

# Análisis de la demanda de usuarios, en la determinación de paraderos tipo. caso: “zonas de espera del SITP – Bogotá”

Páez, L.A & Prieto, S.M

*Facultad Ingeniería Civil*

*Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia*



#### Resumen:

Este trabajo presenta la propuesta para optimización en el diseño de las zonas de parada “Paraderos” para el Sistema Integrado de transporte “SITP” de la ciudad de Bogotá, con el fin de generar un método para el dimensionamiento de los mismos, de manera que a través del cálculo de la demanda de usuarios del paradero, del Nivel de servicio deseado y de las características urbanas; se pueda establecer un tipo de paradero, según la vía de localización y las tasas de refugio esperadas para demandas altas, medias y bajas. El estudio se hizo basados en la información de paraderos de la ciudad de Bogotá y la demanda de usuarios del SITP, haciendo las modelaciones y cálculos a través de métodos reconocidos del HMS 2000 para capacidad, y basados en las características del paradero M10.

Palabras clave: Nivel de Servicio, Paraderos y Demanda.

Para citar este artículo: Alvarado, Páez, L.A & Prieto, S.M. “Análisis de la demanda de usuarios, en la determinación de paraderos tipo. Caso: Zonas de espera del SIPT-Bogotá.” In *L'Esprit Ingenieur*. Vol. 10-1, pp. 111 a 144.

#### Abstract:

This work presents the proposal for the optimization in the design of the stop zones “Paraderos” for the Integrated Transportation System “SITP” of the city of Bogotá, in order to generate a method for sizing them, in a way that through the calculation of the demand of users of the whereabouts, of the level of service desired and of the urban characteristics; A type of whereabouts can be established, according to the location and refuge rates. The study was based on the information of the whereabouts of the city of Bogotá and the demand of users of the SITP, in the way of work, on the characteristics of the M10 whereabouts.

Keywords: Level of Service, Whereabouts and Demand

#### Resumo:

Este documento apresenta a proposta de otimização da concepção das zonas de pontos de ônibus para o Sistema Integrado de Transporte “SITP” da cidade de Bogotá, a fim de gerar um método para seu dimensionamento, de modo a que através do cálculo da demanda de usuários do ponto, do nível de serviço desejado e das características urbanas, possa se estabelecer um tipo de ponto, de acordo com o itinerário de localização e as taxas de refúgio esperadas para exigências altas, médias e baixas. O estudo foi feito com base na informação dos pontos de ônibus da cidade de Bogotá e a demanda de usuários do SITP, fazendo os modelos e cálculos por meio de métodos reconhecidos do HMS 2000 para a capacidade, e com base nas características do ponto M10.

Palavras-chave: Nível de serviço, paradeiro e procura.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio “Incidencia del análisis de la demanda de usuarios, en la determinación de paraderos tipo. Caso: zonas de espera del SITP – Bogotá”, presenta una propuesta para mejorar sustancialmente el sistema de paraderos de la ciudad, desde la perspectiva de la infraestructura peatonal disponible para la prestación del servicio de transferencia de usuarios del SITP.

Para evaluar la operación de los paraderos en sus zonas de espera, es necesario realizar un análisis del comportamiento de la demanda en estas zonas de espera para las diversas configuraciones de la infraestructura peatonal con la que cuenta Bogotá, especialmente en aquellos paraderos que no cuentan con un ancho de andén adecuado para la atender la alta demanda del servicio en algunos sectores de la ciudad.

En el presente documento se determinan las condiciones de la infraestructura y la operación del servicio de transporte asociado a los paraderos. También se realiza un análisis del comportamiento de las zonas de espera en cuanto a su localización (clasificación vial), la demanda actual de usuarios y los anchos de andén disponibles para la operación de estas zonas de espera. Y se desarrolla una metodología para la selección de paraderos tipo, en donde se realiza el análisis de la información suministrada por Transmilenio S.A., la cual facilita caracterizar las condiciones del espacio público y el comportamiento de la demanda frente al ancho de andén, la cual permitió determinar la capacidad y niveles de servicio de las zonas de espera.

