

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
SECCION INGENIERIA DE TRANSPORTE**

**DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE FACILIDADES
AL TRANSPORTE PUBLICO**

Rodrigo Fernández Aguilera
y
Eduardo Valenzuela Freraut

SANTIAGO - CHILE
2002

INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	3
1.1	¿CUÁL ES EL PROBLEMA?.....	3
1.2	¿QUÉ SE PUEDE HACER?.....	4
1.3	¿QUÉ CONVIENE HACER?.....	5
1.4	¿CÓMO HACERLO?.....	6
2	PARADEROS EN LA CALLE	7
2.1	ESPACIAMIENTO.....	7
2.2	LOCALIZACIÓN.....	8
2.3	DISEÑO.....	10
3	PARADEROS EN AUTOPISTAS.....	13
4	TERMINALES Y ESTACIONES	13

1 INTRODUCCION

Existe poca claridad respecto a qué medidas de prioridad al transporte público de superficie se deben aplicar para mejorar la movilidad en el servicio de buses. No se trata de optar *a priori* entre pistas sólo bus o paraderos "diferidos". El problema es más complejo y debe ser previamente definido para proporcionar una solución adecuada. Este documento aborda brevemente los temas de definición del problema, opciones, diagnóstico y técnicas de apoyo.

1.1 ¿Cuál es el problema?

Si sólo se adopta la perspectiva de la circulación o movimiento de los buses (existen otras, como la accesibilidad al sistema, no tratada aquí), un modelo descriptivo puede ayudar a entender el problema. Este modelo se basa en la velocidad comercial de los buses como uno de los índices de calidad de servicio de los buses (existen otros como comodidad, seguridad, confiabilidad, tiempos de acceso y espera, no considerados en este análisis).

La *velocidad comercial* (V_c) de un bus en un tramo corresponde a la velocidad media de viaje entre un paradero origen y otro destino, incluyendo todas las detenciones intermedias. Es una variable que puede usarse para el diagnóstico del desplazamiento de los buses. De varias experiencias (Gibson et al, 1989 ; Fernández, 1996) se ha llegado a establecer que la velocidad comercial se relaciona con la frecuencia de detenciones según la siguiente relación :

$$V_c = V_o e^{-af_d} \quad (1.1)$$

donde:

- V_c : velocidad comercial de los buses (km/h)
- f_d : frecuencia de detenciones por cualquier causa (det/km)
- V_o : parámetro que representa la velocidad de recorrido de los buses (km/h)
- a : parámetro que representa el efecto marginal de cada detención

Los valores de los parámetros de la Ec.(1.1) son estables en diversos ambientes (tráfico mixto, pistas sólo bus, vías segregadas para buses). En el caso de Santiago, se han encontrado valores de $V_o = 35$ km/h y $a = 0.14$.

¿Cómo puede servir esta relación para diagnosticar el problema de la circulación de los buses?

La velocidad comercial se puede también expresar como:

$$V_c = \frac{L}{T_t} \quad (1.2)$$

donde :

- L : longitud del tramo
- T_t : tiempo total de viaje en el tramo (incluidas demoras por detenciones)

El tiempo total de viaje, por su parte, se puede descomponer como sigue (EBTU, 1982):

$$T_t = t_m + t_i + t_p \quad (1.3)$$

donde :

- t_m : tiempo de viaje en movimiento
- t_i : tiempo consumido en intersecciones
- t_p : tiempo consumido en paraderos

Pero :

$$t_m = \frac{L}{V_r} \quad (1.4)$$

$$t_i = N_i d_i \quad (1.5)$$

$$t_p = N_p d_p \quad (1.6)$$

donde :

- L : longitud del tramo
- V_r : *velocidad de recorrido* de los buses (excluidas detenciones)
- N_i : número de intersecciones en el tramo
- d_i : demora media por bus en intersecciones
- N_p : número de paraderos en el tramo
- d_p : demora media por bus en paraderos

Pero :

$$d_p = d_o + d_c \quad (1.7)$$

donde :

- d_o : demora media por bus debido a operaciones de transferencia en paraderos
- d_c : demora media por bus debido a congestión en paraderos

Luego :

$$T_t = \frac{L}{V_r} + N_i d_i + N_p (d_o + d_c) \quad (1.8)$$

Para un tramo dado, tanto L como N_i se pueden considerar fijos. Por lo tanto, la Ec.(1.8) sirve para determinar sobre qué variables actuar y bajo qué circunstancias. Permite, por ende, definir mejor el problema y orientar acciones.

1.2 ¿Qué se puede hacer?

Considerando la Ec.(1.8), si la demanda de pasajeros en baja d_o será reducida (eventualmente cero si no sube ni baja nadie en algún paradero) y d_c casi inexistente. Luego, el tercer término tendrá poco efecto en el tiempo de viaje. En tal caso, para reducir los tiempos de viaje, se puede aumentar V_r y disminuir d_i (ya que L y N_i son fijos). Esto significan opciones como:

- ✓ Proteger a los buses de los autos (pistas sólo bus, vías segregadas, etc.).
- ✓ Dar prioridad a los buses en intersecciones (programar semáforos, semáforos actuados por buses, facilidades en virajes, etc.).

Si la demanda de pasajeros aumenta, d_c seguirá tendiendo a cero, pero d_o se hace significativa. En tal caso, el tercer término comienza a pesar y se puede reducir mediante medidas que reduzcan d_p :

- ✓ Mejorar el sistema de cobro de la tarifa (pases, cobradores, etc.).
- ✓ Mejorar el diseño de los vehículos (altura, espacio interior, ancho y uso de puertas).

Si la demanda de pasajeros sigue aumentando, d_o aumenta y aparece d_c . En tal situación, se debe actuar sobre ambas y N_p . Para esto sirven medidas como:

- ✓ Optimizar el espaciamiento y localización de paraderos (paraderos formales).
- ✓ Mejorar el diseño de los paraderos (áreas de parada, andenes, manejo de la capacidad).

