

**CONDICIONES PARA LA COMPETENCIA EN BUSES URBANOS:  
EL CASO INGLÉS**

**FRANCISCO J. MARTINEZ**  
Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad de Chile  
Casilla 228/3  
Santiago-Chile

**RESUMEN**

En la discusión previa a la desregulación de la industria de buses urbanos en Gran Bretaña, se argumentó que la eventual incorporación de minibuses al mercado competitivo constituiría una innovación tecnológica deseable en el sentido económico social. El Dr. S. Glaister desarrolló entonces un modelo de simulación orientado a investigar este argumento y sus resultados apoyaron las iniciativas pro-desregulación.

Luego de tres años desde la implementación de la política de desregulación, Martínez (1988) aprovechó la experiencia acumulada en la ciudad de Preston, Inglaterra, para comparar las predicciones realizadas por el modelo de Glaister con el comportamiento observado del mercado competitivo.

En este artículo se presentan algunos resultados de ese estudio, concentrándose en aquellos que revisten interés general para la discusión y modelamiento del mercado de buses urbanos. Se realiza aquí un análisis paramétrico de factores exógenos al modelo (e.g. factores de carga, valores del tiempo y características de la demanda). Como resultado, se identifican espacios del mercado en los cuales el resultado de la política de desregulación es de tipo monopólico o competitivo, los límites de tales espacios y las características que los definen. Se muestra, por ejemplo, en que condiciones y hasta que punto los minibuses pueden operar monopólicamente conquistando completamente el mercado y, por el contrario, en que condiciones los buses grandes pueden utilizar estrategias conducentes a la conquista del mercado.

## 1. INTRODUCCION

La innovación tecnológica fue uno de los argumentos principales utilizados para apoyar la política de desregulación del mercado de transporte público urbano (TPU) en Gran Bretaña. Se postulaba que la incorporación de los minibuses en un ambiente competitivo podría provocar una mayor flexibilidad de la oferta de transporte de pasajeros a las condiciones de la demanda, ganando con ello eficiencia y mejores niveles de servicio. También se postulaba una reducción de costos de un 30% como consecuencia de la "mayor eficiencia" de los operadores privados.

La cuestión de si efectivamente los minibuses presentaban características que les permitieran competir en un ambiente desregulado y de cuáles serían, en último término, las consecuencias de su incorporación, motivó al Dr. S. Glaister a desarrollar un modelo de simulación de la operación de líneas de buses (Glaister, 1985a y 1986a). Sus resultados apoyaron la argumentación en favor de la desregulación al punto de ser citados en la ley de desregulación de buses urbanos, la que a la postre fue aprobada (Department of Transport, 1984).

El modelo de simulación fue posteriormente examinado por Gálvez (1985)<sup>1</sup> quien modificó los algoritmos de subida y bajada de los vehículos y cambió aspectos importantes de la interacción entre oferta y demanda en los paraderos, encontrando que los resultados obtenidos modificaban las conclusiones originales derivadas del modelo. Nash (1985)<sup>2</sup> se sumó a la crítica del modelo argumentando que los resultados obtenidos por Glaister eran la consecuencia de haber usado factores de carga de los vehículos exageradamente altos para la realidad inglesa.

Luego de tres años de vigencia de la política de desregulación del TPU, Martínez (1988) realizó un estudio tendiente a evaluar el real poder de predicción del modelo propuesto por Glaister, y en consecuencia la validez de los argumentos que en él se apoyaron, así como la relevancia de las críticas. El trabajo consistió en aplicar el modelo de Glaister a un corredor de la ciudad de Preston, Inglaterra, utilizando una red distinta a las anteriores.

---

<sup>1</sup> Ver también Gálvez (1986) y Glaister (1985b).

<sup>2</sup> Ver también Glaister (1986b).



Este artículo presenta parte de los resultados de ese estudio, concentrándose sólo en los aspectos metodológicos, los que a juicio del autor tienen un carácter general y resultan útiles tanto para futuras aplicaciones del modelo como para nuevos intentos de simular la operación del TPU. Excluye por lo tanto, la discusión y resultados referidos a la evolución del mercado de transporte urbano en Gran Bretaña como consecuencia de la política de desregulación.

El trabajo se ordena como sigue. La sección siguiente contiene una descripción concisa del modelo de Glaister con énfasis en sus supuestos y algoritmos básicos<sup>3</sup>. Los resultados relevantes obtenidos de nuestro análisis son presentados y discutidos en la sección tres, mientras que las conclusiones aparecen presentadas en la cuarta sección.

## 2. EL MODELO DE SIMULACION

Para el estudio del caso de Preston se utilizó la versión del modelo modificada por T. Gálvez (1985). Sin embargo, esta versión fue a su vez modificada para permitir una mayor flexibilidad tanto en la definición de la red que representa el corredor como en el análisis de los resultados parciales y finales.