Finalmente, se plantean las propuestas operacionales y de diseño del mobiliario (M10), que determinan los paraderos tipo acordes a las condiciones actuales de la operación y de infraestructura del sistema de paraderos del SITP.

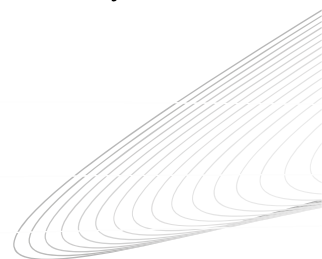
## 2. METODO

### 2.1 Análisis del comportamiento Zonas de Espera

Para desarrollar el análisis del comportamiento de las zonas de espera en los paraderos con alta y media demanda en diversas configuraciones del espacio público, se inició por identificar los tipos de corredores viales en que se encuentra operando los paraderos, basados en las categorías viales expuestas en el POT.

Seguidamente analizó el comportamiento de la demanda de usuarios del SITP en su componente zonal, en el último año de servicio, complementando la información con el comportamiento anual de la demanda en la hora pico y el perfil horario en un día típico, que nos permita contextualizar en cifras la demanda de usuarios a la que se enfrenta el sistema de paraderos de la ciudad.

Luego de contextualizar la demanda de usuarios actual del SITP, se determinó el comportamiento de la demanda usuarios específicamente en las zonas de espera de los paraderos, para una muestra seleccionada de paraderos. Este análisis debe permitir definir el volumen de usuarios que debe presentar una zona de espera para considerarla de alta, media o baja demanda, a través de un método estadístico descriptivo.



## 2.2 Metodología de Selección de Paraderos Tipo.

Para el desarrollo de la metodología de selección de paraderos tipo, se definió la configuración de los paraderos en sus zonas de espera de acuerdo al tipo de mobiliario (módulo M10, Tótem, señal bandera), en donde se definan las dimensiones de la zona de espera y los anchos de andén en donde puede ser implementado este mobiliario.

Seguidamente se hizo la caracterización del espacio público con respecto al ancho de andén disponible para el peatón y el usuario del SITP en cada uno de los paraderos de la muestra, clasificándolos por el tipo de corredor vial donde se encuentran localizados, y de esta manera determinar si existe alguna tendencia del ancho de andén frente al tipo de corredor vial.

**Tabla 2.** Ejemplo cuadro ancho de andén vs tipo de corredor vial

ANCHO DE ANDÉN (m)	TIPO DE CORREDOR VIAL		
	PRINCIPAL	COLECTOR	LOCAL
0.00 - 2.00			
2.10 - 3.50			
3.60 - 5.00			
>5.10			

Fuente: Elaboración propia

Los rangos de los anchos de andén serán determinados de acuerdo con el tipo de mobiliario que puede ser implementado, con su respectiva frecuencia en cada tipología de corredor vial.

Luego de caracterizar el espacio público, se procedió a caracterizar la demanda frente al ancho de andén, definiendo la cantidad de usuarios que están presentes en una zona de espera durante la hora de máxima demanda en el cuarto de hora más cargado, para los diferentes niveles de demanda e intervalos del ancho de andén, por lo que se hace necesario sustraer dichas cantidades de la información suministrada por Transmilenio S.A. a través de las validaciones (ascensos) registradas por los operadores del SITP en cada uno de los paraderos seleccionados de la ciudad.

Los rangos de los anchos de andén serán determinados de acuerdo con el tipo de mobiliario que puede ser implementado, con su respectiva frecuencia en cada tipología de corredor vial.