Estos tres conjuntos de medidas definen el espectro de las medidas de prioridad al transporte público y sus objetivos específicos.

- *Prioridad en arcos*: aumentar la velocidad de recorrido (V_r) protegiendo a los buses de la congestión causada por los autos.
- *Prioridad en intersecciones*: reducir la demora en intersecciones (d_i) permitiendo que los buses pasen fácilmente a través de ellas.
- *Prioridad en paraderos*: reducir las demoras en paraderos (d_o y d_c) mediante diseños apropiados de áreas de parada y andenes.

1.3 ¿Qué conviene hacer?

Para saber qué hacer, EBTU (1982) ofrece algunos indicios. En primer lugar, si la velocidad comercial V_c es menor a 20 km/h habrá que ver cuál es la causa observando sus componentes.

La necesidad de prioridades en arcos se puede establecer analizando la velocidad de recorrido V_r de los buses en un tramo. Si ésta es menor a 35 km/h, que corresponde a la velocidad comercial si no existiesen detenciones según Ec.(1.1), se puede tratar de aumentar mejorando el pavimento o generando pistas sólo bus, vías segregadas o calles exclusivas que impidan que la congestión del resto del tráfico afecte a los buses.

La necesidad de prioridades en intersecciones se puede determinar analizando demoras, detenciones y colas que puedan afectar la circulación de buses. Si la demora media por bus en una intersección semaforizada es mayor que la mitad del tiempo de ciclo, significa que la razón de verde efectivo para esa rama es menor que 0,5 y no se le estaría dando debida importancia en la programación del semáforo. También es un indicio de ausencia de facilidades para los buses en intersecciones si la tasa media de demora por bus es mayor que uno. Significa que se producen colas excedentes en la intersección que están afectando a los buses. Por último, si las colas que se generan en la línea de detención son mayores que la distancia entre ésta y el primer sitio del paradero, el funcionamiento del semáforo afectará las operaciones de los buses el paradero (Gibson y Fernández, 1996).

Todo lo anterior se puede subsanar cambiando semáforos por intersecciones de prioridad, otorgando ondas de verde para los buses, programando los semáforos en función del flujo de buses o **proporcional a los viajes, no a los vehículos**, usando semáforos actuados por buses, o generando pistas sólo bus al llegar a la intersección para que los buses sobrepasen las colas de vehículos y alcancen la línea de detención sin obstáculos.

El requerimiento de prioridades en paraderos se determinará a partir de las demoras, detenciones y colas generados en éstos. Si tanto la demora media por bus en paraderos es mayor que 60 segundos como la longitud media de cola es mayor que 0,5 buses (es decir, un bus en cola el 50% del tiempo), significa que su grado de saturación es mayor a 0,6, que se ha definido como el grado de saturación práctico para el diseño de paraderos (Gibson y Fernández, 1995). Asimismo, si la tasa media de detenciones por bus es mayor que uno implica que se están produciendo detenciones múltiples por congestión o deficiente operación del paradero. En todos estos casos un correcto diseño físico y operacional de los paraderos reducirá los índices de rendimiento descritos.

Además, en Gibson et al (1989) se puede encontrar un criterio adicional para el diagnóstico. Si la proporción de buses en el flujo del corredor es más de un 20%, éstos se imponen sobre el resto del tráfico y las medidas de prioridad deberían concentrarse en paraderos antes que en arcos o intersecciones.

Todo lo anterior requiere medir flujos de buses y autos; velocidades comerciales y de recorrido; número, causa y duración de las detenciones en el corredor bajo análisis (ver Capítulo 2). Como resultado se tendrá el diagnóstico del problema, o sea, su formulación y causas.

1.4 ¿Cómo hacerlo?

Dependiendo de qué problemas se trate, corresponderá hacer los estudios específicos a las opciones mencionadas. Por ejemplo, si se descubre que el problema radica en los paraderos, como ocurre con frecuencia, existe un cuerpo de conocimientos establecido y basado en investigaciones nacionales y extranjeras al cual recurrir.

A modo de ejemplos, Gibson y Fernández (1995) ofrecen una guía para el diseño de paraderos de alta capacidad. También en Gibson y Fernández (1996) se encuentran criterios para estudiar la interacción entre semáforos y paraderos. Por último, en Gibson et al (1997) hay un análisis cuantitativo de los esquemas de paraderos implementados en Santiago y una discusión sobre cómo mejorar su eficiencia. Desde una perspectiva más general, EBTU (1982) contiene una serie de recomendaciones de proyecto para priorizar al transporte público en realidades similares a las chilenas.

Los resultados de una correcta implantación de medidas de prioridad al transporte público son importantes. **Se pueden alcanzar velocidades comerciales comparables a la de un sistema de metro (30 a 32 km/h) con esquemas de prioridad a buses** (Gibson et al, 1989).

En efecto, de acuerdo con la Ec.(1.1), si los buses operaran en una vía segregada, con paraderos distanciados 500 m, pero deteniéndose 2 veces en promedio en cada uno, se tendría una velocidad comercial de 20 km/h (ver Fig.1.1). Con una **única y eficiente** detención en paraderos, se alcanzaría una velocidad comercial de 25 km/h. Bajo las mismas condiciones, con prioridad en los semáforos, se lograría una velocidad comercial promedio superior a los 28 km/h. Y, si la frecuencia de detenciones fuese igual a la del metro (1.0 a 1.3 det/km), la velocidad comercial podría subir a 31 km/h (Fernández, 1996).

De lo anterior, queda claro que se debe poner atención a las prioridades en arcos, paraderos e intersecciones para lograr un transporte público eficiente.

