

**INFLUENCIA DEL DISEÑO DE BUS, PARADERO Y MODALIDAD DE OPERACION
SOBRE LA DURACION DE LA DETENCION DE BUSES**

Eduardo Valenzuela Freraut
Irene Baeza Pinto
Consultores en Ingeniería de Transporte, CITRA Ltda. Casilla
52301 Santiago, Chile.

RESUMEN

La duración de la detención por movimiento de pasajeros de un bus en operación, es una componente importante dentro del tiempo de viaje ya que afecta tanto el consumo de recursos como la frecuencia de servicio que es posible ofrecer con una flota dada. Por lo tanto, es muy importante estudiar el proceso de subida y bajada de pasajeros y de qué factores depende.

El objetivo del estudio es modelar empíricamente el proceso, la hipótesis de trabajo consiste en suponer que existen muchas formas de subir y/o bajar de un bus de transporte público detenido en un paradero, las que están estrechamente ligadas con el número de puertas del vehículo y la modalidad de circulación interior de los pasajeros.

Como la diversidad de vehículos y modos de operación existente en el país es muy limitada, la base de datos utilizada incluye información obtenida en otros países (Brasil e Inglaterra) y antecedentes recopilados de diversos estudios en los que han participado los autores.

Se concluye que el uso especificado de puertas, la existencia y ubicación del cobrador y el tipo de cobro (entre otras) influyen en el costo temporal marginal de las subidas y/o bajadas del bus, no así en el tiempo muerto por detención el cual depende principalmente del diseño físico del paradero en cuestión.

A la luz de los resultados, se recomiendan criterios para el diseño de paraderos y buses que consigan disminuir la duración de las detenciones.

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El transporte público de superficie permite atender un alto número de viajes haciendo un uso menor de la plataforma vial respecto del transporte privado. Esta característica ha llevado a plantear la necesidad de otorgar facilidades para mejorar su operación en las vías que presentan un alto nivel de congestión.

Las políticas tendientes a resolver estos conflictos dependen de las condiciones específicas que se presentan en las vías bajo análisis; es decir, no se dispone de medidas universales para mejorar la operación del transporte público. Sin embargo, se sabe que éstas dependen en buena medida de la composición del parque vehicular, de los niveles de flujo, de la frecuencia y duración de las detenciones y de la conducta de operadores y usuarios.

Por otro lado, es sabido que la velocidad comercial o de viaje (en adelante, V_c) depende fuertemente de la frecuencia de detenciones (F_d) según una exponencial negativa (CADE, 1988).

$$V_c = V_o \cdot e^{-\alpha \cdot F_d} \quad (1)$$

Donde V_o equivale a la velocidad comercial en un tramo sin detenciones. El problema que subsiste a esta especificación es que la duración de la detención (T_d) no es considerada. Al respecto, estudios recientes (CITRA, 1990) han encontrado que al incorporar ésta variable en el análisis, la significancia estadística aumenta en forma considerable.

$$V_c = V_o \cdot e^{-\delta \cdot F_d \cdot T_d} \quad (2)$$

Es decir, no es suficiente diseñar mecanismos que regulen sólo la frecuencia de detenciones, si no que también es necesario diseñar mecanismos que disminuyan la duración de éstas, fenómenos explicados en parte importante por la falta de concepciones de diseño de paraderos adecuadas, y por la incertidumbre en cuanto al lugar específico donde los vehículos se detienen.

Sin embargo, existen otros factores que indudablemente intervienen en la cantidad y duración de las detenciones para tomar o dejar pasajeros, los que están directamente ligados a las características de diseño de los vehículos de transporte público y al comportamiento de usuarios y conductores.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en identificar las variables que intervienen en la duración de las detenciones y efectuar las recomendaciones de diseño tanto de paraderos como de vehículos que permitan reducir su influencia en el aumento de los tiempos de viaje.

