CALCULO DE ECONOMÍAS DE DIVERSIDAD BAJO UN ENFOQUE DESAGREGADO DE PRODUCTO: APLICACIÓN AL MERCADO AÉREO NORTEAMERICANO

Cristián E. Cortés, Sergio Jara-Díaz y Gabriela Morales L.
Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Chile
Casilla 228-3, Santiago, Chile
email: ccortes@ing.uchile.cl, jaradiaz@ing.uchile.cl, gamorale@ing.uchile.cl

RESUMEN

En este trabajo se presenta y aplica un enfoque analítico para calcular el grado de economías de diversidad bajo una óptica desagregada, pero a partir de funciones de costo con producto agregado. Esta línea de investigación comienza con el trabajo de Jara-Díaz y Cortés (1996) para el caso de economías de escala, y luego es extendida al caso de economías de diversidad espacial (en el sentido de ampliar el tamaño de la red) por Basso y Jara-Díaz (2005). En el presente artículo se explora la extensión del análisis de diversidad sobre otras particiones ortogonales del vector de producto desagregado. En particular, se utiliza el enfoque desagregado para computar el grado de economías de diversidad tanto para operaciones troncal-local, como para el caso espacial, ambas aplicaciones sobre un trabajo empírico específico realizado para el mercado aéreo norteamericano en el período 1970-1981. Bajo varios supuestos de operación explícitos, se obtiene valores positivos para el grado de economías de diversidad de tipo troncal-local, lo cual indica que hubo incentivos en costos para fusionar la operación de firmas locales y troncales, sin embargo tales incentivos son bajos y no dependen directamente del tamaño de la red de la firma fusionada. Por otro lado, el análisis de diversidad espacial para la firma fusionada permite advertir un fuerte incentivo para aumentar el tamaño de las redes. Los resultados obtenidos son razonables pues explican de cierta forma la evolución y el comportamiento en costos del mercado aéreo en las últimas dos décadas.

1. INTRODUCCIÓN

El sector transporte aéreo, tras el periodo de desregulación de mercado, se ha transformado en motivo de numerosos estudios que apuntan a explicar la dinámica de mercado observada, caracterizada principalmente por un aumento en el número de fusiones de las aerolíneas, creación de alianzas y cambios en las estructuras de ruta. La forma tradicional de abordar el análisis de estructura industrial en la literatura especializada ha sido mediante la estimación de funciones de costo con medidas agregadas de producto y el cálculo de diversos indicadores, en particular *RTD* (Returns to Density) y *RTS* (Returns to Scale), que denotan la conveniencia en costos de aumentar los flujos en un contexto donde el tamaño de red es constante o variable respectivamente. En términos analíticos, la diferencia en el cálculo se refleja en la incorporación de una variable asociada al tamaño de la red (en el caso de *RTS*). Ambos se calculan como el inverso de la suma de las elasticidades costo-producto, pero en el caso de *RTS* se incorpora la elasticidad del costo a la variable de red. Como posible explicación a los fenómenos de fusión en el mercado aéreo, se ha postulado que, a pesar de encontrar retornos constantes a escala ($RTS=1$), la conveniencia en costos por operar en conjunto se debería a la existencia de economías de densidad detectadas.

El problema es que el uso de descripciones agregadas del producto ha generado ambigüedad tanto en el cálculo como en la interpretación de los indicadores de estructura industrial óptima, en tanto que el uso de descripciones desagregadas se hace inmanejable debido al carácter vectorial de la definición de este (Jara-Díaz, 1982). Parte de los problemas que han existido ya han sido resueltos. Así, desde una perspectiva desagregada, el trabajo de Jara-Díaz y Cortés (1996) muestra analíticamente la forma correcta de calcular el grado de economías de escala multiproducto a partir de una función de costo con producto agregado. La medida propuesta es comparable con lo que en la literatura se define como *RTD*. Sin embargo, en el caso de *RTS* la situación es más compleja. Basso y Jara-Díaz (2003) afirman que el uso de *RTS* no es apropiado para estudiar estructura industrial debido a las implicancias del supuesto de densidad constante implícita en la definición del indicador. Básicamente, ante aumentos del tamaño de red, si la densidad (entendida como la razón entre los agregados y la variable de red) permanece constante, entonces por cada agregado se generaría una serie de restricciones sobre los flujos que, a priori, no tienen sentido.

El mayor cambio en cuanto a la forma de análisis de indicadores corresponde a lo planteado por Basso y Jara-Díaz (2005), quienes muestran que ante variaciones en el tamaño de la red, no se está frente a un problema de escala, sino a uno de *diversidad espacial*, ya que la variable de red (número de puntos servidos) tiene relación directa con el número de pares Origen-Destino, es decir, con el tamaño del vector producto. De esta forma, usando el enfoque propuesto por Jara-Díaz y Cortés (1996), los autores calculan un tipo *particular* de economías de diversidad. Lo interesante de este cálculo es que se logra cuantificar las variaciones de los agregados ante aumentos del tamaño de la red.