El modelo simula la operación de buses en un corredor servido por uno o más tipos de buses, en este último caso operando en libre competencia, los que están caracterizados tanto por su capacidad de transporte como por los costos de operación de cada tipo de bus. Esto permite simular, por ejemplo, el equilibrio de un mercado operando en condiciones de competencia entre buses pequeños (minibuses) y buses grandes (buses de dos pisos en nuestro caso).

La modelación de la demanda supone que pasajeros de diferentes niveles socioeconómicos, estratificados en tres subpoblaciones de igual tamaño caracterizadas por diferentes valores del tiempo, llegan a los paraderos según una distribución de Poisson y, una vez allí, se forman colas separadas por estrato. El flujo medio de pasajeros que acude a cada paradero se modifica en el tiempo de acuerdo con el valor de la elasticidad de la demanda al costo generalizado de transporte, definida exógenamente para cada grupo

---

<sup>3</sup> Para una descripción detallada del modelo ver Gálvez (1985) y Martínez (1988).



socioeconómico. El costo generalizado, calculado para cada paradero y subpoblación, incluye la tarifa y el equivalente monetario del tiempo de viaje en el vehículo y del tiempo de espera. Un modelo logit binomial simula las decisiones de los individuos en cola sobre si tomar el bus detenido o esperar el próximo bus, para lo cual coteja la percepción del costo del tiempo extra de espera versus los niveles de servicios de los tipos de buses.

En la red modelada para el caso de Preston, los buses circulan por un corredor bidireccional con paradas intermedias y con un terminal en uno de los extremos, que representa el terminal de buses en el centro de la ciudad. En el otro extremo del corredor los buses circunvalan un barrio periférico.

Las variables de nivel de servicio y tarifa son calculadas simulando la operación de cada bus y cada paradero del corredor. Para ello, en cada paso de simulación se analiza el estado de cada vehículo en la red, el que puede ser: bus detenido en paradero o terminal, o bien, bus en movimiento. Luego se decide si el bus permanece en el estado actual, en cuyo caso continúa con las operaciones que le corresponden, o bien cambia de estado (ver Figura 1). Las operaciones que involucran un mayor grado de complejidad, por el número de decisiones que se requiere tomar, son aquellas asociadas a paraderos.

Una serie de contadores llevan contabilidad de los variables de estado de cada vehículo (frecuencias, velocidades medias y costos generalizados) y paradero (flujos de demanda), lo que permite, cada cierto número de pasos de programa, actualizar el sistema. Esto consiste en definir un valor actualizado para las variables de estado de la operación, las que se calculan amortiguando (o suavizando) los valores alcanzados durante la última simulación con los promedios históricos (valores obtenidos en las actualizaciones anteriores). Las variables de estado actualizadas se mantendrán fijas durante el próximo período de simulación (ver Figura 2). Mediante este proceso de amortiguación de los cambios predichos durante cada período de simulación, se le otorga al modelo una mayor estabilidad.

El mecanismo que simula el proceso económico de competencia entre tipos de buses se manifiesta en las condiciones que rigen la entrada y salida de buses del sistema. Al término de cada período de simulación se realiza una evaluación económica de la operación de cada tipo de bus, si ella resulta positiva, se incrementa en una unidad el número de buses de ese tipo, en caso contrario se disminuye en una unidad. Es decir, se impone la condición típica de mercados competitivos, llamada "break



even" o de ganancias nulas. Para ello, cada operador tiene como objetivo explícito obligatorio el alcanzar un predeterminado factor de carga<sup>4</sup>, el cual es introducido exógenamente por el modelador, y su rol es asegurar la existencia de un punto de equilibrio único en el sistema modelado. La tarifa (en unidades monetarias por unidad de distancia) es calculada internamente como resultado de dividir los costos de operación por el factor de carga y la longitud media de viaje. Aunque no está definido como una opción del modelo, alternativamente se podría fijar una tarifa media dejando el factor de carga libre; ambas posibilidades son equivalentes.

En suma, si la ocupación de un determinado tipo de bus excede el factor de carga durante un determinado periodo de tiempo, los ingresos superarán los costos y se obtendrán ganancias, luego un nuevo vehículo ingresará a competir. Si por el contrario, la ocupación fuese muy baja, se obtendrán pérdidas y un vehículo dejará de operar (ver Figura 3).

### 3. CONDICIONES DE COMPETENCIA

El modelo simula la operación competitiva entre buses y minibuses con el objeto de predecir el número de buses de cada tipo que permanecen operando en condiciones de equilibrio competitivo.