El presente documento se divide en 5 Capítulos. El Capítulo 2 detalla la calibración del modelo de duración de detenciones y los resultados obtenidos a partir de ésta. El Capítulo 3 contiene criterios para el diseño de paraderos. El Capítulo 4 detalla las principales recomendaciones de diseño de vehículos de transporte público. Finalmente, los comentarios más relevantes del estudio se detallan en el Capítulo 5.

2. MODELACION

2.1. Modelo Adoptado

Se sabe que una forma sencilla de especificar un modelo descriptivo del tiempo detenido por operaciones de subida y/o bajada de pasajeros (T_p) de un vehículo de transporte público, consiste en suponer que dicho tiempo depende del número de pasajeros que suben (P_{s1}) y bajan (P_{b1}) por la puerta i -ésima del bus (Baeza, 1989). Luego, la duración de la parada se calcula como el máximo, entre puertas, del tiempo requerido para que los pasajeros suban y bajen. Además se debe incluir un tiempo muerto.

$$T_p = \beta_0 + \text{Max}_i [\beta_1 \cdot P_{s1} + \beta_2 \cdot P_{b1}] \quad (3)$$

Los valores de P_{s1} y P_{b1} dependen del número y función de las puertas. Pero, la función de las mismas, si hay más de una, es influída por el sistema de cobro del pasaje y el diseño de la circulación dentro del bus.

Los parámetros β_0 , β_1 , β_2 condensan el efecto de múltiples características de diseño de vehículos (ancho de la puerta, altura y número de peldaños, etc.), modalidades de operación del paradero, sistema de cobro, hábitos del conductor y diseño físico del paradero.

2.2. Antecedentes Recopilados

Como la diversidad de vehículos y modos de operación existente en el país es muy limitada, se recopilaron antecedentes de diversos estudios en los que han participado los autores (CITRA, 1989; CITRA, 1990). Dichos antecedentes incluyen videogramaciones de paraderos en otros países.

Se recogió mediante observaciones en terreno información para diversos tipos de vehículos y paraderos con la que se estimó el efecto de conjunto en cada caso e impactos específicos del diseño en el valor de los parámetros.

Para evitar cualquier factor no controlado que altere los tiempos de parada, las observaciones se realizaron en paraderos no congestionados ni influidos por intersecciones adyacentes.

Los tipos de vehículos filmados corresponden a Taxibuses (1

puerta), Buses (2 puertas), Maxibuses (3 puertas), Route Master (bus de dos pisos con una puerta y cobrador), T Type (de dos pisos y dos puertas, sin cobrador) y el Midibus (de una puerta, un piso y sin cobrador).

Finalmente, con los antecedentes recopilados se confeccionó una base de datos que contiene el número de pasajeros que sube y baja (diferenciado por puerta) en cada detención y la duración de ésta, para cada paradero y tipo de bus.

2.3. Calibración del Modelo y Resultados Obtenidos

En la calibración del modelo se distinguen dos etapas. La primera realizada para determinar el valor de los parámetros para cada paradero y tipo de bus, y la segunda para analizar la forma en que influyen el diseño del paradero, el diseño de los vehículos y la modalidad de operación del paradero, en los parámetros del tiempo detenido.

Para analizar los efectos que tiene el diseño del paradero y modalidad de operación en los parámetros del tiempo detenido se estudió las posibles diferencias que podrían haber para el mismo tipo de buses en distintos paraderos.

Por otro lado, para determinar los efectos del tipo de bus (principalmente el uso de puertas y presencia de cobrador) se realizaron regresiones por separado para cada paradero en el que existían distintos tipos de vehículos, para ello se introdujeron variables mudas para diferenciar tipos de buses.

En base a los resultados arrojados por estas regresiones se desprenden las siguientes conclusiones:

Se concluye que la demanda de pasajeros reviste una gran importancia en el diseño de paraderos. Se detectó que para un paradero de demanda baja (menores a 250 Pax/Hr) es suficiente un sólo sitio de parada en el que esté claramente definido el lugar donde deben estar ubicados los pasajeros y el lugar exacto en el cual debe producirse la detención. Incluso un sobredimensionamiento del diseño del área de parada es perjudicial para la operación del paradero.