Luego de caracterizar el espacio público, se procedió a caracterizar la demanda frente al ancho de andén, definiendo la cantidad de usuarios que están presentes en una zona de espera durante la hora de máxima demanda en el cuarto de hora más cargado, para los diferentes niveles de demanda e intervalos del ancho de andén, por lo que se hace necesario sustraer dichas cantidades de la información suministrada por Transmilenio S.A. a través de las validaciones (ascensos) registradas por los operadores del SITP en cada uno de los paraderos seleccionados de la ciudad.

De cada paradero es necesario conocer la siguiente información:

- Número de identificación de los paraderos (Cenefa)
- Dirección de los paraderos
- Tipo de corredor vial en que se encuentra localizada
- La demanda actual en el día hábil
- Máxima ocupación/hora
- Hora pico
- Cuarto de hora más cargado
- Ancho de andén

Una vez recopilada y tabulada la información de la demanda y ancho de andén de cada paradero, se desarrolló la metodología de cálculo de la capacidad y niveles de servicio para el caso Bogotá, de acuerdo con las dimensiones de las áreas de espera establecidas por la cartilla del espacio público de Bogotá, frente a la cantidad usuarios que puede alojar dicha área de espera.

**Figura 1.** Área de la zona de espera.



Fuente: Elaboración propia

Para determinar la capacidad y los niveles de servicio se utilizó la metodología desarrollada por la HCM. Para calcular la densidad de personas que puede alojar una zona de espera en una intersección. Se considera que esta metodología también puede ser usada para calcular la densidad de usuarios en la zona de espera de los paraderos, ya que el comportamiento de los usuarios del SITP en dichas zonas, conservan una posición estática en la espera del servicio de transporte.

Para cada uno de los paraderos objeto de estudio se hizo un diagnóstico de los niveles de servicio de las zonas de espera, que permitirá sustentar el nivel de servicio deseado y admisible en la prestación del servicio de transferencia de usuarios.

Una vez a los resultados obtenidos, de encontrarse paraderos que sobrepasen la capacidad de las zonas de espera, se procederá a proponer estrategias que mitiguen la saturación de usuarios, definiendo de esta manera los paraderos tipo en concordancia a la demanda.

### 2.3 Propuesta operacional zonas de espera y de diseño M10

Con los resultados obtenidos en el análisis del comportamiento de las zonas de espera y la metodología de selección de paraderos tipo, se plantea una propuesta que brinde una solución operativa a los paraderos que presenten una alta saturación de usuarios en sus zonas de espera, la cual permita alcanzar el nivel de servicio deseado.

Finalmente se presentará una propuesta de diseño que establezca las dimensiones necesarias de los módulos M10, para atender el volumen de usuarios que utilizan las zonas de espera.

La propuesta de diseño de los M10 deberá mejorar las condiciones de refugio actuales y permitir resguardar la mayor cantidad usuarios posibles, de sobremanera en aquellos paraderos con alta demanda. Por medio de la evaluación de la tasa de refugio y los niveles de servicio para alta y media demanda.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Análisis del Comportamiento Zonas de Espera.

Clasificación vial para el diagnóstico de paraderos.

Respetando la clasificación de la malla vial realizada en el POT, para los análisis concernientes a la localización de paraderos, se considera reclasificar la malla vial de Bogotá en tres grandes categorías, que facilitan el estudio operacional de los paraderos y su interacción con la movilidad de la ciudad. Estas son:

- **Vías Principales:** Corresponden a los corredores de la malla vial arterial principal y complementaria.
- **Vías Colectoras:** Es el conjunto de vías correspondientes a la malla vial Intermedia, la cuales distribuyen y canalizan el tránsito vehicular hacia o desde el sistema arterial hasta diferentes sectores urbanos.
- **Vías Locales:** Tienen la función primordial de brindar accesibilidad a barrios y soportan tráficos de corta distancia.

