SENER | CONUEE
SECRETARÍA DE ENERGÍA
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

OPCIONES PARA EL TRANSPORTE MASIVO DE PERSONAS

Movilidad y transporte
Febrero/marzo 2019

El transporte público en las ciudades puede ser proporcionado por una o varias empresas privadas o por consorcios de transporte público; estos servicios se mantienen mediante el cobro directo a los pasajeros, y existen ciudades en donde el servicio es completamente subsidiado, esto quiere decir que el costo para el viajero es casi gratuito.

Los sistemas de transporte representan la eficiencia de una ciudad, repercuten en las necesidades de desplazamiento que tienen las personas en las ciudades; la reducción de la desigualdad entre las comunidades marginadas y los centros de productividad se refleja en el tiempo de trayecto que una persona emplea en el transporte público.

El costo del servicio de transporte implica una contribución fuerte en los impuestos, por lo que la selección de los modos de transporte por parte de la autoridad deberá ser evaluada de acuerdo con principios de las necesidades de gestión general, con los gastos operativos y fiscales. Los sistemas deben ser adoptados dentro de una estructura de planeación y financiación integrada, que garantice la sostenibilidad del propio sistema a largo plazo, sin dejar de ser asequibles para las personas de menores recursos. A continuación, se describen las características más relevantes en la elección de los sistemas de transporte

Capacidad de pasajeros

Los sistemas de transporte como el metro, tren ligero, trenes de cercanías y autobuses BRT, presentan la mayor capacidad en la oferta de los sistemas de transporte, ya que cuentan con una capacidad entre 30 mil y 50 mil pasajeros por hora y dirección; mientras que los sistemas de transporte como los autobuses, permiten un máximo de 15 a 35 mil pasajeros. La necesidad de un flujo de capacidad muy alto depende en parte de la relación de la estructura de la ciudad y del sistema.

En ciudades densas como Londres y Nueva York, que cuentan con una traza urbana adecuada, el uso del metro tiene un índice de uso superior en comparación con otros sistemas de transporte. Sin embargo, la capacidad máxima de este sistema es solo de 20 mil a 30 mil pasajeros por hora y dirección; esto se explica por las múltiples líneas que conforman el sistema y su distribución de pasajeros en toda la ciudad. Mientras que, en ciudades como Hong Kong o Sao Paulo, es posible una mayor capacidad de pasajeros en un número menor de líneas, alimentando así a grandes volúmenes de pasajeros en un solo carril.

En cierto sentido, se hace inevitable proponer sistemas de transporte con una alta capacidad en las ciudades. Sin embargo, esto dependerá de las características físicas de cada ciudad, la oferta y la demanda, así como de la extensión de los viajes a los centros de productividad,

siempre basándose en una distribución más equitativa.

Velocidad de operación

La velocidad operativa de un sistema no representa un elemento decisivo al momento de seleccionar un sistema de transporte, más bien se debe considerar la velocidad promedio que incorpora, como también los tiempos de espera y de recorrido; esto se relaciona con la tecnología y la innovación que presente cada sistema.

A continuación, se muestra una tabla en donde se comparan distintos aspectos de tres sistemas de transporte masivo.

COMPARACIÓN DE DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE MASIVO

Característica	Tranvía-LRT	Metro	TMB-BRT
Capacidad (Pasajeros/ vehículo)	110-250	140-280	80-160
Vehículos/unidad	1-4	1-10	1
Velocidad máxima (km/h)	60-80	70-100	60-70
Velocidad comercial (km/h)	15-35	25-55	15-30
Frecuencia máxima (unidades/h)	40	20-40	70-210
Capacidad (pasajeros/h/sentido)	6.000-20.000	10.000-72.000	11.000-40.000
Costos de inversión (Millones €/km)	15-50	30-200	1-10

FUENTE: Datos y valoración de Steer Davies Gleave.

Tabla 1. Tecnologías de transporte masivo.

Los sistemas que no se presentan aquí no son considerados como transporte masivo; los autobuses, microbuses y minibuses no poseen una gran capacidad de pasajeros, pero tienen otras ventajas como una red de distribución más densa y un mejor acceso a las vías secundarias y locales.

Costos del sistema

El costo más importante en el transporte urbano es el de capital para infraestructura, asistencia técnica, equipo y vehículos. Entonces, aparece la principal ventaja para los sistemas de transporte BRT (no masivos), en comparación con los masivos. Si bien los costos de capital para los sistemas de metro varían de 40 millones a 90 millones de dólares por kilómetro, y los sistemas de transporte de tren ligero van de 10 a 50 millones de dólares por kilómetro, los sistemas BRT solo cuestan de 1 a 30 millones de dólares por kilómetro.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que aumenta el costo del sistema de metro porque a menudo se construye bajo superficie o elevado, lo que aumenta considerablemente el costo, mientras los sistemas BRT funcionan a nivel del suelo.

Espacio requerido

Este aspecto debe ser considerado a la par del costo del sistema, ya que si el espacio físico a nivel no es suficiente, es necesario construir vías aéreas o túneles, lo que causa un aumento importante. Para permitir un rápido ascenso y descenso de las pasajeros, es necesario que la infraestructura cuente con un ancho suficiente, el cual depende del tipo de vía en donde será ubicado el sistema de transporte (primaria, secundaria o local).