Con respecto a la influencia sobre los parámetros del tiempo detenido se concluye que β_0 dependería fundamentalmente del diseño del paradero, más específicamente del encuentro entre pasajeros y buses debido a que los buses no tienen un lugar definido para detenerse y los pasajeros no tienen un lugar específico donde esperar por ellos; y en los que no se observa un diseño apropiado, por ejemplo un andén muy estrecho (entre 1,50 y 1,80 mts) situación que obliga a los peatones que esperan a situarse en la calzada, disminuyendo la capacidad de ésta y aumentando los tiempos muertos por fricción entre peatones y vehículos.

Luego, para disminuir el valor de β_0 es necesario tener especial

cuidado en diseñar apropiadamente los andenes para que los pasajeros tengan un lugar de encuentro ordenado y establecido con los buses. Además, será indispensable definir áreas de acceso y egreso de los buses y del paradero, dando especial importancia a la localización de los sitios de parada dentro del paradero en relación con el destino de los pasajeros.

Respecto al diseño de los vehículos de transporte público, en β_0 sólo influye el sistema de apertura de puertas utilizado. Los parámetros β_1 y β_2 están directamente relacionados con el diseño del vehículo: altura de la pisadera, ancho y número de puertas, dimensiones de los escalones, forma y ubicación del pasamanos. Además, dependen del sistema de cobro, el que define un uso específico de las puertas.

Más que la presencia del cobrador, lo que influye sobre el tiempo detenido es la ubicación de éste, por medio de la capacidad que tenga el bus para que los pasajeros suban a él y esperen que se les cobre (área de reserva). Es así como un bus con gran área de reserva estará menos tiempo detenido que uno en el que los pasajeros tengan que esperar en el paradero mientras se les cobra el pasaje a los que ya subieron y están bloqueando la puerta de subida. Es el caso de los Maxibuses con cobrador: su tiempo de parada es menor que el de buses y taxibuses, aún cuando la demanda de pasajeros es mayor.

Al comparar los valores de la duración media del tiempo de parada de buses entre los paraderos de São Paulo y Santiago, se concluyó que el uso específico de las puertas, esto es, su especialización en subida o bajada (situación que se da en São Paulo), ayuda a disminuir la duración del tiempo de parada porque se aprovecha el tiempo de una detención para que suban y bajen pasajeros en forma simultánea y elimina la fricción entre pasajeros que bajan y suben. En los paraderos de Londres se observa que el tiempo medio de parada es menor en los vehículos Route Master (de una sola puerta con cobrador) que en los T-Type (dos puertas). En principio no debería ser así, puesto que se supone que existe mayor fricción entre pasajeros que suben y pasajeros que bajan, pero en este caso el diseño de la puerta influye notoriamente en la operación: al ser más ancha permite un pasamano al centro el que la divide en dos "pasillos", uno para subir y el otro para bajar. Además dado que el vehículo no posee un sitio de cobranza de pasaje (el cobrador circula libremente por todo el vehículo), el roce entre pasajeros que suben y bajan se reduce drásticamente.

3. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE PARADEROS

Considerando los resultados obtenidos en el capítulo anterior y la aplicación del modelo de simulación IRENE, se desarrolló un método para elegir y analizar configuraciones físicas y modalidades de operación de paraderos, conforme a variables de demanda y flujo de buses, tipos de vehículo y características de la plataforma vial.

Las conclusiones obtenidas se resumen en la Figura N°1, en la que se ingresa con el flujo de buses que para y la demanda total de pasajeros (demanda de subida + demanda de bajada) y se obtiene el tipo de paradero (configuración física).

El procedimiento para determinar el número de grupos en el caso de paraderos diferenciados consiste en dividir el flujo y la demanda en la mitad y entrar a la Figura N°1 nuevamente. En caso que la solución recomendada siga siendo paraderos de sitios diferenciados se debe dividir en tres el flujo y la demanda e ingresar nuevamente a la figura hasta que la solución sugerida sea paraderos de sitios múltiples o único.