La importancia de contar con buenas estimaciones de los indicadores de escala radica en el peso que estos tienen en términos de política de estructura industrial. Los trabajos de Basso y Jara-Díaz (2005), Jara-Díaz y Basso (2003), y Jara-Díaz, Cortés y Ponce (2002), demuestran la necesidad de complementar el estudio de escala propuesto por Jara-Díaz y Cortés (1996) con un análisis de economías de diversidad (*ED*). En este trabajo el objetivo central es extender el enfoque para calcular diversidad espacial con una visión desagregada hacia otros tipos de economías de diversidad. En la siguiente sección se resume el enfoque propuesto para el caso general de cálculo de economías de diversidad con un enfoque desagregado, enfatizando la metodología aplicada al caso de diversidad espacial. En la sección 3 se identifican las diversas formas de agregar el producto en los trabajos más relevantes en el mercado aéreo, para en sección 4 detallar una aplicación del enfoque sobre un ejemplo particular.

2. ENFOQUE METODOLÓGICO

En una firma de transporte, el producto es un vector de *flujos* entre varios pares Origen-Destino *(i,j)* de la forma $Y = \{y_{ij}^{kt}\}$ desagregado por tipo de carga k y por periodo t (Jara-Díaz, 1982). Sin embargo en la literatura aplicada, principalmente en la estimación de funciones de costo, sólo se puede trabajar con representaciones agregadas del producto, debido a lo inmanejable que resulta ser el vector producto básico por su gran dimensión, incluso en casos muy simples, lo cual de alguna forma distorsiona las conclusiones de política obtenidas directamente de estos cálculos, dado el carácter agregado de la estimación. Jara-Díaz y Cortés (1996) muestran que considerar las componentes agregadas directamente en el cálculo de los indicadores de escala genera ambigüedad, razón por la cual, proponen una forma consistente de computar los indicadores de escala, a partir de funciones de costo agregadas, pero bajo enfoque desagregado, que se sustenta en reconocer explícitamente la dependencia de las componentes agregadas como función del vector producto básico o desagregado.

Dada una función de costo de la forma $\tilde{C}(\tilde{Y},Q)$ dependiente de un vector producto agregado $\tilde{Y}$ y de un vector de atributos Q, la idea central es poder cuantificar el efecto de variaciones en el vector Y sobre $\tilde{C}(\tilde{Y},Q)$. En el caso de economías de escala, el problema es determinar el efecto sobre los costos de aumentar en forma equiproporcional los flujos del vector Y, en un contexto donde la densidad es variable. Para ello, Jara-Díaz y Cortés (1996) demuestran que al entender los agregados (en adelante tanto agregados del producto como atributos) como funciones implícitas de Y, el grado de economías de escala multiproducto debe calcularse como el inverso de la suma de las elasticidades costo con respecto a todos los agregados, pero donde cada elasticidad debe ir ponderada por un factor que cuantifica el impacto de cada agregado ante cambios en el vector producto desagregado. Oum y Zhang (1997) sostienen que esta metodología es la forma correcta de calcular lo que en la literatura se conoce como *RTD*.

Ciertos comportamientos de las empresas de transporte no pueden ser explicados totalmente por un análisis de costos basado en fenómenos de escala. Si hay cambios en la dimensión del vector producto básico (expansión de la red, colusión de empresas, etc.), se requiere de un análisis de diversidad complementario al estudio de escala. Genéricamente, sea $ED_R(Y)$ el grado de economías de diversidad definido para una partición ortogonal del producto básico *(R,M-R)*, para un cierto nivel de producción. Entonces, a partir de la función de costos estimada, $ED_R(Y)$ bajo una óptica desagregada puede computarse como

$$ED_R(Y^M) = \frac{\tilde{C}(\tilde{Y}(Y^R), Q(Y^R)) + \tilde{C}(\tilde{Y}(Y^{M-R}), Q(Y^{M-R})) - \tilde{C}(\tilde{Y}(Y^M), Q(Y^M))}{\tilde{C}(\tilde{Y}(Y^M), Q(Y^M))}, \ldots \quad (1)$$

donde Y^R es el vector de producto básico con $y_i = 0$, $\forall i \notin R \subset M$, Y^M es el vector producto básico completo (no particionado). La ortogonalidad implica que $Y^R \cdot Y^{M-R} = 0$.

