,2	11,0	0,4	100,0
Febrero	40,4	7,6	31,5	20,1	0,4	100,0
Marzo	47,4	3,9	26,1	22,3	0,3	100,0
Abril	58,0	4,2	24,2	13,3	0,3	100,0
Mayo	66,2	4,3	18,0	11,1	0,4	100,0
Junio	65,3	3,2	15,3	15,6	0,6	100,0
Julio	57,0	3,8	25,2	13,7	0,3	100,0
Agosto	61,5	3,9	18,9	15,5	0,2	100,0
Setiembre	60,9	3,9	16,2	18,8	0,2	100,0
Octubre	53,7	2,6	25,6	17,6	0,5	100,0
Noviembre	52,9	4,3	25,2	17,4	0,2	100,0
Diciembre	49,7	4,8	31,8	13,6	0,1	100,0
TOTAL	54,3	4,3	25,3	15,7	0,4	100,0

Cuadro V

MOVIMIENTOS EN TEMPORADA ALTA

(Enero 1977)

	TOTAL	Comercial	Taxi Aéreo	Turismo	Oficial	Traslado y otros
2 Domingo	211	155	10	22	18	6
3 Lunes	394	210	21	123	40	—
4 Martes	261	156	8	48	38	11
5 Miércoles	333	190	12	72	53	6
6 Jueves	344	197	14	84	38	11
7 Viernes	382	196	13	127	44	2
8 Sábado	310	201	15	73	18	3
1er. Semana	2.235	1.305	93	549	249	39
9 Domingo	228	147	4	55	17	5
10 Lunes	349	207	4	110	21	7
11 Martes	330	196	9	82	41	2
12 Miércoles	340	185	8	80	57	10
13 Jueves	323	186	15	82	35	5
14 Viernes	404	204	25	106	59	10
15 Sábado	311	201	15	58	32	5
2da. Semana	2.285	1.326	80	573	262	44
16 Domingo	251	171	12	49	11	8
17 Lunes	420	224	31	107	42	16
18 Martes	315	178	15	64	44	14
19 Miércoles	305	194	14	59	31	7
20 Jueves	341	183	9	77	66	6
21 Viernes	337	190	9	93	34	11
22 Sábado	349	213	14	95	21	6
3er. Semana	2.318	1.353	104	544	249	68
23 Domingo	233	169	11	38	8	7
24 Lunes	395	215	20	99	48	13
25 Martes	360	220	11	80	39	10
26 Miércoles	294	166	12	85	30	1
27 Jueves	394	214	8	101	65	6
28 Viernes	340	187	16	91	34	12
29 Sábado	322	205	13	62	35	7
4ta. Semana	2.338	1.376	91	556	259	56

Cuadro VI

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS MOVIMIENTOS POR
TIPO DE SERVICIO PARA CADA SEMANA Y DIAS DE
SEMANA MEDIA EN TEMPORADA ALTA

(Enero de 1977)

Tipo de Servicio	TOTAL	Comercial	Taxi Aéreo	Turismo	Oficial	Traslado y otros
1er. Semana	100,0	58,3	4,3	24,6	11,1	1,7
2da. Semana	100,0	58,0	3,5	25,1	11,5	1,9
3er. Semana	100,0	58,4	4,5	23,5	10,7	2,9
4ta. Semana	100,0	58,9	3,9	23,8	11,1	2,4

SEMANA MEDIA

Domingo	100,0	73,5	4,7	10,4	8,6	2,8
Lunes	100,0	53,3	5,3	31,2	10,2	—
Martes	100,0	59,8	3,1	18,4	14,6	4,1
Miércoles	100,0	57,1	3,6	21,6	15,9	1,8
Jueves	100,0	57,3	4,1	24,4	11,1	3,1
Viernes	100,0	51,3	3,4	33,3	11,5	0,5
Sábado	100,0	64,8	4,8	23,6	5,8	1,0
TOTAL	100,0	58,4	4,0	24,2	11,1	2,3

Cuadro VII

DISTRIBUCION HORARIA DE LOS MOVIMIENTOS DE AERONAVES

(Enero de 1977)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Domingo	11	9	3	1	—	1	—	1	1	7	14	6	14	13	12	15	10	14	17	19	23	21	14	20	
Lunes	15	15	12	3	4	3	1	—	2	12	20	16	26	30	22	24	23	12	9	19	28	16	13	12	
Martes	21	9	6	1	—	—	—	—	1	13	15	16	26	23	20	21	17	13	16	18	32	21	16	16	
Miércoles	14	11	5	—	—	—	—	1	1	8	18	19	30	21	21	24	27	16	34	26	29	28	21	14	
Jueves	14	9	4	—	—	1	1	1	—	14	17	20	33	16	16	26	19	14	14	24	30	16	11	13	
Viernes	17	9	4	1	—	1	3	1	1	11	24	19	18	23	34	22	23	22	32	31	34	32	20	23	
Sábado	20	18	7	7	2	1	—	—	1	12	14	15	22	21	18	23	23	10	14	12	20	14	14	17	
PROMEDIO	16	11	6	2	1	1	1	1	1	11	17	16	24	21	20	22	20	14	19	21	28	21	16	16	