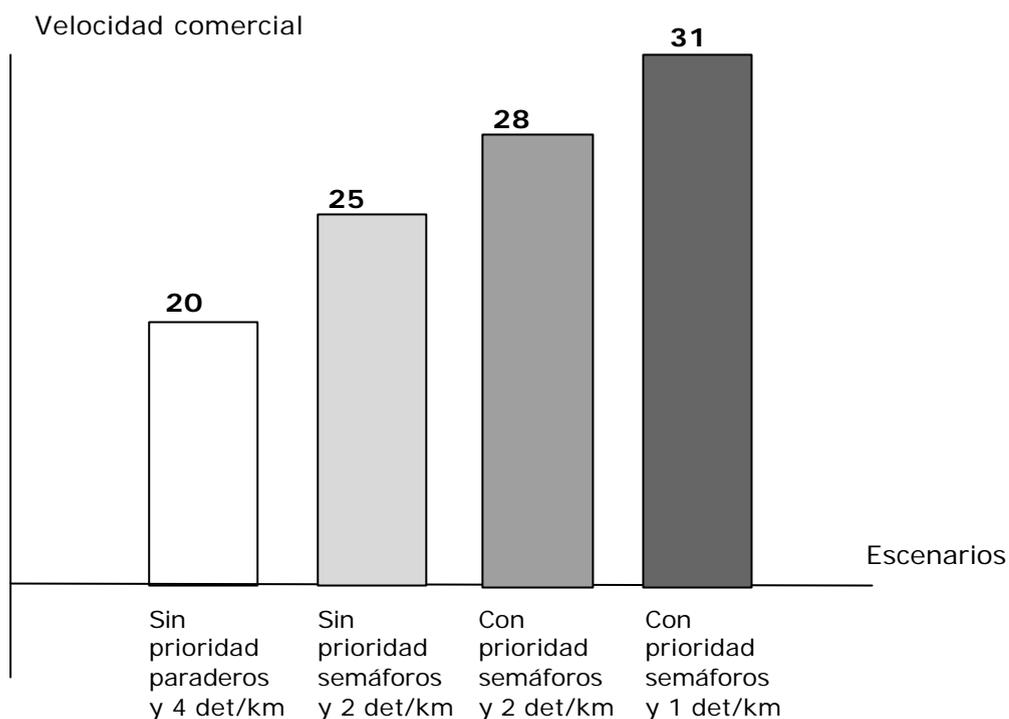


Fig. 1.1 : Velocidad comercial de buses en vía segregada

2 Paraderos en la calle

Planificar las detenciones en la calle a lo largo de la ruta de los buses¹ envuelve tres aspectos: espaciamento, localización y diseño de los paraderos.

2.1 Espaciamento

El uso de espaciamentos demasiado cortos, degrada la calidad del servicio prestado, en términos de la velocidad de operación. Adicionalmente, frecuentes detenciones hacen antieconómico proveer facilidades tales como refugios, banquillos y paneles de información. En la otra mano, espaciamentos demasiado largos aumentan las distancias de caminata desde el origen hasta el paradero empeorando las condiciones de accesibilidad al sistema de transporte público. En consecuencia, es necesario un compromiso entre un corto acceso o cercanía a los paraderos y una elevada velocidad de operación del servicio con paradas disgregadas.

El espaciamento de los paraderos debe estar relacionado con la cantidad de viajes generados / atraídos y el volumen de pasajeros que circula a través del área analizada. El espaciamento debe ser tal que en promedio no supere los 400 m a 500 m ni sea inferior a los 250 m a 300 m. En casos excepcionales, es posible considerar espaciamentos inferiores, siempre que los paraderos sean divididos, producto de elevadas demandas por subir/bajar.

¹ Se entenderá por bus, cualquier modo de transporte público, ya sea bus, taxibus o taxi colectivo.

2.2 Localización

Existen tres tipos de ubicaciones para los paraderos a lo largo de la calle o vía: i) cerca de la intersección antes del cruce (AC), ii) lejos de la intersección, luego del cruce (LC), y iii) a mitad de cuadra (MC).

Es común en muchas ciudades adoptar un tipo de ubicación (usualmente, AC) y considerarla en toda la ciudad. Sin embargo, rara vez se justifica dado que la única ventaja que presenta es que los pasajeros se acostumbran a la ubicación del paradero y con una adecuada señalización de paraderos, el problema de confusión deja de existir.

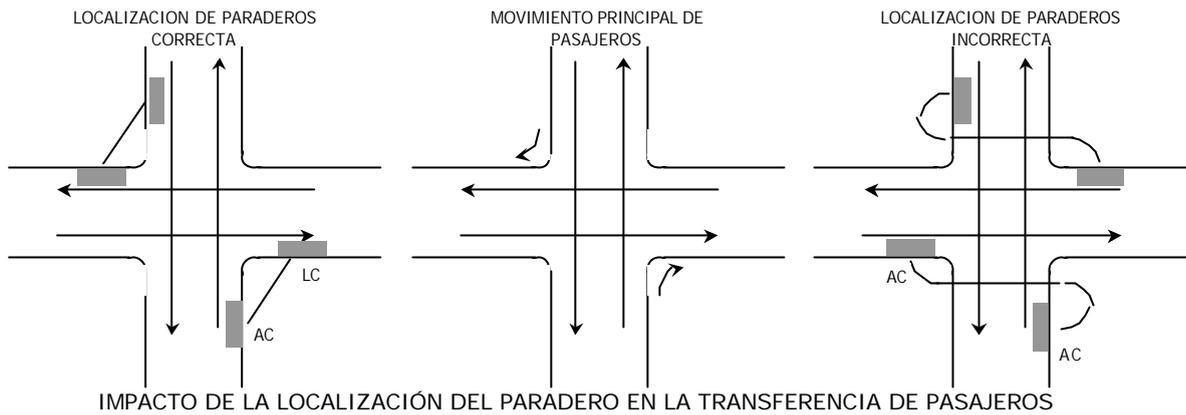
Dado que diversos factores influyen en la elección de la localización, variaciones a lo largo de la vía pueden generar considerables ventajas en términos de mayores velocidades de operación y confort de los pasajeros.