Debemos notar que la base teórica del enfoque en el caso de economías de diversidad es la misma que aquella desarrollada para el caso de escala, es decir reconocer la dependencia implícita entre agregados y desagregados, y definir los indicadores como función de cambios en las componentes básicas en vez de hacerlo sobre las componentes agregadas, tal como se hace comúnmente en la literatura. Así, los cambios en el vector producto básico Y inducirán cambios tanto en agregados como en atributos. En el caso de escala, el enfoque genera un método de cálculo sistemático y claro.

El caso de diversidad es bastante más complejo que el caso de escala (Jara-Díaz y Cortés, 1996), y de hecho el enfoque sintetizado en (1), no genera un método automático de cálculo. Más aún, muchas veces no es evidente como evaluar una componente agregada en un subconjunto de componentes desagregadas, y la factibilidad del cálculo depende fuertemente de la forma funcional usada para especificar la función de costo (e.g. la translog no permite evaluar componentes en cero). Por último, para cada cálculo, la partición del vector Y debe ser coherente, es decir, debe reflejar una opción para una firma de diversificar o especializar su línea de producción, además de permitir complementar los estudios de escala en términos de política de estructura industrial. En síntesis, reconocemos que la mayor complejidad de cálculo está en la evaluación de las componentes agregadas en subconjuntos ortogonales del vector desagregado, y su posterior evaluación en la función de costos. En algunos casos, los valores de las componentes agregadas deben ser estimados usando alguna herramienta econométrica al hacer una aplicación a un caso real. El enfoque se puede resumir entonces en: primero, buscar un estudio empírico (en algún mercado de transporte), donde se pueda obtener buena información acerca del comportamiento del vector producto, al nivel más desagregado posible. Luego, identificar las restricciones de cálculo (función de costo, definición de agregados), a fin de concebir el tipo de particiones del vector producto básico que sea posible hacer y calcular a partir de información real, bajo ciertos supuestos y condiciones, para luego aplicar directamente la expresión (1) sobre dichas particiones.

Este enfoque ha sido aplicado anteriormente, en el cálculo de economías de diversidad espacial en transporte aéreo por Basso y Jara-Díaz (2005), donde el número de puntos servidos (PS) es la variable que representa el tamaño de las redes de operación. En el caso espacial, los autores hacen el cálculo imponiendo que un indicador de flujo promedio por par orígen-destino permanezca constante, lo cual representa una condición necesaria para poder realizar el cálculo en tal caso. A continuación, se entrega una breve descripción de cómo aplicar este enfoque en el caso considerar particiones asociadas con la dimensión espacial del producto, a través de los indicadores de red, cálculo que también presentamos en este artículo para un caso particular más adelante.
El cálculo de economías de diversidad espacial es una forma de mirar las ventajas en costo cuando el tamaño de la red (representada por la variable puntos servidos) aumenta. Así, Basso y

Jara-Díaz (2005) proponen calcular economías de diversidad espacial estableciendo que, ante la falta de información y la necesidad de cuantificar las medidas de producto agregado asociados a cada partición, se hace necesario imponer alguna condición, pero sobre el producto *desagregado*. Proponen que el flujo promedio por par origen-destino por tipo de carga permanezca constante para el análisis, es decir

$$AOD^k = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}^k}{NOD} \tag{2}$$

donde NOD es el número de pares OD sobre los que opera la firma. Luego, bajo AOD constante los valores de los agregados y ciertos atributos pueden ser cuantificados analíticamente ante cambios (aumentos) en el tamaño de red. Una vez estimados los valores de todas las variables asociadas a cada partición se evalúa

$$ED_I = \frac{\tilde{C}(\tilde{Y}(Y^I), Q(Y^I), PS^I) + \tilde{C}(\tilde{Y}(Y^C), Q(Y^C), PS^C) - \tilde{C}(\tilde{Y}(Y^E), Q(Y)^E, PS^E)}{\tilde{C}(\tilde{Y}(Y^E), Q(Y^E), PS^E)} \tag{3}$$

donde $\tilde{Y}$, Q, PS denotan producto agregado, atributos y puntos servidos respectivamente. Se tiene que $Y^I \cdot Y^C = 0$ y $Y^I + Y^C = Y^E$. El índice *I* está asociado a la firma antes de la expansión de la red, *C* a la firma que operaría en el espacio complementario, es decir, aquella firma que serviría todos los potenciales pares *OD* que se generan de aumentar el tamaño de la red, y *E* a la firma expandida que se hace cargo de todos los flujos *OD*, es decir, de los flujos de las firmas *I* y *C* conjuntamente. Es importante tener en cuenta que el cálculo del grado de economías de diversidad y la necesidad de imponer alguna condición previa al cálculo del indicador depende exclusivamente de la partición en estudio. Así, la condición (2) es impuesta sólo para calcular los valores de los agregados cuando hay variaciones en el tamaño de la red, y dentro de ese contexto debe entenderse y tratarse.