Es fácil prever que los resultados de la predicción dependerán crucialmente de los valores definidos como **factores de carga** (uno para buses y otro para minibuses), tal como fue comentado por Nash (1985). No es claro sin embargo, al menos a priori, identificar en que grado y sentido afecta esta decisión y menos que cuidados debe tomar el modelador al definir esos valores. En esta sección se pretende aclarar estas dudas y en consecuencia, también complementar la discusión mencionada en la introducción.

#### 3.1 Existencia de espacios de competencia.

El principal resultado empírico, obtenido mediante la investigación sistemática del rol de los factores de carga, muestra la existencia de un conjunto de combinaciones de esos factores que conducen a un estado de equilibrio competitivo en

---

<sup>4</sup> En este trabajo llamaremos factor de carga a la meta impuesta por el modelador y ocupación al número de pasajeros por bus que efectivamente son transportados.

el que coexisten buses y minibuses. Combinaciones fuera de este conjunto conducen a un equilibrio en el cual opera un solo tipo de bus. Esto significa que el modelo predecirá la existencia de un mercado competitivo<sup>5</sup> o monopolístico dependiendo de los factores de carga asumidos. En lo que resta de esta sección se describen las características de este peculiar conjunto de factores de carga que definen el espacio de competencia.

Para facilitar la comprensión, la Figura 4 muestra gráficamente, en el plano de los factores de carga, el conjunto de combinaciones que en el caso del corredor estudiado conducen a un equilibrio de competencia. El área de competencia está indicada con la letra "c". Fuera del área de competencia, se definen otras áreas en que el mercado es controlado por buses (b) o minibuses (m).

De la gráfica se pueden definir los límites del área de competencia, que además son los límites de las áreas de monopolio de buses y de minibuses. Esos límites de los factores de carga están identificados en las figuras por  $\alpha$  (superior) y  $\beta$  (inferior) y su interpretación es importante en este trabajo. El factor de carga límite inferior responde a la incapacidad del bus, cualquiera sea la frecuencia, de atraer suficientes pasajeros de manera de que su ocupación sea igual o superior al factor de carga. Esta incapacidad se debe a que la tarifa, calculada como:

$(\text{costos operac.} / [\text{factor de carga} * \text{longitud media de viaje}])$ ,

resulta muy alta a esos factores de carga y en consecuencia esa alternativa es poco elegida.

Según este resultado, en el caso que muestra la Figura 4, los minibuses pueden dominar el mercado operando en su región monopolística caracterizada por bajas tasas de ocupación, tarifas altas y alta frecuencia. Los buses en cambio, para controlar el mercado deben ofrecer un servicio a bajas tarifas, consiguiendo altas tasas de ocupación y menor frecuencia. Sin embargo, la factibilidad de que buses o minibuses controlen el mercado dependerá de las características de éste, tal como se muestra a continuación.

---

<sup>5</sup> Más que competitivo, en este caso se trata de un mercado "contestable" (cuya traducción es "disputable"), en el sentido usado por Baumol, et.al. (1982).



### 3.2 El efecto del valor del tiempo de los usuarios.

El efecto que tiene el valor del tiempo de los usuarios sobre los límites del área competitiva, fue investigado asumiendo distintos valores del tiempo. Se utilizaron dos conjuntos de valores del tiempo estimados para usuarios ingleses: el propuesto por Glaister (1985a) £1.44, £0.81, £0.34 por hora (VTG), y el reportado por Bradley et.al.(1986) £1.06, £0.96, £0.86 por hora (VTB), los que difieren tanto en promedio como en distribución. Los valores VTB presentan menor dispersión respecto de su promedio, pero este es a su vez mayor que el promedio de los valores VTG. Es decir, los valores VTB representan una población mas homogénea y de mayores ingresos que los valores VTG.

El resultado de la modelación con los valores VTB y VTG se presentan en las figuras 4 y 5 respectivamente. La presencia de niveles socioeconómicos menores (valores VTG) genera una expansión del área de competencia invadiendo áreas que son de monopolio del minibus en la Figura 4. Luego, dada la matriz origen-destino, los buses aumentan sus posibilidades de competencia en la medida que los usuarios tienen menores valores del tiempo, o sea aquellos menos sensibles a los tiempos de espera y de viaje respecto de su sensibilidad al costo.

Es interesante notar que, independientemente de los valores del tiempo, los límites superiores ( $\alpha_m$  y  $\alpha_b$ )<sup>6</sup> se mantienen fijos. Ello corresponde a que estos límites están relacionados con la capacidad de los vehículos y las características de la matriz origen-destino. Esta última condiciona la distancia media de viaje de los pasajeros. En efecto, dada la capacidad del bus (en número de pasajeros), el número total de pasajeros-kilómetros transportados dependerá de la distancia viajada por los pasajeros. Luego, dada la capacidad del vehículo, el operar a capacidad durante mayor parte del recorrido permite mayor número de pasajeros-kilómetros transportados y mayores ingresos, lo que significa poder operar con factores de carga mayores.

