



**METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE
ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS SOCIALES POR
DISMINUCIÓN DE LA FLOTA DE BUSES EN
PROYECTOS DE CORREDORES CON VÍAS
EXCLUSIVAS EN TRANSPORTE URBANO**

División de Evaluación Social de Inversiones

2013

INDICE

1 - ANTECEDENTES	2
2 - METODOLOGÍA	2
Identificación de beneficios	2
Cuantificación y valoración de beneficios por disminución de flota	3
Cuantificación y valoración de beneficios por disminución de la dotación de choferes	6
Cuantificación y valoración de beneficios por disminución de costos por permisos de circulación, seguros y parking	6
Ajustes a precios sociales	8

1. Antecedentes

El propósito de este documento es establecer un procedimiento simplificado que permita incorporar los beneficios asociados a la liberación de recursos por concepto de disminución de tamaño de flota de buses en los proyectos de desarrollo de corredores con vías exclusivas para buses¹.

2. Metodología

a. Identificación de Beneficios

Como parte de los beneficios sociales obtenidos por el desarrollo de proyectos de infraestructura de transporte público que aumentan la velocidad de circulación de los buses por la construcción e implementación de vías segregadas (exclusivas), se encuentra la *liberación de recursos por disminución del tamaño óptimo de flota* requerido para satisfacer la demanda por viajes para un determinado nivel de servicio. De esta forma, una flota con menor cantidad de vehículos o con una menor tasa unitaria de uso puede operar y mantener el mismo nivel de servicio.

La *liberación de recursos de bienes de capital* puede estimarse a través de dos formas. Si se mantiene constante la flota de buses y éstos se usan rotativa y alternativamente, disminuye la tasa de utilización unitaria, la tasa de depreciación (medida en kilómetros y no en horas de uso) y por tanto, aumenta la vida útil esperada del parque automotor. El tal caso, el beneficio está dado por el atraso del momento óptimo de reemplazo de los vehículos.

Alternativamente, si se disminuye la flota, manteniendo constante la tasa de utilización unitaria y la tasa de depreciación (medida en kilómetros y no en horas de uso), el beneficio está dado por la liberación de los recursos por concepto de la venta y/o arriendo de las “unidades liberadas”. En equilibrio y con plena información, ambas estimaciones deberían ser equivalentes.

Además de los ahorros de capital, deben incorporarse los *ahorros por disminución de costos de operación* de los buses sacados del servicio (disminución de la dotación de choferes y ahorros de permisos de circulación,

¹ Este documento sólo mide los beneficios por ahorro de flota, omitiendo los efectos indirectos y secundarios del proyecto, los cuales se miden como parte del proyecto integral (por ejemplo, el aumento en la congestión en las vías no exclusivas por aumento de la circulación de vehículos particulares que dejan de usar las vías destinadas sólo a buses).

seguros y parking) y los *des-beneficios por aumento de la velocidad de circulación* de los buses (lubricantes, neumáticos y combustibles). No obstante, éste último des-beneficio no será estimado en la presente oportunidad, por tratarse de una metodología simplificada; sin embargo, ello no impide éste se incluya en las evaluaciones sociales que se desarrollen y en sucesivas versiones de este documento, si la formulación y evaluación de las iniciativas de inversión así lo amerita. Asimismo, el beneficio por disminución de los tiempos de viaje de los pasajeros por aumento de la velocidad de circulación está ya incluido en la evaluación original del sistema de transporte, razón por la cual se omite en el presente análisis (incluirla implicaría una doble contabilización de beneficios).

Por tratarse de una simplificación del análisis, el presente documento analizará los beneficios por disminución de flota de buses, manteniendo constante la tasa de utilización (en kilómetros) de los vehículos y los ahorros de operación correspondientes a choferes, permisos de circulación, seguros y parking.

Un supuesto fundamental de este análisis es que la demanda se mantiene constante (en cada uno de los paraderos de buses) en las situaciones con y sin proyecto, razón por la cual cualquier bus que circule a mayor velocidad por su recorrido permite mantener constante la frecuencia de paradas (nivel de servicio).

b. Cuantificación y valoración de beneficios por disminución de flota

Para obtener el diferencial de tamaño de flota (en número de vehículos) *cuando ésta disminuye como consecuencia del proyecto*, debe estimarse el tamaño de flota óptimo en las situaciones Sin Proyecto (SP) y Con Proyecto (CP). El tamaño óptimo de flota (oferta de buses) en la situación SP se estima de la siguiente manera:

$$T^{SP} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f_{ij} * c_{ij}^{sp}$$

Donde:

T^{sp} es el tamaño de flota en unidades-buses en la Situación SP;

f_{ij} es la frecuencia para cada servicio i (buses/unidad de tiempo) y por tipo de bus j. A los fines de la evaluación, se supone que esta frecuencia se mantiene constante;

c^{sp}_{ij} es el ciclo de viaje (medido en minutos u horas) en la Situación SP por unidad de tiempo;

i es el servicio que utiliza el eje;

j es el tipo de bus perteneciente al servicio i ;

Con la implementación de un corredor de transporte público con vías segregadas (exclusivas), aumenta la velocidad de circulación de los buses, disminuyendo el tiempo del ciclo; por ello, el tamaño de flota requerido en la Situación CP es:

$$T^{CP} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n f_{ij} * c_{ij}^{CP}$$

Donde:

T^{CP} es el tamaño de flota en unidades-buses en la Situación CP;

f_{ij} es la frecuencia para cada servicio i (buses/unidad de tiempo) y por tipo de bus j ;

c^{cp}_{ij} es el ciclo de viaje (medido en minutos u horas) en la Situación CP por unidad de tiempo; $c^{cp}_{ij} < c^{sp}_{ij}$;

i es el servicio que utiliza el eje;

j es el tipo de bus perteneciente al servicio i ;