3. ESTUDIOS EN TRANSPORTE AEREO

En el mercado aéreo hay gran cantidad de estudios en los que se revisan indicadores de productividad y eficiencia, además de los de estructura industrial. Sin embargo, dado que el centro del análisis está en la descripción (y variación) del producto agregado ante particiones ortogonales del vector producto desagregado, la Tabla 1 muestra los estudios más relevantes (últimos veinte años) clasificados de acuerdo a la especificación del producto.

Los agregados del producto generalmente son de la forma flujo por distancia, como *RPM* (*revenue passenger mile*) o *RTM* (*revenue tone mile*). Se suele hacer distinciones entre tipos de servicio (programados-charter), para mayor precisión. En cuanto a los atributos, *ASL* (*Average Stage Length*) es muy usado y entrega una idea del largo promedio de los arcos de la red y ha sido definido como la distancia entre despegue y aterrizaje (Caves et al, 1984; Liu y Link, 1999). *LF* (*Load Factor*) corresponde al porcentaje de la capacidad usada con respecto a la capacidad disponible y se suele calcular como la razón entre asientos-kilómetros vendidos sobre los asientos-kilómetros ofertados. Los puntos servidos *PS* representan el tamaño de la red a través de los aeropuertos operados por una firma. Por otro lado, la forma funcional más usada es la translog, salvo excepciones (Kumbhakar, 1990; Creel y Farell, 2001).

Tabla 1: Clasificación de estudios en transporte aéreo de acuerdo a producto

Tipo de Producto	Artículo	Mercado	$\widetilde{Y}$	Atributos
Indice de producto	Caves *et al* (1984) Kumbhakar (1990) Caves *et al* (1987) Windle (1991)	USA	Componentes: *RPM* (programado) *RPM* (charter) *RTM* correo *RTM* otra carga	*ASL* *LF* *PS*
	Oum y Yu (1998)	Todo el mundo		*ASL*
Producto agregado	Liu y Lynk (1999) Creel y Farell (2001)	USA	*RPM*	*ASL* *LF* *PS*
	Oum y Zhang (1991)	Canadá	*PK* (programado) *TK* (programado) *TK* (charter)	
Vector Producto Hedónico	Gillen *et al* (1990)	Canadá	*RPK* (programado) *RTK* (programado) *RTM* (charter)	*ASL* *LF* *PS*

De las tres formas de representar el producto agregado en la Tabla 1, la más interesante en complejidad y frecuencia de uso es el Índice agregado de producto, $\widetilde{Y}^k$, definido como un producto ponderado de componentes agregadas $\widetilde{Y}_j^k$. Analíticamente,

$$\ln(\widetilde{Y}^k) = \sum_j \left(\frac{R_j^k + \overline{R}_j}{2} \right) \ln \left(\frac{\widetilde{Y}_j^k}{\langle \widetilde{Y}_j \rangle} \right) \tag{4}$$

donde $\langle \widetilde{Y}_j \rangle$ es la media geométrica de la componente agregada j sobre todas las observaciones, R_j^k es la proporción de la ganancia asociada a la componente agregada j de la firma k y $\overline{R}_j$ es la proporción promedio de ganancia asociada a la componente agregada j sobre todas las observaciones de la muestra en estudio. Este indicador resulta interesante de estudiar bajo el enfoque de diversidad, ya que incorpora los agregados típicos usados en transporte aéreo y además requiere las proporciones de las ganancias asociadas a cada agregado, las que podrían variar dentro de las particiones que se propongan.

Se ha seleccionado el trabajo de Caves *et al.* (1984) para aplicar el enfoque propuesto sobre un caso real, computando dos tipos de economías de diversidad, ante diferentes particiones del vector producto, destacando la manera de enfrentar cada problema, enfatizando las limitaciones de cálculo, y discutiendo la forma en que este análisis se puede complementar con el de escala. En este artículo se usó la variable *PS* por primera vez y a partir de él surgió la distinción entre *RTD* y *RTS*, razón por la que resulta ser uno de los más citados en la literatura especializada en el análisis de estructura industrial en el sector transporte aéreo.

4. APLICACIÓN METODOLÓGICA

4.1 Descripción del caso

Para definir qué tipo de economías de diversidad es factible calcular, se deben considerar tres aspectos: descripción del producto, atributos y forma funcional de la función de costo. En lo que sigue se describe el artículo de Caves *et al* (1984) con el objeto de identificar y luego calcular algún tipo de economías de diversidad haciendo uso del enfoque desagregado descrito en la sección 2. Caves *et al* (1984) estudian *RTD* y *RTS* para aerolíneas norteamericanas troncales y locales con el objeto de identificar fuentes de diferencias de costos entre estos tipos de firmas. Con un panel de datos durante el periodo 1970-1981, se estiman dos funciones de costo (de corto y largo plazo) tipo translog desviada con respecto a la media de las variables. La función de costo de largo plazo[1] es especificada como:

$$\tilde{C} = \tilde{C}(\tilde{Y}, Q, N, W, F, T) \tag{5}$$

donde $\tilde{Y}$ es índice de producto, Q es atributos de la firma, N es variable de red, W es el vector de precios de insumos, F es el vector de cambios específicos de una firma, y T es el vector de variables de cambio tecnológico.