Por lo tanto, mientras los límites superiores del área de competencia reflejan condiciones de capacidad de los vehículos, los límites inferiores reflejan los resultados del proceso de competencia.

---

<sup>6</sup> Debido a la escala de la Fig. 5, el límite superior del factor de carga de buses grandes ( $\alpha_b \approx 28$ ), no aparece indicado.



### 3.3 Variación de la demanda

Una de las principales características de un corredor servido por transporte público es su demanda total de pasajeros, la cual se modifica en el tiempo pero a tasas que, en condiciones económicas normales, no presentan cambios muy significativos. En cambio las diferencias de demanda por TPU pueden ser muy importantes entre distintos corredores.

Para analizar el efecto que tiene la demanda total, en magnitud y no en estructura, se simuló el corredor amplificando los flujos medios de llegada de pasajeros a los paraderos. El resultado indica que el aumento en los niveles de demanda, para un mismo corredor y nivel socioeconómico de los usuarios, produce una expansión del área competitiva en todas las direcciones.

La disminución de los límites inferiores es un resultado esperado ya que la mayor demanda total permite a los buses conseguir mayor número de pasajeros a pesar de que la probabilidad de elección bus/minibus no cambie, con lo cual su área de competencia se expande. La expansión de los límites superiores en cambio, responde a una modificación de la utilización de la capacidad del vehículo. Esto ocurre porque en las vecindades de la capacidad del vehículo, a pesar que la estructura de la matriz OD de potenciales pasajeros no cambie, el aumento de demanda total produce una modificación de la matriz OD de pasajeros que efectivamente viajan en bus. Esta expansión superior está acotada por la capacidad absoluta del vehículo, definida por su ocupación máxima factible. Esto es, hipotéticamente bus lleno durante todo el recorrido, pero en la realidad, la cota de expansión superior depende de la estructura de la matriz OD.

### 3.4 Decisiones de operadores

A pesar de haber aclarado el rol de los factores de carga, y con ello ayudar al modelador a predecir sus valores con un mayor grado de conocimiento de las consecuencias de su acción, aún es necesario definir factores de carga en forma exógena. Para ello se recomienda tomar en consideración información independiente relativa a los objetivos y políticas de los operadores.

La política que describe mejor la estrategia de competencia de los operadores ingleses y chilenos parece ser "igualar tarifas", en ambos casos con muy escasas excepciones. Es decir, desestimar la guerra de tarifas (u otra posible estrategia) y en cambio competir en el terreno de los niveles de servicio, principalmente frecuencias.



Representando las tarifas de equilibrio en el espacio de los factores de carga, figuras 6 y 7, se observa que, independiente de los valores del tiempo asumidos para los usuarios, los puntos de igualdad de tarifa están ubicados en lugares geométricos tales que la razón entre factores de carga es constante. En el caso representado en las figuras este corresponde a factores de carga de buses 1.65 veces mayores que en minibuses. Esta constante refleja la relación entre los costos de operación de los dos tipos de vehículos porque, en condiciones de "break even", se cumple que:

$\text{tarifa} \times \text{factor de carga} \times \text{long. de viaje} = \text{costos de operac.}$

Luego, la regla para definir factores de carga bajo el supuesto que los operadores igualarán tarifas, consiste en definir pares de factores de carga cuya razón sea igual a la razón entre los costos de operación. Esto reduce el conjunto de valores factibles en forma significativa.

#### 4. CONCLUSIONES

El modelo de simulación del Dr. Glaister, a pesar de las deficiencias propias de los modelos de simulación, es una interesante herramienta de análisis de los mecanismos que rigen la operación de buses en condiciones de competencia.

Un aspecto discutido del modelo es la necesidad de introducir un valor exógeno del factor de carga. En este trabajo se utilizó el modelo para investigar el comportamiento de tales mecanismos y, en particular, analizar el rol del factor de carga. La motivación para ello radica en la dificultad para predecir valores adecuados para los factores de carga. En efecto, predicciones anteriores con este modelo indicaban que, en corredores de baja demanda el resultado esperado es el monopolio de minibuses y en corredores de alta demanda los buses serían monopólicos; situaciones de competencia eran en general poco frecuentes (Gálvez, 1986).

A pesar que en términos generales los resultados monopólicos en situaciones extremas de demanda son probables, hemos mostrado aquí que las predicciones usando el modelo de Glaister están gravemente dominadas por los valores del factor de carga introducidos exógenamente por el modelador. Se ha mostrado también la existencia de áreas de competencia y de monopolio, que constituyen espacios factibles del mercado, y que están definidas por la combinación de los factores de carga de los tipos de buses.