La liberación de recursos por efecto del proyecto corresponde al diferencial de tamaño de flota, en unidades de buses, entre las situaciones SP y CP:

$$\Delta T = T^{SP} - T^{CP}$$

Donde:

ΔT es el diferencial de tamaño de flota en unidades-buses (redondear al entero inferior);

La valoración de este beneficio se obtiene de:

$$BT(\Delta flota) = p * \Delta T$$

Donde:

$BT(\Delta flota)$ son los beneficios por liberación de recursos por disminución de la flota;

p es el precio social promedio unitario;

ΔT es el diferencial de tamaño de flota;

Bajo este enfoque, los beneficios por liberación de recursos por disminución de tamaño de flota se contabilizan sólo en el primer año de operación del proyecto.

El precio social del bus debe obtenerse a través de la observación de los precios de mercado de los buses usados, corregidos socialmente. Si ello no fuera posible, se propone estimarlo en función de:

- i) valor promedio ponderado de mercado por tipo de bus que circula en el eje, según antigüedad de la flota de buses;

o alternativamente a partir de,

- ii) valor promedio ponderado bus nuevo, ajustado por depreciación según la siguiente forma:

$$PP = pm - da$$

Donde:

PP es el precio privado promedio ponderado de un bus actual;

pm es el precio privado promedio ponderado bus nuevo;

da es la depreciación acumulada,

Para obtener la depreciación acumulada, se consideran los siguientes supuestos:

i) depreciación lineal; ii) el valor inicial se considera como el precio promedio ponderado de un bus nuevo; iii) vida útil para los buses de 12 años; iv) el valor residual a 12 años se considera cero. Luego, la depreciación anual será:

$$D = (VI - VR) / VU$$

Donde:

D es la depreciación anual;

VI es el valor inicial;

VR es el valor residual;

VU es la vida útil;

De este modo:

$$da = D * n$$

Siendo:

n es la cantidad de años de uso del vehículo;

c. Cuantificación y valoración de beneficios por disminución de la dotación de choferes

A partir de la estimación del diferencial de flota entre las situaciones CP y SP, puede obtenerse el beneficio por liberación de recursos por menor dotación de choferes en la situación CP. Suponiendo una tasa α de choferes contratados por bus (de acuerdo a los turnos de trabajo establecidos, medido en horas u otra unidad de tiempo), el beneficio total por ahorro de choferes se estima como:

$$BD(\Delta flota) = \sum_{i=1}^n \frac{(w^* \alpha * \Delta T)}{(1 + r^*)^i}$$

Donde:

$BD(\Delta flota)$ son los beneficios por liberación de recursos por disminución de la dotación de choferes;

w es el salario bruto anual promedio unitario, ajustado a precios sociales dependiendo del tipo de calificación de la mano de obra;

α es la tasa de choferes contratados por bus;

ΔT es el diferencial de tamaño de flota;

r^* es la tasa social de descuento;

n es el horizonte de evaluación del proyecto;

d. Cuantificación y valoración de beneficios por disminución de costos por permisos de circulación, seguros y parking

A partir de la estimación del diferencial de flota entre las situaciones CP y SP también puede obtenerse el beneficio por liberación de recursos por menor pago de permisos de circulación, seguros y parking en la situación CP.

La estimación del beneficio por ahorro de permisos de circulación supone que éste representa la contraprestación por un servicio determinado (por ejemplo mantenimiento y conservación de la vialidad urbana) y no un impuesto, en cuyo caso sería una transferencia, por lo cual no debiera contabilizarse como beneficio

social, excepto por la eventual distorsión o pérdida de eficiencia que éste implica en el mercado de los vehículos².

El beneficio por ahorro de *permisos de circulación* se estima de la siguiente forma:

$$BC(\Delta flota) = \sum_{i=1}^n \frac{(pc * \Delta T)}{(1 + r^*)^i}$$

Donde:

BPC($\Delta flota$) son los beneficios por liberación de recursos por disminución de pago de Permisos de Circulación;

pc es el permiso de circulación anual promedio unitario;

ΔT es el diferencial de tamaño de flota;

r^* es la tasa social de descuento;

n es el horizonte de evaluación del proyecto;

El beneficio por ahorro de *seguros* se estima de la siguiente forma:

$$BS(\Delta flota) = \sum_{i=1}^n \frac{(s * \Delta T)}{(1 + r^*)^i}$$

Donde:

BS($\Delta flota$) son los beneficios por liberación de recursos por disminución de pago de Seguros;

s es el seguro anual promedio unitario;

ΔT es el diferencial de tamaño de flota;

r^* es la tasa social de descuento;

n es el horizonte de evaluación del proyecto;

El beneficio por ahorro de permisos de *parking* se estima de la siguiente forma:

$$BE(\Delta flota) = \sum_{i=1}^n \frac{(e * \Delta T)}{(1 + r^*)^i}$$

Donde:

² A fines de la simplificación y dado que no se dispone de información suficiente, se omitirá la estimación de este eventual costo social.

$BE(\Delta flota)$ son los beneficios por liberación de recursos por disminución de pago de Parking;

e es el parking anual promedio unitario;

ΔT es el diferencial de tamaño de flota;

r^* es la tasa social de descuento;

n es el horizonte de evaluación del proyecto;

e. Ajustes a precios sociales

Por último, en todas las alternativas de valorización de beneficios los precios privados de bienes e insumos deben ser corregidos a precios sociales, desagregando: i) IVA; ii) Aranceles; iii) Precio Social de la Divisa y iv) Precio Social de la Mano de Obra.