Como se aprecia en la Tabla 1, el producto está descrito por un índice de producto que se calcula como un promedio ponderado de cuatro componentes agregadas, que son de la forma flujo por distancia, incluyendo dos tipos de carga y dos de pasajeros. El índice de producto entrega una medida relativa de la producción total de una firma con respecto a la firma promedio. Los atributos considerados son *ASL*, *LF* (para pasajeros) y *PS*. Dada la definición del índice de producto en (4), ninguno de los agregados puede tomar el valor cero para alguna partición desagregada (se debe también recordar que la forma translog no permite evaluar la función de costo en cero). Luego, las particiones del producto desagregado factibles de estudiar son todas aquellas que causan cambios *parciales* en los niveles de cada uno de los agregados. De lo anterior, decidimos computar dos tipos de economías de diversidad: de tipo troncal-local, para analizar si existieron incentivos en costo para que firmas locales y troncales operen como una sola, y de diversidad espacial, para medir la conveniencia de ampliar el tamaño de la red.

Para evaluar la opción de fundir la operación troncal y local, se evaluará la expresión:

$$ED_T = \frac{\tilde{C}(\tilde{Y}^T, ASL^T, LF^T, PS^T) + \tilde{C}(\tilde{Y}^L, ASL^L, LF^L, PS^L) - \tilde{C}(\tilde{Y}^{TL}, ASL^{TL}, LF^{TL}, PS^{TL})}{\tilde{C}(\tilde{Y}^{TL}, ASL^{TL}, LF^{TL}, PS^{TL})} \tag{6}$$

donde los superíndices T y L, denotan firmas promedio representativas de firmas troncales y locales respectivamente. El superíndice TL está asociado a una firma que opera ambos mercados en conjunto. De la definición de índice de producto en (4), se advierte que es necesario contar con medidas tanto de producto como de atributos para cada tipo de firma. Aquellas variables no involucradas directamente en el cálculo de *ED* como precios de factores fueron evaluadas en la

[1] La función de costos de corto plazo no es especificada ni se trabajará con ella por cuanto el análisis de largo plazo es de mayor importancia en términos de implicancias y política de estructura industrial.

media de las observaciones. Las variables dummies son conocidas y constantes para firmas locales y troncales y no tienen efecto en el indicador de diversidad.

Para el segundo cálculo (economías de diversidad espacial), se asume una situación inicial para el tamaño de red (PS = 80), y se aplica el enfoque detallado en la última parte de la sección 2. Así, la expresión a evaluar es

$$ED_I = \frac{\tilde{C}(\tilde{Y}^I, ASL^I, LF^I, PS^I) + \tilde{C}(\tilde{Y}^C, ASL^C, LF^C, PS^C) - \tilde{C}(\tilde{Y}^E, ASL^E, LF^E, PS^E)}{\tilde{C}(\tilde{Y}^E, ASL^E, LF^E, PS^E)} \qquad (7)$$

donde I, C y E son los índices asociados a la firma inicial, complemento y expandida respectivamente. Similarmente al cálculo anterior, se deben determinar los valores de los agregados del producto y atributos para cada partición, a partir de la firma inicial.

4.2 Cálculo de variables

Para calcular el índice de producto asociado a cada tipo de firma se debe, primero, determinar los valores de las componentes del índice de producto y los atributos para cada tipo de firma, y segundo, estimar las proporciones de las ganancias asociadas a cada uno de los agregados para cada tipo de firma. En la Tabla 2 se detalla parte de la información reportada en el artículo que resulta fundamental para poder evaluar la función de costo, lo que hace conocidos los valores de los agregados para troncales y locales, es decir, $\tilde{Y}_j^T$ e $\tilde{Y}_j^L, \forall j$.