De acuerdo a las modalidades de operación y configuraciones físicas que se han considerado factibles se obtuvieron criterios para la localización del paradero, el diseño de andenes, refugios peatonales, áreas de parada y modalidad de operación.

3.1. Localización

Para la localización del paradero se deben considerar lugares donde la interferencia con otros vehículos sea minimizada y en donde los pasajeros suban y bajen con comodidad y seguridad.

Con respecto a la ubicación del paradero en forma longitudinal dentro de la plataforma vial, en general, se recomienda el uso de paraderos a mitad de cuadra cuando los flujos de buses y la demanda son altos. Esta ubicación reduce la interferencia con las intersecciones semaforizadas.

Los paraderos antes y después de la intersección son recomendados cuando se cruzan las rutas de buses y hay una transferencia significativa de pasajeros. La seguridad y comodidad puede incrementarse colocando dos paraderos en la misma esquina.

Otras consideraciones importantes son: una adecuada iluminación, y que las puertas no queden bloqueadas por postes, grifos, cables u otra obstrucción semejante, y que la visión del conductor no esté obstruida por árboles, curvas u otros elementos.

3.2. Andenes

Se deben diseñar los andenes peatonales de manera que constituyan un lugar atractivo en cuanto a seguridad y comodidad para los pasajeros, evitando así los paraderos de hecho los que ocasionan interferencias con el resto del tráfico.

Para evitar que los peatones transiten por el andén y lo distingan fácilmente, este debe tener una altura de 15 cm. con respecto a la vereda (dicha altura se puede generar mediante una pendiente suave o a través de una grada) y un pavimento de distinta textura y color (pavimento anti-deslizante). Con este diseño se facilita el acceso a los buses disminuyendo el desnivel entre el andén y la pisadera de éstos.

Al definir el ancho de los andenes se debe considerar que no haya interferencia entre los pasajeros que suban o bajen del bus, los que esperan y los que transitan por la vereda. Para las configuraciones físicas que contemplan paraderos ubicados longitudinalmente junto a la vereda el ancho mínimo de ésta en el sector del paradero debe ser de 3 m., considerando 2 m. para el flujo peatonal y 1 m. para los pasajeros que esperan por los buses, como mínimo. Estos valores dependerán de la magnitud del flujo peatonal y de la demanda del paradero y el tiempo de espera medio.

La longitud del andén será idéntica a la longitud del área de parada del paradero.

Para encauzar a los peatones a utilizar el andén para subir y bajar de los buses se recomienda utilizar rejas que bloquen el acceso de los pasajeros o de los buses por el área adyacente al andén. La altura de la reja no debe ser inferior a 1 m.

Con respecto a los paraderos de doble andén, los criterios de longitud y ancho son los mismos para el andén que está ubicado en la vereda. Sin embargo, para el segundo es necesario generar un bandeja en la calzada, cuyo ancho no podrá ser menor que 3 m. Su longitud será determinada a partir de la longitud del área de parada y según criterios de generaciones de medianas (REDEVU, 1984). Para asegurar el acceso de los pasajeros al segundo andén se debe demarcar un cruce peatonal que en algunos casos podría ser controlado con un semáforo peatonal con botonera o coordinado con semáforo aguas arriba dependiendo de la magnitud del flujo de buses que ocupa el área de parada definido por el primer andén. También será necesario disponer una reja en la parte posterior del segundo andén para forzar a los pasajeros a utilizar el cruce peatonal.

Con respecto a la implementación de ordenadores de cola, para que los pasajeros esperen ordenadamente a los buses, está se justificaria en lugares donde la frecuencia de buses fuera baja y la demanda alta, lo que originaria mayor cantidad de pasajeros esperando durante más tiempo.