Los principales factores que influyen la elección de la localización son la coordinación con los semáforos, el acceso de los pasajeros, incluyendo la transferencia desde otras rutas de buses, condiciones del tráfico vehicular y peatonal en las intersecciones, y la geometría de los virajes y diseño de las paradas.

Coordinación Semafórica. Es quizás el mayor factor de influencia dado que interviene directamente en la velocidad de operación del bus. Una simple regla, conocida como “Ley von Stein para la localización de paraderos” es que *en calles con coordinación semafórica, paraderos alternados (AC, LC, MC) generan las menores demoras*. Esta regla es simple de explicar. Un bus puede salir de un paradero AC en la intersección 1 sólo durante la fase de verde. Si por consiguiente arriba a la intersección 2 en la fase de verde y el paradero es AC, el bus corre el riesgo de detenerse² y perder el tiempo de verde de la fase, quedando cautivo para el ciclo siguiente. Si el paradero es LC, el bus aprovecha el verde y no queda cautivo. En consecuencia, en la intersección 2 un paradero LC es claramente más atractivo que un paradero AC. Dado que la detención en el paradero LC puede obligar al bus a salirse de la banda de verde, es mejor que la intersección 3 siguiente sea AC, permitiendo que el bus utilice el tiempo de rojo para el movimiento de pasajeros. Generalizando esta secuencia de eventos, hacen de la localización alternada la mejor opción de localización.

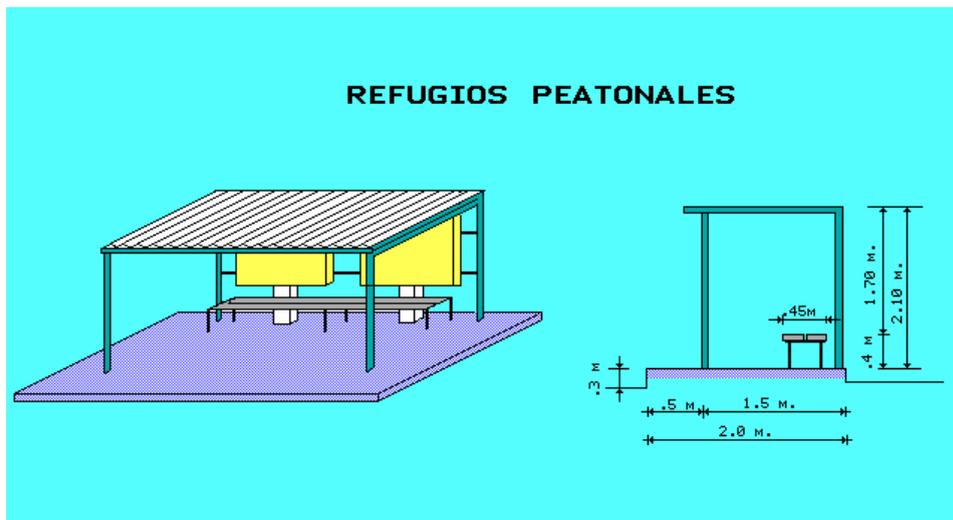
Acceso de los pasajeros. Este factor debe ser considerado cuidadosamente. Los paraderos deben ser ubicados en donde la espera de los peatones esté bien protegida del tráfico, con suficiente espacio para su circulación, sin generar interferencias con la circulación peatonal de la vereda. En intersecciones de dos o más rutas de buses, la localización de los paraderos debe minimizar la distancia requerida para la transferencia entre buses, tal como se bosqueja a continuación.

² por subida o bajada de pasajeros



Los andenes deben ser atractivos para evitar paraderos de hecho. Idealmente, por sobre 15 cm de la vereda mediante pendiente suave y/o grada (disminuye cota con respecto a pisadera del bus), con pavimento de diferente textura y color. El ancho mínimo debe ser 3,0 m para paraderos longitudinales o transversales y su longitud similar a longitud del área de parada

Respecto de los refugios, su función principal es protección contra el tiempo (lluvia, frío, calor), protección ciudadana (luminosidad) y comodidades (asientos). Idealmente deben contemplar un sistema de información al usuario (mapas de rutas, paneles de información cultural). Las dimensiones del refugio se calculan suponiendo una densidad de 2 a 2,5 pas/m² en las horas de mayor demanda de subida.



Condiciones de tráfico. Las condiciones de tráfico también deben ser consideradas en la selección de la localización de los paraderos. Es deseable ubicar los paraderos de tal forma de minimizar el riesgo y la interferencia con otros flujos vehiculares y/o peatonales. Interferencias con movimientos de viraje de otros vehículos, habilidad del bus para incorporarse a la circulación y visibilidad a los cruces peatonales, son los tópicos más importantes que deben ser analizados para cada localización de paraderos.