Tabla 2: Media de productos y atributos en 1976

	Troncales	Locales	Combinado
RPM programados (millones)	15.01	1.52	9.33
RPM pasajeros charter (millones)	1.04	0.07	0.63
RTM correo (millones)	0.86	0.005	0.052
RTM otra carga (millones)	0.35	0.01	0.21
PS Número de puntos servidos	66	59	63
ASL Average Stage Length (millas)	685	197	480
LF Factor de carga (%)	0.55	0.52	0.54

Fuente: Caves *et al* (1984)

Los valores de los agregados para la firma troncal-local fueron calculados como

$$\tilde{Y}_j^{TL} = \tilde{Y}_j^T + \tilde{Y}_j^L, \ \forall j \qquad (8)$$

Se usó como media geométrica los valores reportados como "*combined*", que corresponden a combinación de los valores de productos y atributos para firmas locales y troncales. Por otra parte, es necesario tener una medida de ganancia promedio asociada a cada uno de los agregados para poder calcular el valor del índice de producto. En términos generales, para la firma de tipo k, la proporción de la ganancia asociada al agregado j puede ser escrita como

$$R_j^k = \frac{P_j^k \tilde{Y}_j^k}{\sum_i P_i^k \tilde{Y}_i^k} \tag{9}$$

donde P_j^k es el precio asociado al agregado *j* asociado a la firma *k*. Como todos los agregados en el índice de producto son de la forma flujo por distancia, sus precios también se pueden asociar con distancias. Aunque en el artículo estudiado no se reporta esta información, en los informes de la ATA (*Air Transport Association*) los precios asociados a cada agregado son calculados como el nivel de ganancia sobre el nivel de producto (agregado), procedimiento usado para generar los valores de la Tabla 3 a partir de información reportada de las variables relevantes, tanto para firmas locales como troncales, además de los valores (medios) para el mercado norteamericano. Estos valores se usaron para evaluar la expresión (9).

Tabla 3. Precios por tipo de producto por distancia en 1976 (centavos dólar/milla)

Precios por producto	Troncal	Local	Troncal-local
Pasajero-milla	7.79	11.44	7.97
Tonelada-milla (carga)	30.68	99.55	29.22
Tonelada -milla (correo)	27.78	48.72	28.71

En el caso de los atributos de la firma TL que combina los servicios troncal y local, se usó metodologías distintas. Así, *LF* se calculó a partir de los valores de *RPM* y *LF* de las firmas locales y troncales suponiendo que la oferta (en asientos-millas) para la firma *TL* puede ser expresada como la suma de las capacidades de locales y troncales, es decir

$$LF^{TL} = \frac{RPM^{TL}}{ASM^{TL}} = \frac{RPM^T + RPM^L}{RPM^T LF^L + RPM^L LF^T} LF^L LF^T \tag{10}$$

Por definición, $ASL^{TL} = L_{TL}/n_{TL}$, donde L_{TL} y n_{TL} son el largo total de todos los tramos y el número de tramos para la firma TL. Asumiendo por simplicidad $n_T = F_T PS^T$ y que los tramos entre firmas locales y troncales no se traslapan, es posible derivar ASL^{TL} como

$$ASL^{TL} = \frac{PS^L}{PS^L + F^{-1} PS^T} ASL^L + \frac{PS^T}{F \cdot PS^L + PS^T} ASL^T \tag{11}$$

donde *F* es un factor que mide cuan densa es la red de un tipo de servicio con respecto a otro y está definido como $F = (F_L / F_T)$. En este caso, se habla de densidad aludiendo al número de tramos entre puntos servidos y no a los flujos en los pares *OD*.

El cómputo de *PS* no es directo, debido a que podría haber puntos servidos compartidos por ambos tipos de firmas ($PS^{TL} \leq PS^L + PS^T$). Se asume que la firma TL conserva la mayoría de los puntos servidos de las firmas troncales y evalúa hasta qué tamaño es conveniente en costo fusionarse con una firma local. Cabe observar que el peso que tienen los agregados del tipo flujo por distancia de la firma local comparado con aquellos de la firma conjunta es muy poco significativo. Se asume entonces que aquellos tramos en los que los niveles de flujo son pequeños no tienen efecto considerable ni en el valor de los agregados de la firma local y menos en los de la firma conjunta. Así, todas las particiones consideradas al cambiar *PS* son ortogonales, y por ende cumplen con la definición básica de *ED*. Es importante mencionar que los valores de *PS* de locales y troncales en (11) son aquellos que efectivamente forman parte de la red de la firma conjunta. Por otro lado, existe una relación entre el tamaño de la firma conjunta con respecto a la densidad en términos de tramos de las firmas locales comparadas con las troncales. A mayor factor de densidad *F*, mayor es el número de puntos servidos que a la firma conjunta le conviene adoptar para agotar las economías de diversidad.