3.3. Refugios Peatonales

La principal función de los refugios es proteger a los usuarios de las inclemencias del tiempo y proporcionar comodidades tales como asientos, mapas de rutas, paneles de información cultural y luminosidad. Las dimensiones del refugio se calculan suponiendo una densidad de 2 a 2,5 pax/m² (REDEVU, 1984) en las horas de mayor demanda de subida.

En términos económicos la implementación de un refugio peatonal debería ser justificada considerando la demanda de pasajeros, el tiempo medio de espera, grado de exposición al viento y al tiempo y falta de iluminación. Sin embargo, se recomienda el uso de refugios peatonales aún cuando estas condiciones no se den en la práctica debido a que su implementación hace más atractivo el

paradero para los pasajeros, definiéndose así claramente dónde los buses deben detenerse a recogerlos y dejarlos.

El diseño físico del refugio contempla la utilización de paneles de información luminosos ubicados en la parte posterior del refugio, protegiendo de esta forma a los usuarios y evitando la obstrucción de la visibilidad de los peatones que se acercan al andén y de los vehículos que vienen por la vía lateral.

El asiento sólo se justifica cuando los tiempos de espera son muy largos. Incluso cuando la demanda es muy alta se recomienda no usar asientos para que la capacidad del refugio sea mayor.

3.4. Áreas de Parada

De la Figura N°1 se concluye que se pueden recomendar tres distintos tipos de configuraciones de áreas de parada dependientes del nivel de flujo que se detiene en el paradero y de la demanda de pasajeros:

-Sitio único : para niveles de flujo < 100 bus/hr y demandas de pasajeros (subida+bajada) < 800 pax/hr;

-Sitios múltiples (a lo más tres sitios) : para niveles de flujo < 100 bus/hr y demandas > 800 pax/hr, y para niveles de flujo entre 100 y 250 bus/hr y demandas < 800 pax/hr;

-Sitios diferenciados (cada área de parada de tres sitios como máximo): recomendado para niveles de flujo > 250 bus/hr y demandas > 250 pax/hr y para niveles de flujo entre 100 y 250 bus/hr y demandas mayores a 800 pax/hr.

Para cada una de estas configuraciones la longitud del sitio (generalmente 12 m.) debe ser superior en dos metros a la longitud del bus para que éste tenga espacio para maniobras, y el ancho no debe ser menor que 2,75 m.

En el caso de sitios diferenciados la distancia mínima entre áreas de parada debe ser tal que permita el almacenamiento de un bus como mínimo (a lo menos 12 mts).

Para el caso de configuraciones de sitio único y sitios múltiples, éstas pueden situarse transversalmente dentro de la plataforma vial anexa a la vereda, junto a un ensanche de ésta, en un área segregada, con una bahía para que los buses se detengan o con una plataforma para que los pasajeros esperen.

3.5. Modalidad de Operación

Con respecto a la modalidad de operación, se recomienda utilizar una segunda pista, ya sea para que los buses escapen del paradero o para que los que no se detienen no pasen por él, forzando además a los buses que se detienen a ocupar el sitio más próximo a la salida.

El hecho de obligar a los buses a ocupar el sitio más cercano a la salida contribuye a disminuir las demoras totales, al igual que evitar a los buses que no mueven pasajeros pasar por el paradero.

4. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE VEHICULOS

Las recomendaciones para el diseño de vehículos consideran que las variables de diseño que influyen en la operación de los pasajeros, tanto al interior del vehículo de transporte público como en los tiempos detenidos en paraderos son las siguientes: accesos, área interior, elementos de sujeción para ascenso y descenso y forma de operación.

Atendiendo a normas de diseño de carrocerías recomendadas por distintos estudios realizados por la Comunidad Económica Europea, Road Traffic y en Brasil, se generan diseños sobre estos aspectos.

4.1. Accesos

Para las puertas simples se recomienda un ancho mínimo de 0,700 m hábiles, independientemente del sistema de apertura de puertas. En el caso de puerta doble, se mantiene en 1,150 m el ancho mínimo recomendándose introducir un pasamanos central que divida la puerta en dos partes iguales y educar al pasajero, por medio de avisos, a utilizar para bajar sólo una mitad y para subir (cuando corresponda) la otra.