De este análisis se desprenden las siguientes conclusiones:

i) Existe un espacio de competencia donde el equilibrio esperado es un mercado compartido por buses y minibuses. Este espacio puede ser gráficamente identificado en el espacio definido por la combinación de factores de carga (que aquí lo hemos denominado 'área competitiva').

ii) Fuera del espacio competitivo sólo un tipo de bus puede operar. Los minibuses tienen mayores posibilidades de dominar el mercado si logran operar a alta frecuencia y tarifas elevadas, es decir bajos factores de carga. Los buses grandes en cambio, tienen ventajas operando a menores frecuencias y tarifas, o sea factores de carga altos. Luego el arma de competencia de los minibuses es la "guerra de nivel de servicio" y de los buses es la "guerra de tarifas".

iii) Otras características de la competencia entre tipos de buses son las siguientes. Primero, en corredores en que los usuarios tienen menor valor del tiempo aumentan los espacios de competencia de los buses (reduciendo el valor de los límites inferiores), disminuyendo las posibilidades de control monopólico de minibuses. Segundo, los buses grandes dominan en corredores de alta demanda, en cambio los minibuses tienen mayores poderes monopólicos en corredores de menor demanda.

iv) Las predicciones originales del Dr. Glaister, que pronosticaban situaciones de competencia con mercados compartidos entre minibuses y buses grandes, están esencialmente dominadas por los factores de carga supuestos. Parte de esa discusión se ve aclarada con la existencia de áreas de competencia.

v) La predicción de factores de carga puede ser acotada asumiendo cierta estrategia de competencia de los operadores. Hemos sugerido la igualación de tarifas como estrategia posible dada la frecuencia con que se ha observado en la realidad.

Resumiendo, nuestro análisis del modelo indica que, dada las características de la oferta competitiva (buses y minibuses), son las características de la demanda, valor del tiempo y número de pasajeros totales, las que establecen en que medida un corredor está expuesto a prácticas conducentes al dominio monopólico del mercado por alguno de los operadores.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Tristán Gálvez por los comentarios hechos a este trabajo y por la presentación del mismo en el IV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte.



## REFERENCIAS

BRADLEY, M., MARKS, P. and WARDMAN, M. (1986) A Summary of Four Studies into the Value of Travel Time Savings. PTRC Summer Annual Meeting

BAUMOL, W.J., PANZAR, J.C. and WILLIG, R.D. (1982) Contestable Markets and the Theory of Industry Structure. Harcourt Brace Jovanovich, New York.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1984) Buses. Cmd 9300 H.M. Stationery Office, U.K.

GÁLVEZ, T.E. (1985) A Simulation Model for Free Market Urban Bus Competition Forecast. Tesis de Grado en M. Sc. Universidad de Leeds (sin publicar).

GÁLVEZ, T.E. (1986) Competition on an Urban Bus Route. A Comment. Journal of Transport Economic and Policy, Vol. 20, No. 1, pp. 101-106.

GLAISTER, S. (1985a) Competition on an Urban Bus Route. Journal of Transport Economic and Policy, Vol. 19, No. 1, pp 65-81.

GLAISTER, S. (1985b) Competition on an Urban Bus Route. A Rejoinder. Journal of Transport Economic and Policy, Vol. 19, No. 3, pp 317-319.

GLAISTER, S. (1986a) Bus Deregulation, Competition and Vehicle Size. Journal of Transport Economic and Policy, Vol. 20, No. 2, pp 217-244.

GLAISTER, S. (1986b) Competition on an Urban Bus Route. A Rejoinder. Journal of Transport Economic and Policy, Vol. 20, No. 1, pp 107-108.

MARTÍNEZ, F.J. (1988) Scope for Competition in the Urban Bus Industry: Models and Reality. Tesis de Grado en M.A., Universidad de Leeds (sin publicar).

NASH, C.A. (1985) Competition on an Urban Bus Route. A Comment. Journal of Transport Economic and Policy, Vol. 19, No. 3, pp 313-317.