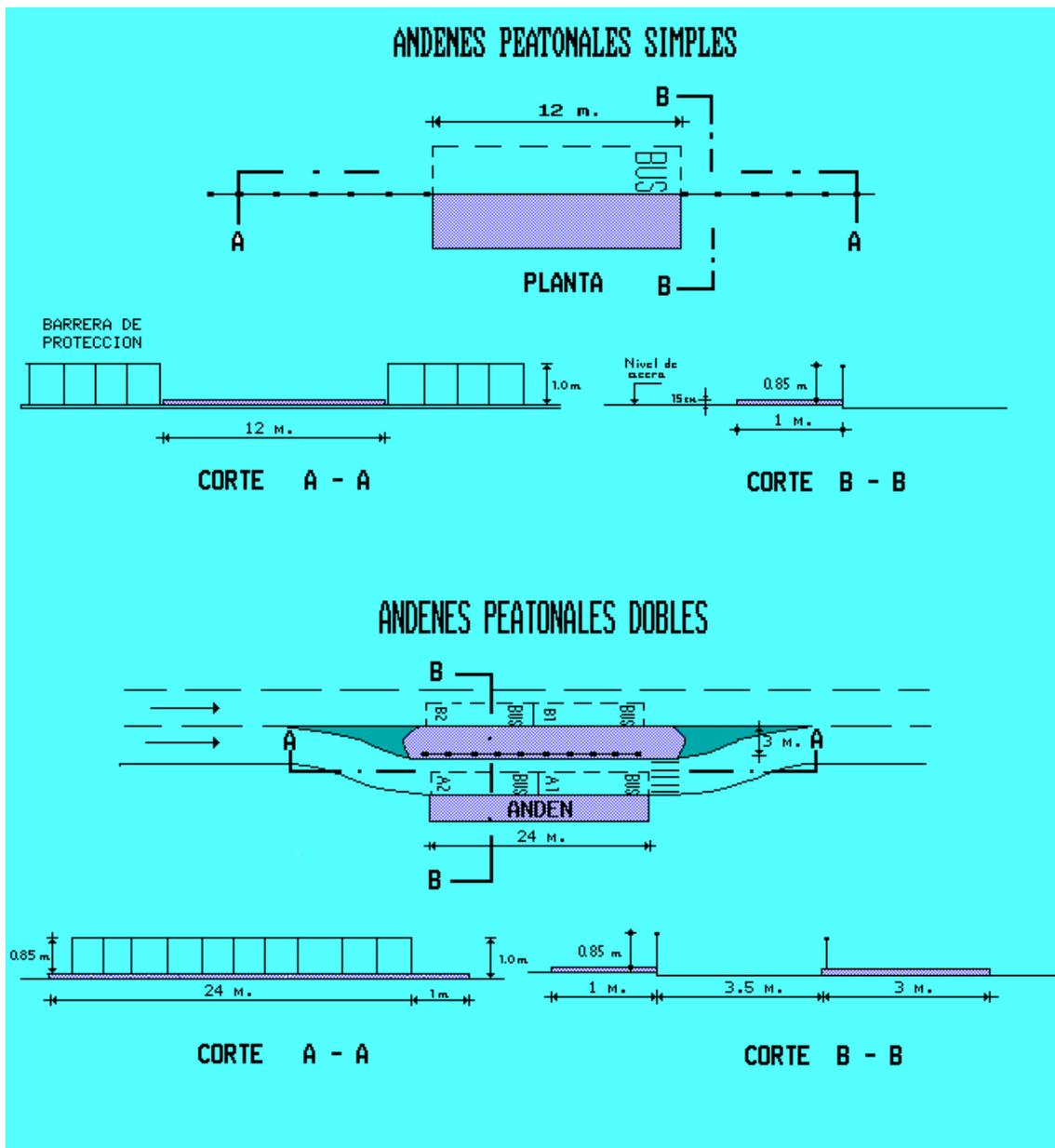
En general, paraderos AC causan las menores interferencias cuando el cruce es de un solo sentido (de derecha a izquierda) o cuando el número de vehículos que viran a la derecha desde la vía principal es pequeño. Para las condiciones opuestas, es preferible un paradero LC.

Los paraderos MC son óptimos en casos donde la generación de viajes se encuentra en medio de la cuadra, donde las condiciones geométricas o de circulación de la intersección son inconvenientes y cuando los buses doblan a la izquierda y no es posible implementar paraderos LC.

En conclusión, el uso de sólo un tipo de localización de paraderos usualmente no es la mejor solución. La elección de uno de los tres tipos de localización debe ser hecha para cada caso en particular, basado en los factores anteriormente discutidos.

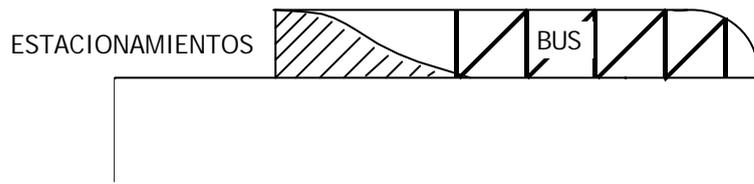
2.3 Diseño

El diseño más simple de paradero es aquél en donde los buses se detienen al borde de la acera, sobre la vía. A pesar de que tal diseño es conveniente para los pasajeros y requiere de mínimas maniobras, genera el bloqueo del resto del tráfico durante la detención. Esta característica, obliga a considerar este diseño sólo cuando la duración de la detención es mínima o cuando el tráfico circulante es de baja intensidad.

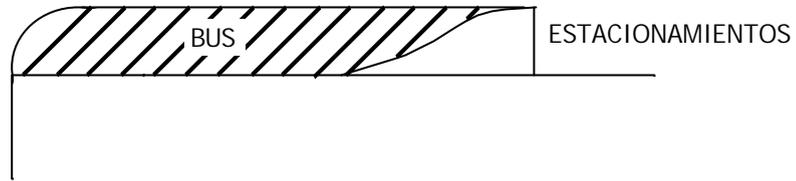


Una mejor ubicación del paradero es fuera de la pista de circulación, dado que se provee mejor seguridad y menor interferencia al resto del tráfico. La ubicación más común es en pistas destinadas a estacionamientos y en bahías especiales. Las pistas destinadas a estacionamientos normalmente se ubican al lado de la vereda, en consecuencia, es necesario prohibir el estacionamiento, vía señalización y/o textura del pavimento, en donde se ubique el paradero. Esta es la mejor versión de diseño ya que elimina el estacionamiento ilegal en el área de parada.