Las variables en el caso de *ED* espacial son calculadas de forma un poco distinta, pues no es posible obtener directamente los agregados asociados a la partición espacial porque la metodología genera empresas no necesariamente observadas en la realidad. Bajo la condición *AOD* constante, se puede generalizar la condición obtenida por Basso y Jara-Díaz (2005) a

$$\tilde{Y}_j^E = \left(\frac{DM_j^E}{DM_j^I}\right)\left(\frac{PS^I+1}{PS^I-1}\right)\tilde{Y}_j^I \tag{12}$$

El primer término de (12) corresponde a una comparación de las distancias medias asociadas al agregado j después y antes del aumento del tamaño de red. En tanto, para la firma complementaria, se tiene que los agregados pueden ser calculados como $\tilde{Y}_j^C = \tilde{Y}_j^E - \tilde{Y}_j^I$, ya que todos son del tipo flujo por distancia. Los valores de *DM* no son conocidos y aparecen en (12) por haber usado la razón entre *RPM* y *DM* para determinar el numerador de (2), tal como lo hacen Basso y Jara-Díaz (2005). Como antecedente adicional, desde 1971 hasta 1976, de acuerdo a reportes de la ATA (1977), para valores de *DM*, y calculando valores para *ASL* siguiendo la definición dada por Liu y Lynk (1999), *DM* resulta ser aproximadamente un 50% mayor que *ASL* en forma sistemática.

Para evaluar (7) se requiere estimar los valores de los atributos para la firma expandida (es decir, la firma inicial con un punto servido más) y la firma complemento (aquella que opera sobre todos los potenciales pares *OD* que se generan al aumentar *PS*). Para la firma *C*, *ASL* fue determinado por medio de una regresión lineal. El siguiente modelo fue estimado usando la información de *ASL* y *PS* reportada en el Caves *et al.*(1984).

$$ASL = -\underset{(-1.61)}{424.567} + \underset{(2.45)}{10.19}PS + \underset{(10.72)}{440.41}\delta \qquad R^2 ajust = 0.956 \tag{13}$$

La variable dummy δ es distinta de cero si la firma es troncal. Asumiendo que un nuevo *PS* puede ser considerado similar al de una troncal, ASL^C fue calculado a partir de (13). En tanto, ASL^E fue calculado como el promedio entre ASL^C y ASL^I, tomando en cuenta que debiera estar entre estos dos valores. Es importante señalar que asignar un valor a *ASL* de la firma complemento no es sencillo, debido a que depende de cuán distante está el punto servido agregado. Se sensibilizó respecto de este supuesto considerando un rango razonable en torno al promedio, de donde no se obtuvieron cambios relevantes respecto de los resultados.

4.3 Resultados

Haciendo variar *PS* para la firma troncal-local se obtiene la figura 1, para $F = 1.2$ y con un mínimo de $PS^T = 60$. El grado de *ED* (troncal-local) es positivo, pequeño y disminuye con *PS*. La conveniencia de fusionar firmas troncales y locales provendría de aprovechar operaciones terminales conjuntas. Se debe notar que esta situación se obtiene a partir de las características de las firmas al año 1976, considerado como el inicio de las gestiones conducentes a la desregulación. El bajo valor de ED podría deberse al supuesto de no traslape en tramos entre servicio troncal y local, que en algunos casos podría no revelar los verdaderos beneficios de la fusión, especialmente al aumentar *PS*. La investigación debe extenderse para considerar tales casos complejos de operación.

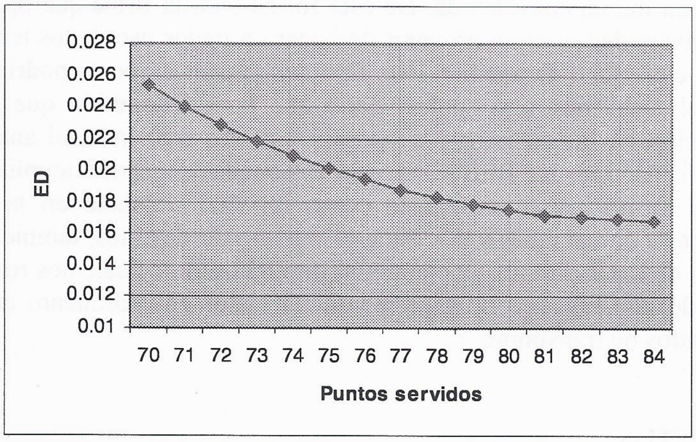

Figura 1: Economías de diversidad para la firma conjunta

La figura 2 muestra la variación de las *ED* espaciales al aumentar *PS* (*LF* constante y calculado según 10). El gráfico muestra claramente que las economías de diversidad espacial se agotan al aumentar la red.