En ambas (puerta doble y simple), la altura mínima recomendada es de 2,000 m.

Para los peldaños de Taxibuses, se recomienda una altura máxima desde el suelo hasta el primer soporte de 0,300 m y para el resto de los peldaños de 0,250 m. La profundidad del primer peldaño no debe ser inferior a 0,350 m. y 0,300 para el resto. En el caso de Buses y Maxibuses, se recomienda aumentar las alturas de los peldaños a 0,350 m. para así mantener el número de estos constante en todos los vehículos de transporte público, independiente del chassis utilizado.

El sistema de apertura de puerta simple y doble recomendado es el deslizamiento hacia los costados (utilizado actualmente por el Maxibus). Las dimensiones recomendadas para el ancho de puerta y profundidad de peldaños permiten instrumentar el sistema rápidamente.

4.2. Área Interior

En este acápite se recomiendan dimensiones de asientos, pasillo y área de reserva.

La altura mínima recomendada entre el suelo y el techo del vehículo debe ser de 2,000 m y el ancho (exterior) entre pared y pared de 2,600 m.

Para las dimensiones de los asientos se sugieren las siguientes dimensiones:

- Altura de la banqueta entre 0,380 m y 0,430 ;
- Ancho útil mínimo en banqueta simple 0,420 m;
- Ancho útil mínimo en banqueta doble 0,850 m;
- Profundidad mínima de la banqueta 0,400 m.;
- Altura mínima del respaldo 0,550 m;
- Inclinación respecto a la vertical: mínima 5°, máxima 10°.
- Paso mínimo entre asientos 0,670 m.

La dimensión mínima para el ancho del pasillo debe ser de 0,700 m hasta la altura del pasamanos de los respaldos de los asientos de pasajeros y luego del ancho entre paredes del vehículo, hasta la altura mínima de éste. De esta forma se utilizan 2,400 m del ancho total permitido por la Norma vigente, aceptando fluctuaciones marginales en las dimensiones de los asientos y pasillo, dependiendo del ancho de las paredes.

Se recomienda considerar como área de reserva mínima en vehículos de una puerta, una superficie de 1,500 m² aproximadamente, sin considerar la superficie ocupada por los peldaños. Para el caso de vehículos de dos o tres puertas, dicha área mínima de reserva se aumenta a 2,200 m² en las puertas de acceso y a 1,000 m² en las de egreso.

Dicha área debe estar libre de objetos que entorpezcan la movilidad de los pasajeros al interior del vehículo, para subir y/o bajar de éste y para cancelar el pasaje. Un punto importante radica en la ubicación del motor: no debería sobresalir del nivel del suelo del vehículo, independiente de su posición (delantera o trasera). Una solución consiste en ubicarlo entre los ejes de las ruedas traseras y delanteras, rediseñando el chassis en esa sección.

4.3. Elementos de Sujeción

La ubicación del pasamanos es función del respaldo del asiento. En el caso de respaldos con cabecera, deben ubicarse sobre éste, siguiendo su mismo ángulo de inclinación. En el caso de respaldos sin cabecera (del orden de la cota mínima propuesta), deben ubicarse detrás y considerar un acolchado para evitar accidentes faciales del pasajero que va sentado, o al costado del respaldo mirando hacia el pasillo. En todos los casos deben abarcar como mínimo el respaldo del asiento ubicado hacia el pasillo, indepen-

diente si es doble o simple y estar separados del respaldo mismo 0,100 m. como mínimo, medido desde el eje hasta el respaldo. El diámetro del tubo utilizado debe ser mínimo de 2,50 cm. y máximo de 3,00 cm.