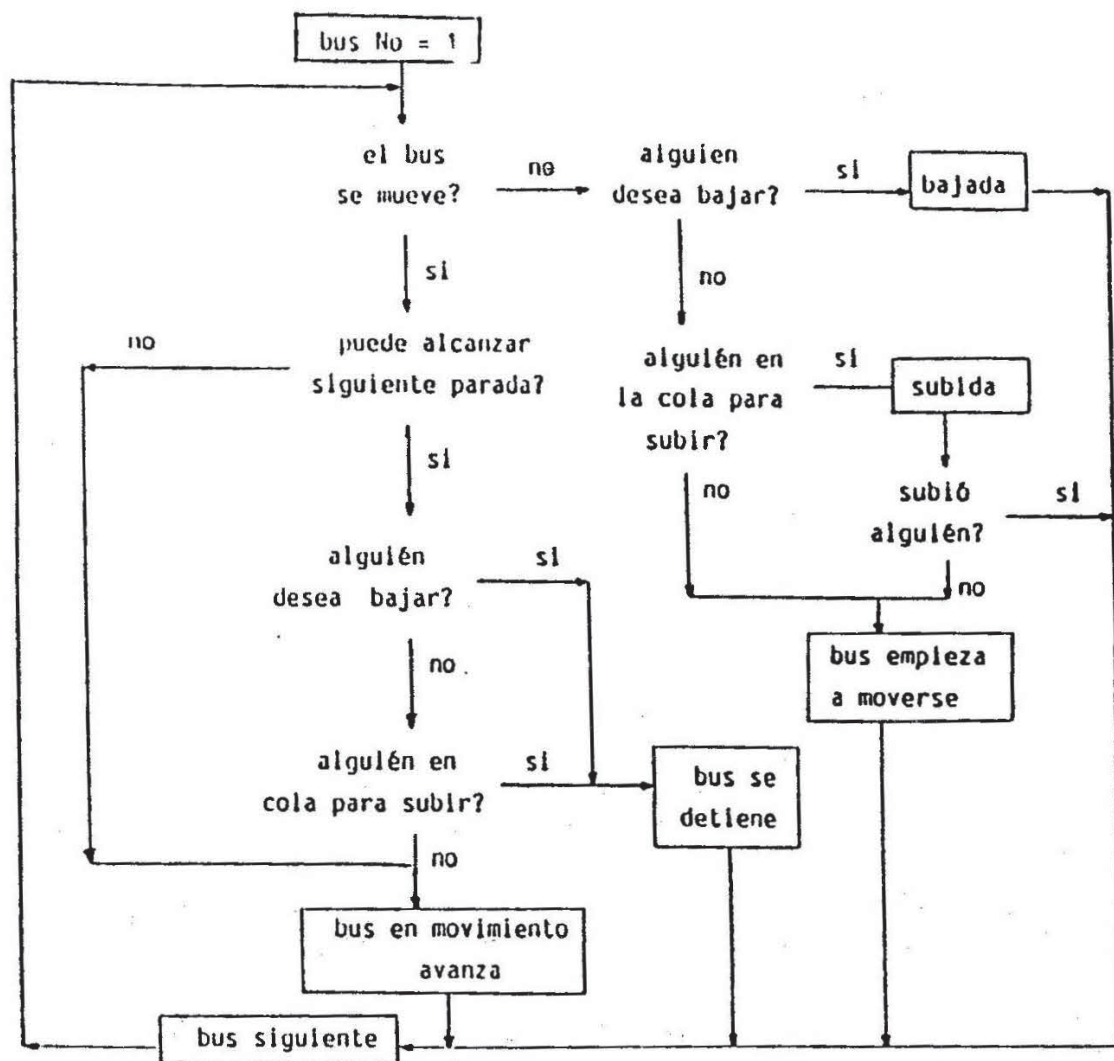


Figura 1. Algoritmo de la operación de buses en un paso de simulación.