De la selección maestra (2986 paraderos) se procede a clasificarlos, de acuerdo con su localización por tipo de vía, en la que se obtiene los siguientes resultados:



**Tabla 2.** Población paraderos categoría 4 por tipo de vía

TIPO DE VIA	CANTIDAD PARADEROS	PARTICIPACION
PRINCIPAL	1401	47%
COLECTORA	1274	43%
LOCAL	289	10%
<b>TOTAL</b>	<b>2964</b>	

Fuente: elaboración propia

Las vías principales presentan la mayor participación de paraderos en la muestra seleccionada, con un 47% del total, seguido por las vías colectoras con un 34%, y solo un 10% de los paraderos se encuentran localizados sobre las vías locales.

De los 2964 paraderos seleccionados, 836 de ellos tienen mobiliario urbano M10, de los cuales el 100% de estos paraderos, estarán incluidos en los análisis de diseño de mobiliario.

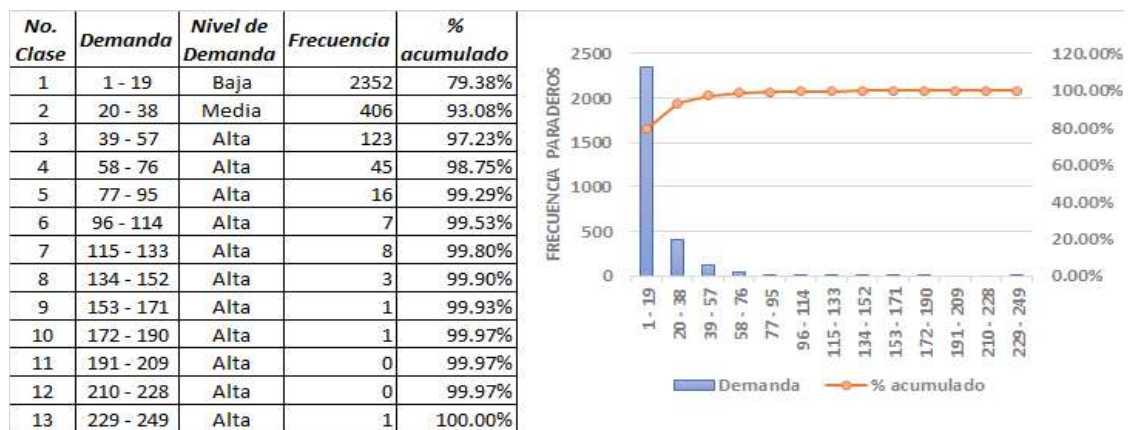
*Análisis de la demanda en zonas de espera:* Para analizar la demanda usuarios en zona de espera, se requiere agrupar la información en una tabla de frecuencias, de tal forma que se nos brinde una idea del cómo se encuentra distribuida la demanda y de esta manera determinar los valores de alta, media y baja demanda en el cuarto de hora más cargado.

Utilizando la regla de Sturges para calcular el número de clases, y teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra es de 2964 paraderos, se obtiene:

$$\text{No. Clases} = 1 + 3.332 \text{ Log} (2964) = 13 \quad (1)$$

Valores de demanda (usuarios en zona de espera/cuarto de hora más cargado) Demanda mínima = 1

Demanda máxima = 249 Rango = 249 – 1 = 248 Con los anteriores datos cse construyó la tabla de frecuencias.

**Tabla 3.** Frecuencia Vs Demanda

Fuente: Elaboración Propia

El valor de la media se encuentra localizado en el primer intervalo de clase, por lo que se considera este intervalo como el de demanda baja, el segundo intervalo como el de demanda media y los siguientes intervalos que corresponden al 3% de los paraderos a la demanda Alta.

Tabla 4. Niveles de Demanda

Demanda	Rango de usuarios
Baja	1-19
Media	20-38
Alta	>39

### 3.2 Selección Paradero Tipo

En el proceso de selección del paradero tipo, inicialmente se debe identificar las tipologías de paradero existentes de acuerdo al mobiliario utilizado para su operación, así mismo caracterizar las condiciones del espacio público (localización vial, ancho de andén) y de la demanda, así como las posibles relaciones entre estas variables, que permitan determinar la capacidad y los niveles de servicio de las zonas de espera e identificar los posibles conflictos que se están presentando en la actual operación de los paraderos.