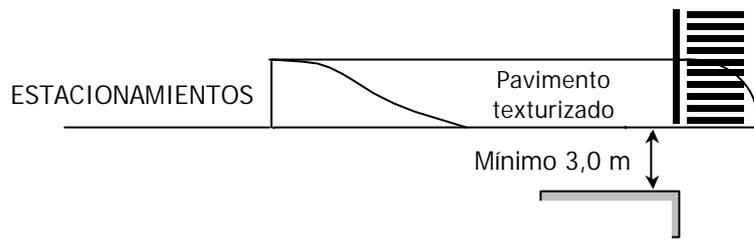
Los diseños en bahías son particularmente exitosos en vías con una pista por sentido o en vías multipistas de elevado tráfico, en donde la detención en la pista de circulación genera mayores demoras e interrupción de la circulación. Dos condiciones deben ser analizadas para estos diseños en bahía. Primero, la vereda debe ser lo suficientemente amplia para acomodar el andén de espera de los pasajeros y permitir una fácil circulación de los peatones. Segundo, las bahías deben ser ubicadas y diseñadas de tal forma que los buses puedan incorporarse a la circulación vehicular fácilmente. Vías curvas con baja visibilidad y ubicaciones donde las colas son frecuentes deben ser evitadas. Este último es el problema más común en las cercanías de intersecciones semaforizadas, pero puede ser resuelto mediante el uso de fases especiales para los buses y diseños del tipo mostrado en Ilustración 1-D.



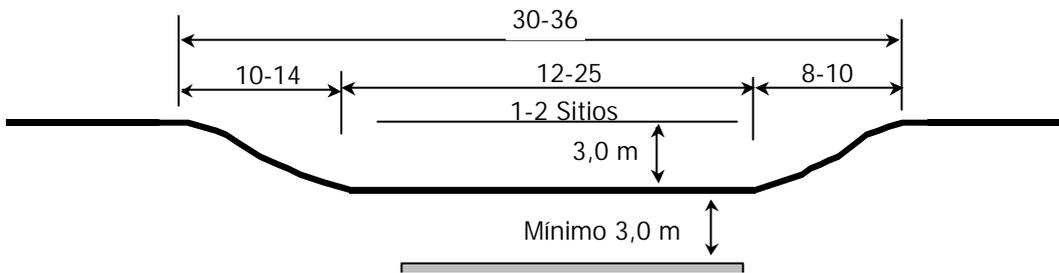
a) Paradero AC en pista de estacionamientos



b) Paradero LC en pista de estacionamientos



c) Paradero LC en bahía



d) Paradero MC en bahía

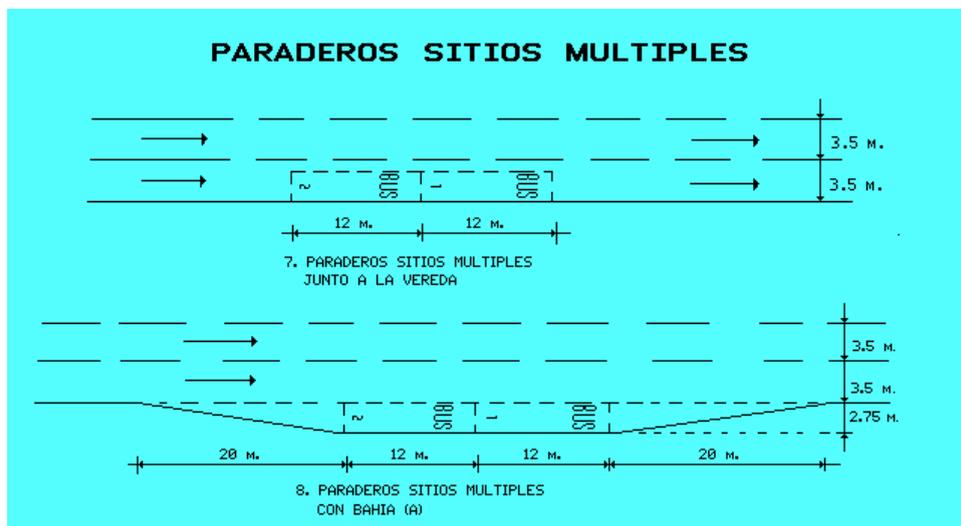
Ilustración 1: Diferentes diseños de áreas de parada y bahías (metros)

3 Paraderos en Autopistas

Los buses que operan en autopistas o carreteras interurbanas deben detenerse sólo en áreas de intercambio. Detenciones en otras ubicaciones requieren de pistas especiales de aceleración y deceleración. La selección de la localización del paradero dependerá fuertemente de las demandas potenciales por el modo en el área de influencia del sector analizado. Sin embargo, paraderos con facilidades *park and ride* no requerirán demandas de viajes demasiado cercanas, pero si requerirán mejor acceso para modos mayores y una adecuada área para diseñar las facilidades de estacionamiento.

Los paraderos para intercambio pueden ser proveídos fácilmente y a bajo costo si son incluidos en los diseños iniciales de las autopistas. Desafortunadamente, esto rara vez se realiza. Más tarde, su adición generalmente es costosa, particularmente donde las estructuras han sido diseñadas sin consideración de espacio extra.

Sendas peatonales atractivas y seguras, segregadas de la circulación peatonal local, es un requisito básico para cualquier tipo de paradero en autopistas.



4 Terminales y Estaciones

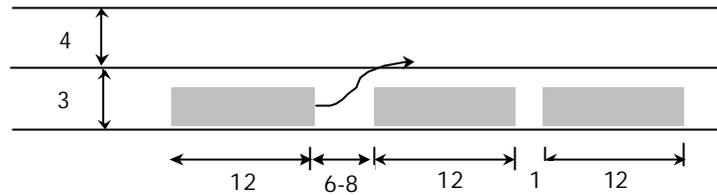
Las estaciones de buses son áreas ubicadas fuera de las vías en construcciones con sitios para detención de muchas rutas o servicios de buses. Los terminales son, estrictamente hablando, estaciones finales de una o más rutas de buses. Sin embargo, el término es utilizado para cualquier gran estación con facilidades para pasajeros tales como salas de espera y oficinas de venta de boletos, entre otras.

Las estaciones de buses son construidas normalmente como puntos de transferencia entre diversas rutas de buses o entre rutas alimentadores de buses a un tren o tecnología intermedia (conocido como terminal de intercambio modal).