Cuadro VIII

MOVIMIENTOS EN TEMPORADA BAJA

(Mayo de 1977)

	TOTAL	Comercial	Taxi Aéreo	Turismo	Oficial	Traslado y otros
1 Domingo	143	123	3	11	9	2
2 Lunes	235	178	1	25	24	7
3 Martes	196	148	—	25	21	2
4 Miércoles	212	159	—	15	33	5
5 Jueves	204	144	1	26	25	8
6 Viernes	217	162	2	18	29	6
7 Sábado	155	138	—	6	9	2
1er. Semana	1.367	1.052	7	126	150	32
8 Domingo	159	124	—	12	14	9
9 Lunes	215	166	—	20	25	4
10 Martes	198	142	—	22	29	5
11 Miércoles	208	142	3	14	38	11
12 Jueves	201	142	—	21	31	7
13 Viernes	225	166	1	20	34	4
14 Sábado	179	137	2	17	22	1
2da. Semana	1.385	1.019	6	126	193	41
15 Domingo	160	124	—	13	11	12
16 Lunes	213	166	—	21	20	6
17 Martes	192	145	5	27	11	4
18 Miércoles	205	144	2	16	40	3
19 Jueves	201	144	3	18	28	8
20 Viernes	234	160	2	34	32	6
21 Sábado	171	137	1	7	23	3
3er. Semana	1.376	1.020	13	136	165	42
22 Domingo	156	130	2	12	10	2
23 Lunes	202	155	—	18	26	3
24 Martes	169	143	—	13	8	5
25 Miércoles	168	150	1	9	4	4
26 Jueves	173	142	—	19	9	3
27 Viernes	215	162	—	18	27	8
28 Sábado	161	137	—	9	12	3
4ta. Semana	1.244	1.019	3	98	96	28

Cuadro IX

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS MOVIMIENTOS POR TIPO DE SERVICIO PARA CADA SEMANA Y DIAS DE SEMANA MEDIA EN TEMPORADA BAJA

(Mayo de 1977)

Tipo de Servicio	TOTAL	Comercial	Taxi Aéreo	Turismo	Oficial	Traslado y otros
1er. Semana	100,0	77,0	0,5	9,2	11,0	2,3
2da. Semana	100,0	73,6	0,4	9,1	13,9	3,0
3er. Semana	100,0	74,1	0,9	9,9	12,0	3,1
4ta. Semana	100,0	81,9	0,2	7,9	7,7	2,3

SEMANA MEDIA

Domingo	100,0	83,1	1,0	7,4	6,1	2,4
Lunes	100,0	75,7	0,4	10,6	10,2	3,1
Martes	100,0	75,5	—	12,8	12,7	1,0
Miércoles	100,0	75,0	0,5	6,1	15,0	3,4
Jueves	100,0	70,6	0,5	12,7	12,3	3,9
Viernes	100,0	74,7	0,9	8,3	13,3	2,8
Sábado	100,0	89,0	—	3,9	5,8	1,3
TOTAL	100,0	76,5	0,5	9,1	11,2	2,7

Cuadro X
DISTRIBUCION HORARIA DE LOS MOVIMIENTOS
(Mayo de 1977)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Domingo	5	3	-	1	-	1	-	-	-	3	11	5	9	7	11	9	5	5	12	11	12	16	19	15		
Lunes	7	9	4	3	2	-	1	1	3	1	13	18	12	12	10	12	11	7	14	8	17	17	19	14		
Martes	9	5	1	-	-	-	-	-	-	2	12	12	15	14	15	10	12	7	11	7	10	18	15	11		
Miércoles	4	8	1	-	-	-	-	-	-	14	12	19	17	12	11	13	11	7	13	13	15	14	14	10		
Jueves	5	7	1	-	-	-	-	-	-	13	11	18	18	11	10	14	10	8	13	14	14	13	12	9		
Viernes	12	5	1	-	2	-	-	-	-	5	16	18	14	18	12	15	14	7	11	16	16	12	18	13		
Sábado	13	6	3	1	1	-	1	-	1	6	10	15	10	8	12	12	14	7	13	9	6	15	12	5		
PROMEDIO	8	6	2	1	1	-	-	-	1	6	12	15	14	12	12	12	11	7	12	11	13	15	16	11		

ECONÓMICA