*Paradero Tipo según Mobiliario:* De acuerdo con los parámetros expuestos por el DADEP [6], para Bogotá se configuran tres (3) tipologías de paraderos de acuerdo con el mobiliario a utilizar y la disponibilidad del ancho de andén. Estas tipologías se describen a continuación:

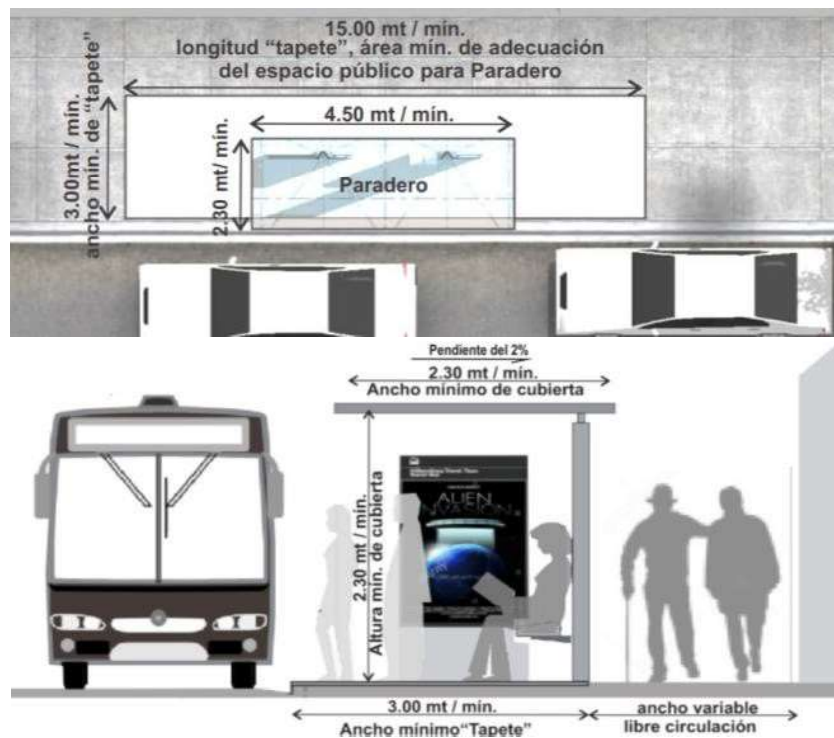
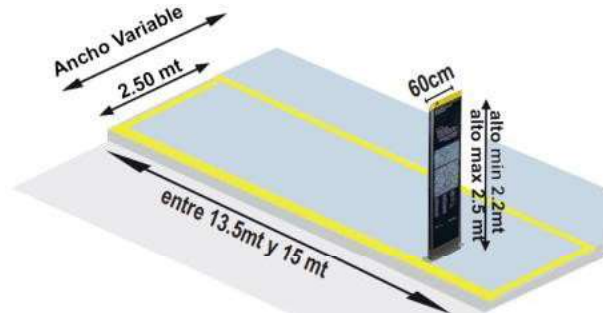


Figura 2. Paradero tipo 1 (Paradero con módulo) Fuente: [6] DADEP



El paradero tipo 2 (con Tótem), se compone de un tapete con unas dimensiones de 2.50 m de ancho y 15,0 m de longitud, este tipo de paraderos es posible adecuarlos en anchos de andén mayor a 4,5 m.

**Figura 3.** Paradero tipo 2 (Paradero con Tótem) Fuente: [6] DADEP



Por último, el paradero tipo 3 (Señal bandera), es la tipología de paradero que se ajusta a cualquier tipo de infraestructura peatonal, en anchos de andén menores a 3,5 m generalmente el área de la zona de espera es compartida con la circulación peatonal. Es recomendable que las dimensiones del tapete sean de 2,5 m de ancho por 13,5 m de longitud.