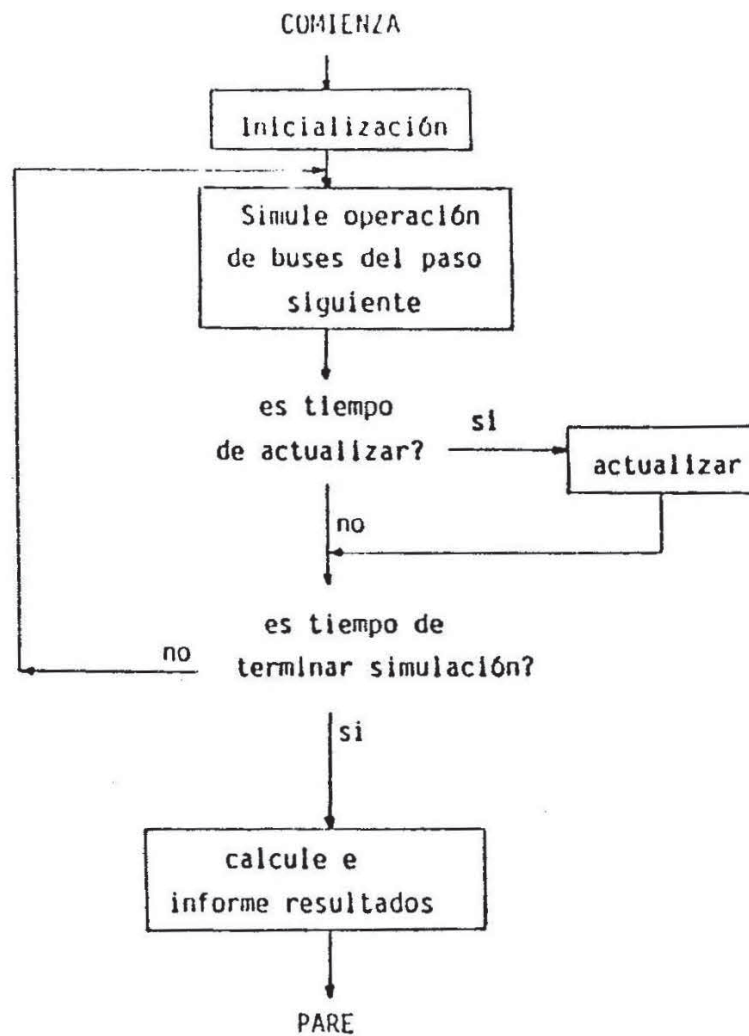


Figura 2. Algoritmo del programa principal.

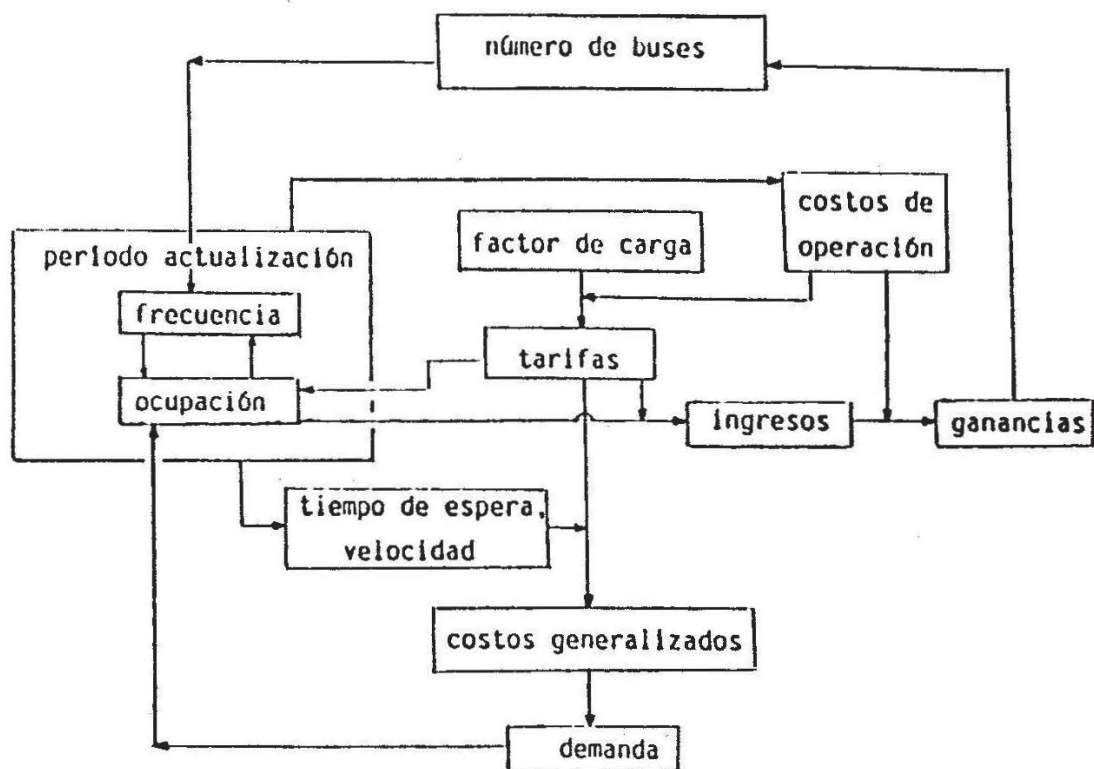


Figura 3. Mecanismo de ajuste de tamaño de flota.



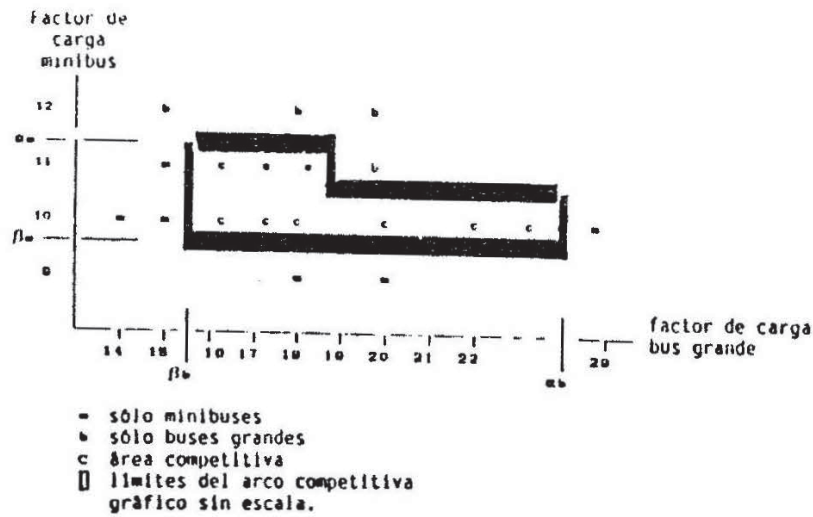


Figura 4. Area competitiva usando valores del tiempo de Bradley et.al.