La barra horizontal debe ser continua y estar a una altura mínima de 1,730 m. y máxima de 1,760 m. medida desde el piso del vehículo (no se recomienda mayor altura para que la barra sea accesible a personas sobre 1,50 m. de estatura), abarcando completamente la longitud del pasillo y áreas de reserva, por ambos lados del pasillo. Su ubicación en planta, medida desde el eje longitudinal del vehículo, no debe superar el eje de simetría del asiento ubicado hacia el pasillo, ni ser inferior a la mitad del ancho del pasillo, evitando que los pasajeros que van sentados, al pararse se golpeen la cabeza y los que van de pie tengan que esforzarse por alcanzar el pasamanos debido a una ubicación muy cercana a las ventanas.

Las barras verticales pueden estar sujetas al piso y a la barra horizontal. Su ubicación debe ser a la altura de los respaldos, mínimo cada dos asientos y máximo cada tres. Se recomienda aprovechar el pasamanos del respaldo de los asientos y unirlo a las barras verticales, evitando el costo que implica la unión a la plataforma del vehículo. El diámetro recomendado debe fluctuar entre 3,00 cm y 3,20 cm.

Para las puertas simples, se recomiendan dos tipos de pasamanos, uno vertical ubicado a mano izquierda en las puertas de acceso y egreso, partiendo desde los 0,700 m. medidos desde el suelo y hasta 1,750 m. a una profundidad variable entre 0,00 m. (al mismo nivel que la pared del vehículo, sin sobresalir de éste) y 0,500 m al interior y el otro diagonal ubicado a mano derecha en las puertas de acceso y egreso, a una altura de más de 0,800 m. y menos de 0,900 m medidos desde el suelo y siguiendo la misma pendiente formada por las aristas de los peldaños, hasta el inicio del área de reserva.

Para las puertas dobles, se recomienda introducir un pasamanos central, consistente en una barra vertical apoyada superiormente en el techo e inferiormente en el tercer peldaño o en el piso del vehículo y una barra vertical apoyada en el primer peldaño (o en la pared del segundo) hasta una altura variable entre 0,800 m y 0,900 m doblada suavemente a partir de dicha altura hacia la barra vertical ubicada más arriba, siguiendo la pendiente formada por las aristas de los peldaños. Además, se recomienda considerar los sistemas de sujeción utilizados en las puertas simples.

4.4. Forma de Operación

Considerando que actualmente el porcentaje de bajadas por puerta delantera es elevado, denotando una subutilización de la puerta trasera, se recomienda la presencia de cobrador y la regularización de los movimientos de subida y bajada por cada puerta. Esto genera mayor seguridad a los pasajeros que bajan (el

conductor los observa) y a los que suben (el cobrador los observa y es éste quien debe dar la orden al conductor para proseguir el viaje, por medio de un timbre especial).

Se recomienda utilizar cobrador en los vehículos de dos y tres puertas. La modalidad y ubicación de éste sería variable según los niveles de demanda. Para demandas medias (vehículos de dos puertas) y altas (vehículos de tres puertas), se recomienda que los pasajeros suban por la puerta trasera y bajen por la delantera, ubicando al cobrador inmediatamente después del área de reserva. La utilización de torniquete de control sería optativa.

Para conformidad de los empresarios, respecto al abuso por parte de los pasajeros (no pagar quedándose en el área de reserva y bajarse por atrás), se debe diseñar un sistema de apertura de puerta trasera que sea comandado por el cobrador. Si en la detención sólo bajan pasajeros, la puerta trasera no se abre.

En el caso de vehículos de una puerta (demandas bajas), el conductor sería el cobrador, por lo tanto es imprescindible diseñar el área de reserva de tal forma que permita un rápido ascenso de los pasajeros al vehículo, permitiendo que el chofer cobre los pasajes una vez que el vehículo se encuentre en movimiento. Si se desea eliminar el riesgo producido al ser el chofer quien cobra, es factible considerar un cobrador flotante, quién además de cobrar administre eficazmente la ubicación y movimiento de los pasajeros al interior del vehículo.