Planificación y construcción

El tiempo de planificación y construcción es otro argumento a favor de los sistemas BRT. El proceso de desarrollo y planificación es generalmente más rápido para los BRT que para los sistemas ferroviarios. El proceso de planificación para un sistema BRT de "clase mundial", en algunos casos, toma alrededor de un año (pero puede demorar un año más dependiendo de las circunstancias locales), y cuesta alrededor de 2 millones por kilómetro. Debido a su costo relativamente bajo, la financiación también es más fácil y más rápida. La infraestructura física de los BRT es relativamente sencilla, por lo que se puede construir en un tiempo relativamente corto, algunos pueden llegar a construirse en menos de 18 meses. Los sistemas ferroviarios subterráneos y aéreos pueden tardar bastante

más tiempo, a menudo más de tres años. La diferencia en el retraso tiene una dimensión política. Los alcaldes que son elegidos solo por un período de tres a cuatro años pueden supervisar un proyecto BRT de principio a fin, mientras que con los otros sistemas no sucede lo mismo.

El sistema de trolebuses de Quito y la incorporación de la "Eco-Via" son ejemplos notables de la rentabilidad del BRT y su posible aplicación, incluso en un entorno económico tenso. Ecuador ha tenido varios años tumultuosos de dificultades políticas y económicas. Inmerso en un ambiente caótico, Quito ha logrado desarrollar y expandir un impresionante sistema de transporte público, con 25 km de carriles para autobuses. El sistema cubre todos los costos operativos, con una tarifa de solo 20 centavos de dólar.

La flota existente de autobuses a cargo de operadores privados tiene un impacto ambiental y sanitario en la ciudad. Hasta hace poco, la edad promedio de los autobuses del sector privado era de 17 años, con algunos vehículos de 35 años. Los trolebuses eléctricos también proporcionan beneficios ambientales adicionales mediante la sustitución de los autobuses diésel por unidades alimentadas por energía hidroeléctrica. La popularidad del trolebús de Quito supera las expectativas y, en cierto sentido, ha generado un problema inesperado. Con más de 200 mil personas que utilizan el sistema cada día, se ha alcanzado su capacidad máxima, lo que requiere una extensión adicional. El municipio planea construir 73 kilómetros adicionales de carriles de autobuses en un futuro cercano.

La flexibilidad y el medio ambiente.

A diferencia de las opciones ferroviarias, que son inherentemente fijas, el sistema BRT permite una gran flexibilidad para el crecimiento futuro. Resulta relativamente fácil crear nuevas rutas y otras medidas en el sistema para responder a los cambios demográficos o a las nuevas decisiones de planificación.

Las cuestiones ambientales son otro factor que influye en la elección del sistema. Los subterráneos, los sistemas de TFL, los trenes de cercanías y los autobuses eléctricos tienen la ventaja de que no generan contaminación, siempre y cuando la electricidad se produzca a partir de fuentes renovables; en comparación con los autobuses concesionados a menudo utilizan diésel, por lo que, contribuyen a la contaminación urbana.

MEDIO DE TRANSPORTE	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	RUIDO	IMPACTO VISUAL	SEGURIDAD
Autobús en tránsito mixto (C)	mala	regular	buena	regular
Autobús en carriles preferenciales (B)	regular	regular	buena	regular
Autobús en carriles exclusivos (A)	buena	buena	buena	buena
Tranvía	excelente	regular	regular	regular
Tren ligero	excelente	regular	regular	buena
Metro superficial	excelente	mala	mala	mala
Metro elevado	excelente	mala	mala	excelente
Metro subterráneo	excelente	excelente	excelente	excelente

Tabla 2. Impactos producidos por el transporte.

Conclusiones

Después de esta comparación, se puede concluir que los sistemas BRT tienen varias ventajas sobre los sistemas ferroviarios. Sus costos son más bajos, el tiempo de planificación es más corto y la flexibilidad es mayor.

Los sistemas TFL tienen capacidades similares, requieren menos espacio, pero los costos son considerablemente más altos. Por lo tanto, son más apropiados para países más ricos, donde se exige mayor comodidad y donde el costo de la mano de obra es mayor que el costo del servicio prestado.

Si la capacidad de los pasajeros excede los 25 mil pasajeros por hora y dirección, o si se requieren velocidades más altas, si el espacio

es escaso, los sistemas de riel ligero son los apropiados, porque son capaces de transportar hasta 40 mil pasajeros por hora por dirección y un costo ligeramente más alto que los sistemas TFL.

Los trenes subterráneos y suburbanos combinan altas capacidades y costos más altos. Si el BRT no es adecuado para grandes volúmenes de pasajeros en megaciudades, se debe adoptar un enfoque integrado, en el cual los autobuses se utilizan para servir el metro.

Bibliografía.

1- Ángel Molinero Molinero - Ignacio Sánchez Arellano. Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración.

Av. Revolución 1877, Loreto, Ciudad de México. C.P. 01090, Tel. (55) 3000 1000 Ext. 1211, 1202, 1214, 1215. asistencia_transporte@conuee.gob.mx

CONUEE
@CONUEE_mx / @Ctransp

Elaborado en la Dirección de Movilidad y Transporte
Colaborador: Carmen Paulina Romo de Vivar Arriaga

SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA

CONUEE
COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

AHORRA ENERGÍA ES BIENESTAR