**Figura 4.** Paradero tipo 3 (Paradero con señal bandera) Fuente: [6] DADEP



En términos generales las dimensiones mínimas del área de espera de un paradero son de 33,75 m<sup>2</sup> (13,5 m x 2,5 m). Así mismo, dependiendo del ancho de andén disponible, es posible adecuar cualquiera de las tres tipologías de paraderos, que en resumen se clasifican de la siguiente manera:

- Tipo 1 - Andenes con ancho mayor a 5,5m
- Tipo 2 – Andenes con ancho entre 4,5 m y 5,5 m
- Tipo 3 – Andenes con ancho menor a 4,5 m

*Caracterización del Espacio Público:* De la información suministrada por Transmilenio S.A. se sustrae el dato correspondiente al espacio público, como son el ancho de andén y el tipo de vía en donde se encuentra localizado el paradero.

**Tabla 5.** Ejemplo de la información suministrada por Transmilenio S.A.

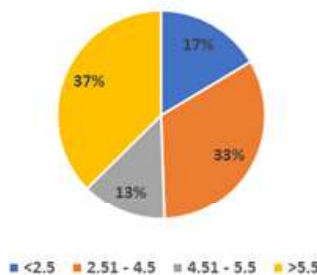
CENEFA	DIRECCIÓN PARADERO	TIPO DE CORREDOR VIAL	DEMANDA DIARIA AGOSTO 2018 (U/d)	MAX OCUPACION / HORA	HORA PICO INICIO	CUARTO DE HORA MAS CARGADO	ANCHO DE ANDEN
001A00	AC 100 - KR 54	PRINCIPAL	863	209	7:00	61	7,74
001B00	AC 100 - KR 54	PRINCIPAL	2275	509	7:00	147	9,46
193A00	KR 17 - CL 66	COLECTOR	326	75	7:00	22	2,88
203A09	KR 81 - CL 70 B Sur	LOCAL	534	71	7:00	21	2,20
017A00	AC 63 - KR 26	COLECTOR	1024	141	17:00	41	5,42
015A00	AC 63 - KR 19	PRINCIPAL	1264	138	17:00	40	5,09

Fuente: Transmilenio S.A.

Para el desarrollo de la caracterización del espacio público con respecto al ancho de andén disponible para el peatón y el usuario del SITP, se procede a clasificar cada paradero por el tipo de corredor vial donde se encuentran localizados. La matriz Tipo de Vía vs. Ancho de Andén arroja los siguientes resultados.

**Tabla 6.** Matriz Tipo de Vía vs. Ancho de Andén

ANCHO DE ANDÉN	TIPO DE VIA			Total por ancho de
	PRINCIPAL	COLECTORA	LOCAL	
<2.5	54	362	72	<b>488</b>
2.51 - 4.5	270	587	122	<b>979</b>
4.51 - 5.5	239	123	28	<b>390</b>
>5.5	838	202	67	<b>1107</b>
Total por tipo de vía	<b>1401</b>	<b>1274</b>	<b>289</b>	<b>2964</b>



Fuente: Elaboración Propia

*Caracterización de la Demanda Vs. Ancho De Andén:* El comportamiento de la demanda frente al ancho de andén, en la selección maestra (2964 paraderos), presenta diferentes connotaciones, destacándose en que la mayoría de los paraderos presenta demanda baja, alcanzando el 79% de los paraderos con una mayor presencia en el intervalo de ancho de andén > 5.50 m en vías principales con un total de 573 paraderos.