5. COMENTARIOS

Los criterios y recomendaciones propuestas para el diseño tanto de buses como de paraderos tendrán probablemente otros efectos que no es posible incluir en la reducción del tiempo y frecuencia de detenciones. Algunos de estos efectos son: mayor comodidad de los pasajeros a bordo del bus, mayor comodidad en el paradero, reducción en tasas de accidentes, beneficios para usuarios de automóvil y beneficios para conductores de buses.

Se espera que el diseño de buses propuesto contribuya a hacer más placentero el viaje. Por otra parte, la presencia del conductor en un extremo del bus y del cobrador en el otro puede contribuir a mitigar la criminalidad. Además, al reducirse el número y frecuencia de detenciones se obtiene un viaje más fluido con menores transientes de velocidad (aceleraciones).

La mayor definición en cuanto al lugar de detención del bus favorece la aparición de hábitos más ordenados de espera. Ello se traduce en una reducción de los niveles de tensión y ansiedad asociados a la operación actual, y en un uso más efectivo de los refugios.

Se espera una reducción en las tasas de accidentes al subir o bajar del bus, como producto del diseño mejorado de los accesos y

de mejores prácticas de detención y conducción. También se espera una reducción de los accidentes a bordo (tropezones, resbalamientos, caídas). Por otra parte la circulación más ordenada debiera traducirse en reducción en atropellos, choques por atrás y choques al cambiar de pista.

Estos beneficios se logran principalmente por la ordenación de la circulación de buses y la ubicación más racional de los paraderos. Ello debiera generar una circulación más fluida de los automóviles, con reducción en tiempos de viaje, consumo de combustible y emisión de contaminantes. Por otra parte se reduciría los niveles de tensión generados por el comportamiento impredecible de los buses en su forma de operación actual.

Los conductores de buses se verían también beneficiados por el mejoramiento en sus condiciones de trabajo. Aparte del menor trabajo real que significaría la existencia de cobradores, la conducción se vería facilitada por el menor número de detenciones y el ordenamiento general de la circulación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación fue desarrollado a partir del estudio denominado Análisis Operacional de Paraderos de Locomoción Colectiva cuyo mandante fue el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

REFERENCIAS

ANTP (1978) O Onibus como veiculo urbano. Sugestões de regulamentação. 1º Congresso da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), Brasil.

BAEZA I. (1989) Estimación de la Capacidad de Paraderos de buses. Memoria de título, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil.

CEE (1983) Boletín Oficial del Estado. Reglamento N° 36. Comunidad Económica Europea.

CADE (1988) Estudio de Investigación de Metodología de Análisis y Seguimiento de Transporte Público. Informe Final a SECTU, Santiago, Septiembre de 1988.

CITRA (1989) Estudio Análisis Vías Exclusivas de Transporte Masivo. Informe Final al Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Metro. Santiago, Diciembre de 1989.

CITRA (1990) Estudio Análisis de los niveles de servicio del transporte público de la ciudad de Concepción. Informe Final a la Comisión de Transporte Urbano, Concepción, Diciembre de 1990.

CITRA (1990) Estudio Análisis Operacional de paraderos de locomoción colectiva. Informe Final al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Santiago, Noviembre de 1990.

GEIPOT (1976) Projeto de Inovações na Tecnologia de Transportes Urbanos. Fase 1: Onibus. Brasil.

NORMA CHILENA (1982) Resolución N°250 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones publicada en el Diario Oficial, Mayo.

PADRON (1985) Onibus Veiculo tipo Padrón especificações tecnicas. Companhia Municipal de Transportes Coletivos, Sao Paulo, Brasil.

REDEVU (1984) Manual de Vialidad Urbana. Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago, Chile.

RT (1981) Road Traffic. The Publica service vehicles regulations.

SSCB (1983) Standardization Study of City buses. Final report. Ministry of Transports (EBTU, GEIPOT), Brasil.

FIGURA N°1
ELECCION DEL TIPO DE PARADERO
DEMANDA DE PASAJEROS (pax/hr)