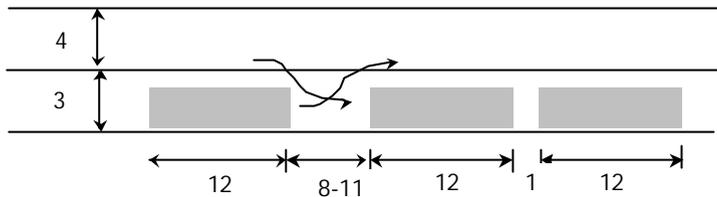
El número de sitios (puntos de subida/bajada de pasajeros) en las estaciones de buses dependen del número de rutas, de la frecuencia máxima en hora punta de cada ruta de bus, itinerario, confiabilidad de operación, y tiempo detenido de los buses. Rutas con frecuencias bajo los 3 a 5 minutos, usualmente requieren al menos dos sitios ya que las demoras del tiempo detenido a menudo causan traslajos. Frecuencias entre 5 y 10 minutos admiten el uso de un sitio por ruta si el

tiempo detenido es corto comparado con la frecuencia y demoras. Algunos sitios pueden prestar servicios a varias rutas distintas cuya característica es la baja frecuencia, sólo si sus itinerarios lo permiten.

Múltiples sitios de parada a lo largo de la vereda (en la calle o en la estación) pueden ser de tres tipos diferentes: i) no permitiendo adelantamiento, ii) permitiendo salidas independientes pero no llegadas independientes, y iii) permitiendo llegadas y salidas independientes. La Ilustración 2 muestra diseños de sitios para buses de 12 m de largo, con 1 m de distancia entre sitios. La distancia de 6 a 8 m entre grupos es la requerida para la salida independiente. El caso b) para la llegada o salida independiente se requiere entre 8 y 11 m de distancia entre grupos.



a) Sitios rectos, salidas independientes



b) Sitios rectos, salidas y llegadas independientes

Ilustración 2: Diseños de sitios para Buses

Otro diseño de sitios de parada es el mostrado en Ilustración 3. Una serie de islas paralelas separadas por una pista. Este diseño es eficiente para terminales con muchas rutas. Las inclinaciones de las islas pueden ser de 45° , 60° y 90° para acceder a la pista correspondiente.

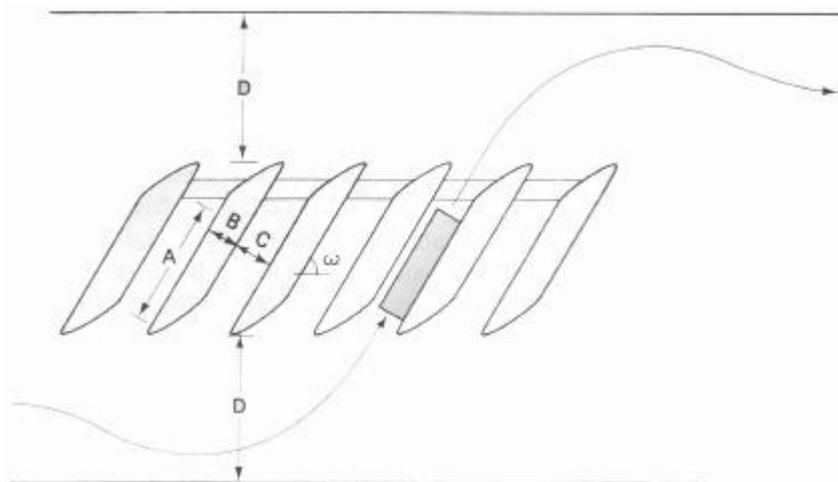


Ilustración 3: Diseño Inclinado

W	A	B*	C	D
45°	12 m	1,50 – 3,00	3,25	8,0 – 12,0
60°	12 m	1,50 – 3,00	3,50	10,0 – 12,0
90°	12 m	1,50 – 3,00	3,75	12,0 – 14,0

*: Para escaleras o peldaños de acceso a los andenes, se deben adicionar 1,50 a 2,50 m.

El mayor problema de este tipo de diseño es el potencial conflicto entre peatones y vehículos. Para frecuencias de buses y flujos de peatones moderados, cruces peatonales en frente de los sitios de buses son aceptables; en todo caso, siempre es preferible proveer escaleras hacia los andenes.

El mejor diseño para la seguridad, confort y conveniencia de los peatones es aquél con los sitios de detención para buses ubicados alrededor de un área rectangular o isla, definiendo un gran andén o zona peatonal exclusiva. Este tipo de diseño permite que todos los pasajeros tengan acceso a todas las rutas de buses que se detienen alrededor, sin la necesidad de cruzar vías. El andén puede o no tener acceso peatonal a las vías adyacentes. En caso de ser un andén aislado, puede utilizarse como zona de trasbordo entre rutas con pasaje chequeado, para pasajeros que cambian de modo y no requieren chequeo o nueva compra de pasaje. El diseño con isla central también posee excelentes características de circulación de vehículos. El movimiento circular, permite a los buses detenerse a dejar pasajeros, moverse a zonas de descanso y limpieza, y volver al mismo o a otro sitio para tomar pasajeros. Adicionalmente, este diseño puede ser utilizado por rutas de buses de paso, así como por rutas de buses locales cuyo circuito finaliza o comienza en el terminal. La Ilustración 4 bosqueja algunos diseños más recomendados para el caso de terminales de trasbordo entre bus y metro o tren.