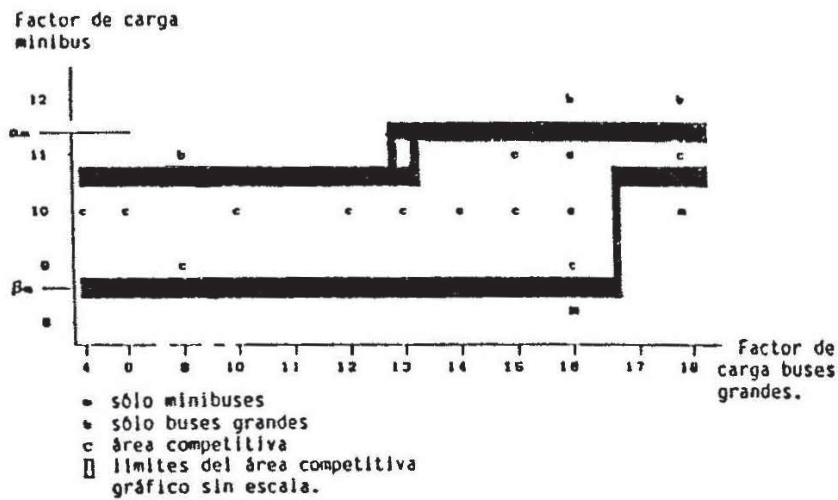


Figura 5. Area competitiva usando valores del tiempo de Glaister.

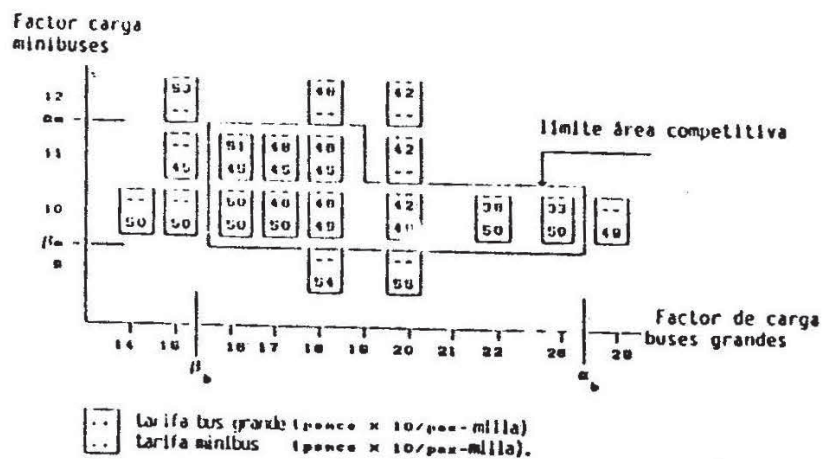


Figura 6. Combinaciones de tarifas para valores del tiempo  
 Bradley et. al.

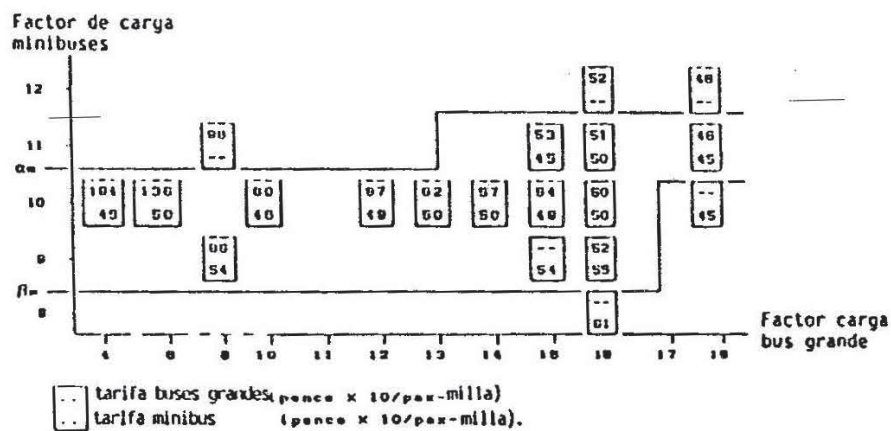


Figura 7. Combinación de tarifas con valores del tiempo de Glaister.