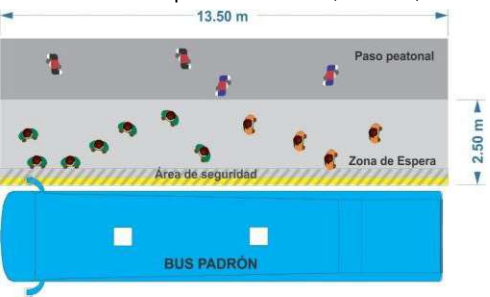
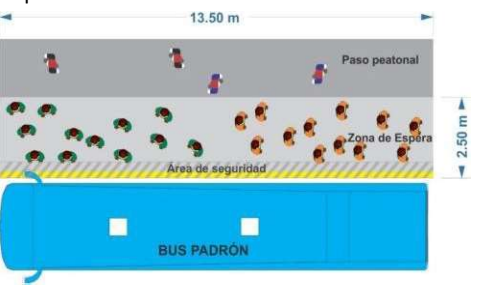
**Tabla 7.** Comportamiento de la demanda vs ancho de andén

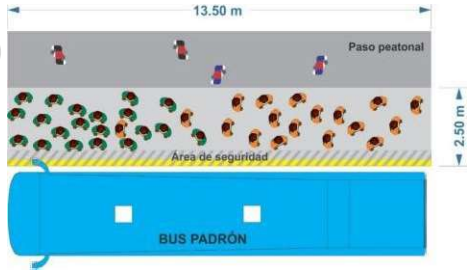
TIPO DE VIA	ANCHO DE ANDEN	NIVEL DE DEMANDA			Total Paraderos - ancho andén
		ALTA	MEDIA	BAJA	
PRINCIPAL	<2.5	2	8	44	54
	>5.5	105	160	573	838
	2.51 - 4.5	19	45	206	270
	4.51 - 5.5	18	48	173	239
COLECTORA	<2.5	15	15	332	362
	>5.5	10	22	170	202
	2.51 - 4.5	14	58	515	587
	4.51 - 5.5	5	17	101	123
LOCAL	<2.5	3	3	66	72
	>5.5	6	12	49	67
	2.51 - 4.5	6	14	102	122
	4.51 - 5.5	3	4	21	28
Total paraderos por nivel de demanda		206	406	2352	2964
		7%	14%	79%	

Fuente: Elaboración propia

**Capacidad y Niveles de Servicio en Zonas de Espera:** En la zona de espera debe existir un área de seguridad en donde no es recomendable que el usuario se ubique en la espera el servicio, ésta corresponde al área colindante con el borde del andén, debido a que los buses realizan maniobras de estacionamiento, en donde la parte frontal del bus puede ingresar sobre el andén, generando riesgo de accidentalidad, por lo que se recomienda disponer un ancho de andén de 0.5 m libre de obstáculos y de usuarios. De esta manera el área de espera efectiva para el albergue de usuarios es de 27 m<sup>2</sup> (13,5 m \* 2.0 m).

**Tabla 8.** Variación de Niveles de servicio en zonas de espera

Nivel de Servicio	Densidad m <sup>2</sup> /usuario	DESCRIPCION
A	>1,2	<p>La libre circulación es posible a través de la zona de espera sin causar conflictos con otros usuarios. Capacidad = 27 m<sup>2</sup>/ 1.2 m<sup>2</sup>/usuario Capacidad = 22 usuarios</p> 
B	0,9 - 1,2	<p>La circulación está parcialmente restringida, es posible a través de la zona de espera sin causar conflictos con otros usuarios. Capacidad = 27 m<sup>2</sup>/ 0.9 m<sup>2</sup>/usuario. Capacidad = 30 usuarios</p> 

C	0,6 - 0,9	<p>La circulación restringida a través de la zona de espera es posible causando conflictos con otros usuarios. Esta densidad se encuentra dentro del rango del confort. Capacidad = 27 m<sup>2</sup>/ 0.6 m<sup>2</sup>/usuario, Capacidad = 45 usuarios</p> 
D	0,3 - 0,6	<p>Estar de pie sin roces con otros usuarios es posible, la circulación está altamente restringida dentro de la zona de espera y el movimiento hacia adelante solo es posible realizarlo en grupo. Esperar un largo tiempo con esta densidad es bastante incómodo. Capacidad = 27 m<sup>2</sup>/ 0.3 m<sup>2</sup>/usuario Capacidad = 90 usuarios</p>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Propuesta de Paraderos Tipo