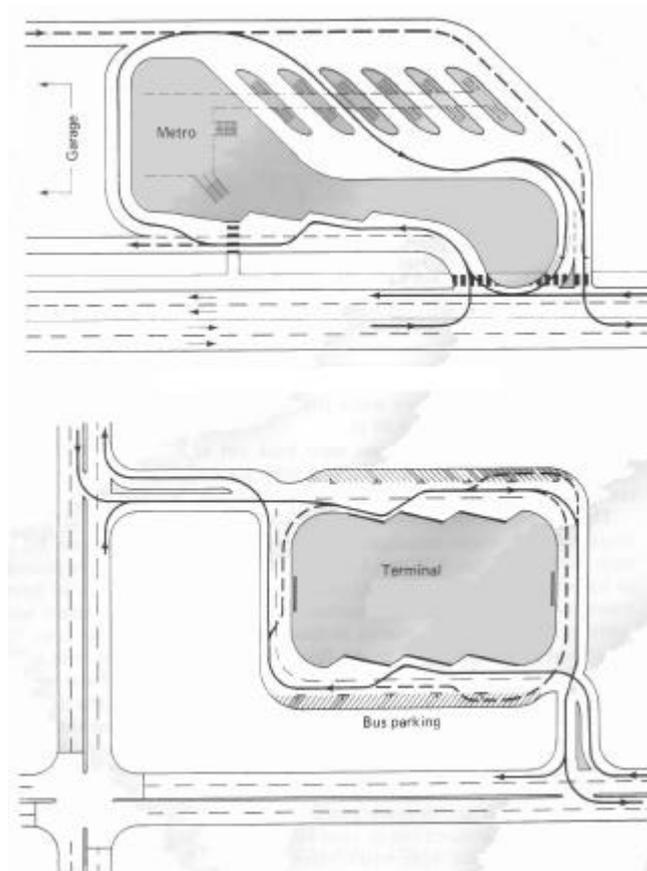


Ilustración 4: Diseños de Terminales con Isla Central

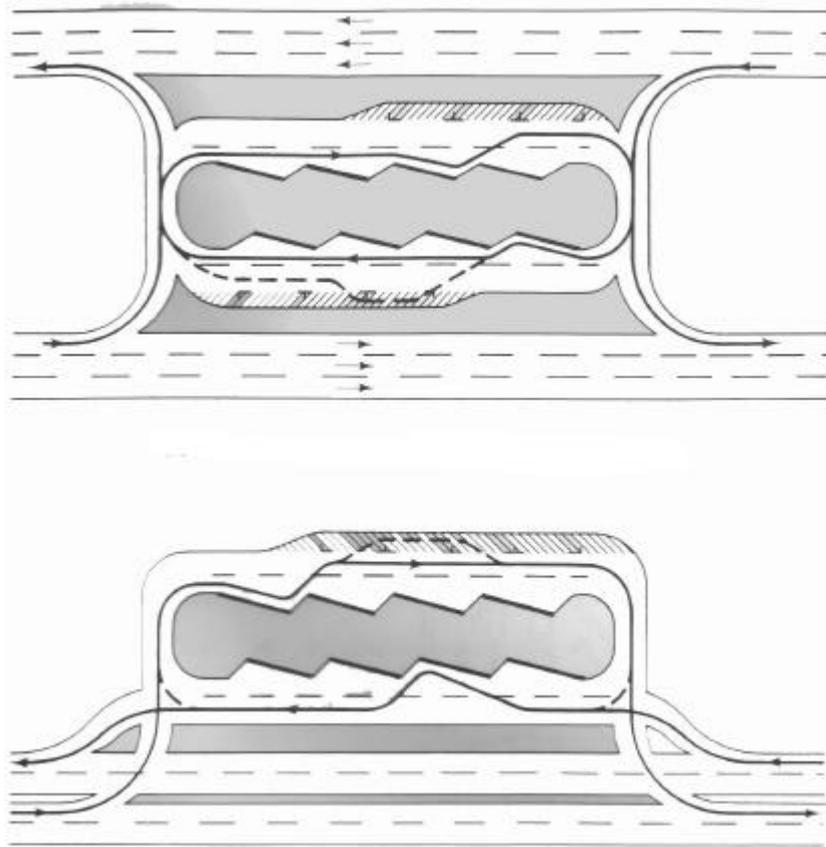


Ilustración 5: Andenes Ovalados, paralelos a la calle

EJEMPLO DE DISEÑO DE PARADERO

La Ilustración 6 muestra un ejemplo de diseño de paradero de buses de un sitio. El sitio de detención del vehículo considera un ancho de 3,0 m y un largo de 12 m. antes del sitio se considera un sector con señalización de prohibido bloquear. Como facilidades a los peatones que esperan, el paradero considera un refugio con banquillos y paleta informativa ubicada al final del paradero, para que los peatones se ubiquen en ese sector y el bus se obligue a estacionar próximo a la salida. Todo el andén de espera se debe ubicar a una altitud superior a la vereda de circulación peatonal, idealmente unos 10 a 15 cm por encima. Para alcanzar la cota, se considera una rampa con no más de 12% de pendiente y barandas para sujeción para minusválidos y tercera edad.



Ilustración 6: Ejemplo de Diseño de Paradero de un sitio junto a vereda

REFERENCIAS

EBTU (1982) *Tratamento preferencial ao transporte coletivo por ônibus*. Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos, Ministerio dos Transportes, Brasilia.

Fernández, R. (1996) *Análisis de la operación del corredor Grecia*. Informe Ejecutivo a SECTRA, Santiago.

Gibson, J., I. Baeza and L.G. Willumsen (1989) Bus stops, congestion and congested bus stops. *Traffic Engineering and Control* **30**(6), 291-196.

Gibson, J. y R. Fernández (1995) Recomendaciones para el diseño de paraderos de buses de alta capacidad. *Apuntes de Ingeniería* **18**(1), 35-50.

Gibson, J. y R. Fernández (1996) Efecto de una intersección semaforizada aguas abajo sobre la capacidad de un paradero de buses con sitios múltiples. *Apuntes de Ingeniería* **19**(4), 31-40.

Gibson, J., R. Fernández y A. Albert (1997) Operación de paraderos formales en Santiago. *Actas del VIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, 397-408. Santiago.