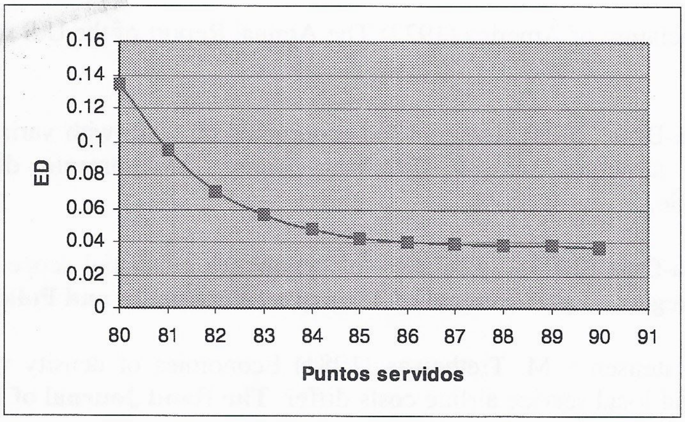

Figura 2: Economías de diversidad espacial para la firma conjunta

5. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

En este trabajo, se expande y aplica un enfoque analítico para calcular el grado de economías de diversidad bajo una óptica desagregada en funciones de costo con producto agregado. Se computa las economías de diversidad entre firmas aéreas troncales y locales, y para la expansión de *PS* (diversidad espacial), para un trabajo empírico bajo varios supuestos de operación, obteniendo resultados atractivos.

Previo al periodo de desregulación oficial de las firmas norteamericanas, y dada la situación de las firmas descritas en Caves *et al* (1984), el enfoque desagregado aplicado en el cálculo de *ED* muestra que (figura 1) la fusión de aerolíneas troncales y locales era más conveniente en costo en la medida que el número de traslape de aeropuertos (puntos servidos) fuese máximo, lo que ocurre en la situación inicial considerada. De esta forma para la firma que opera conjuntamente, las economías de diversidad podrían provenir de hacer un mejor uso de los terminales y de hacer un mejor uso de la capacidad disponible. Este tipo de ventajas en costo podría en parte justificar las operaciones del tipo "hub and spoke" dado que hemos asumido que no existen tramos comunes de operación en los cálculos por simplicidad. Por otro lado, el análisis de diversidad espacial permite afirmar que las firmas una vez fusionadas seguirían ampliando el número de destinos, más allá de un asunto de escala como ha sido señalado en la literatura, ya que aumentando el tamaño de las redes y por ende el número de destinos, también podían disminuir sus costos. Muchos de los supuestos de operación implícitos en los cálculos realizados pueden ser mejorados, contando con más información y con un mejor entendimiento de cómo operan las firmas en los mercados de transporte.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el proyecto FONDECYT N° 1050643, y por el Núcleo Milenio, "Sistemas Complejos de Ingeniería".

REFERENCIAS

Air Transport Association of America (1977) The Annual Report of the U.S scheduled airline industry.

Basso, L. y S. Jara-Díaz (2003) Requiem for economies of scale with variable network size in transport industry structure analysis, Working Paper, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Basso, L. y S. Jara-Díaz (2005) Calculation of economies of spatial scope from transport cost functions with aggregate output. **Journal of Transport Economics and Policy 38**, 25-52.

Caves, D., L. Christensen y M. Tretheway (1984) Economies of density versus economies of scale: why trunk and local service airline costs differ. **The Rand Journal of Economics 15**, 471-489.

Caves, D., L. Christensen, M. Tretheway y R. Windle (1987) An assessment of the efficiency effects of U.S Airline Deregulation via an international comparison. En Elizabeth .E Bailey, **ed.: Public regulation: New perspectives on Institutions and Policies.** Cambridge, Mass.: MIT Press.

Creel, M y M. Farell (2001) Economies of Scale in the US Airline Industry after Deregulation: A Fourier Series Approximation. **Transportation Research 37E**, 321-336.

Gillen, D., T.H. Oum y M.W. Tretheway (1990) Airline Cost Structure and Policy Implications. **Journal of Transport economics and Policy 24**, 9-34.

Jara-Díaz, S. (1982) The Estimation of transport cost functions: A methodological review, **Transportation Review 2**, 257-278.

Jara-Díaz, S. y L. Basso (2003) Transport Cost Function, Network Expansion and Economies of Scope. **Transportation Research 39E,** 271-288.

Jara-Díaz, S. y C.E. Cortés (1996) On the Calculation of the Scale Economies from Transport Cost Functions. **Journal of Transport Economics and Policy 30,** 157-170.

Kumbhakar, S. (1990) A Reexamination of Returns to Scale, Density and Technical Progress in USA. **Southern Economics Journal 57,** 428-442.

Liu, Z. y E. Lynk (1999) Evidence on market structure of the deregulated US airline industry. **Applied Economics 3**, 1083-1092.

Oum, T.H y C. Yu (1998) Cost Competitiveness of Mayor Airlines: An International Comparison. **Transportation Research 32A,** 407-422.

Oum, T.H y Y. Zhang (1997) A Note on Scale Economies in Transport. **Journal of Transport Economics and Policy 31**, 309-315.

Oum, T.H y Y. Zhang (1991). Utilisation of Quasi-Fixed Inputs and Estimation of Cost Functions. **Journal of Transport Economics and Policy 25**, 121-134.

Windle, R.J (1991) The World's Airlines: A Cost and Productivity Comparison. **Journal of Transport Economics and Policy 25**, 31-49.