**Propuesta Operacional:** Los resultados obtenidos en los análisis del comportamiento de las zonas de espera y la metodología de selección de paradero tipo, se encontró que los factores que intervienen en la operación en las zonas de espera presentan los siguientes componentes:

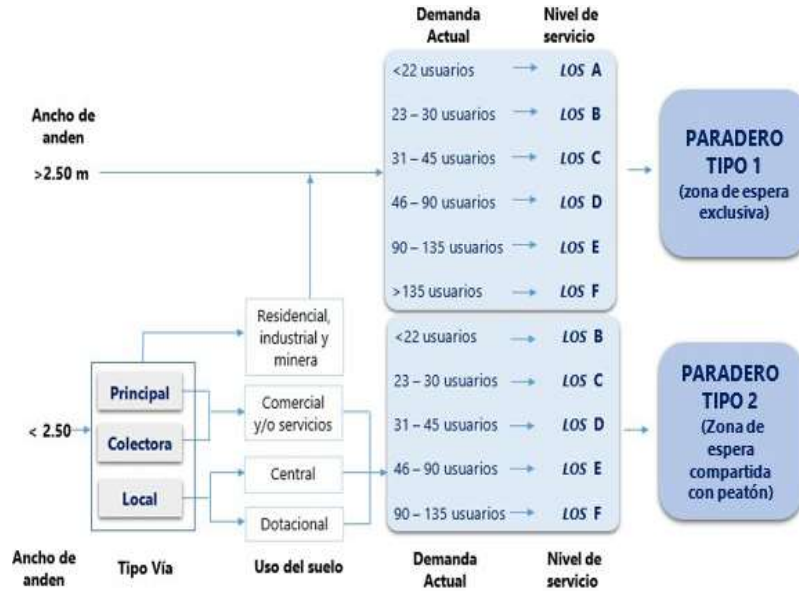
- Tipo de mobiliario: Se definieron tres (3) tipologías de paraderos de acuerdo con el mobiliario a implementar
  - Tipo 1: Paradero con modulo
  - Tipo 2: Paradero con Tótem
  - Tipo 3: Paradero con Señal Bandera
- Condiciones del espacio público: Se definieron dos condiciones generales del espacio público acorde al ancho de andén disponible para la operación de las zonas de espera y los flujos peatonales
  - Paraderos con ancho mayor a 2.51 m: Paraderos en los que es posible implementar los tres tipos de mobiliario urbano. El espacio público destinado a la zona de espera puede operar de forma independiente a los flujos peatonales.
  - Paraderos con ancho de andén menor a 2.50 m: Solo es posible instalar la señal bandera. El área de espera del paradero es compartida con los flujos peatonales.
- Demanda actual de las zonas de espera: Volumen de usuarios en zonas de espera, para los cuales se definieron niveles de servicio acordes a la cantidad de usuarios en la hora pico en cuarto más cargado.
- Localización de los paraderos: Incidencia de la localización de los paraderos, de acuerdo con el tipo de vía y usos del suelo en donde operan las zonas de espera.

Para la selección de los paraderos tipo, es necesario seguir el protocolo de identificación de las características operacionales y de infraestructura de las zonas de espera, y que luego de ser

definidas estas características, se procede a calificar su nivel de servicio, el cual dictaminara si la zona de espera se encuentra operando en favorables condiciones.

Los paraderos que califiquen en nivel de servicio D, E y F requerirán tomar acciones operativas que mejoren su calificación. El proceso identificación del paradero tipo y su posterior calificación se resumen en siguiente cuadro sinóptico:

**Figura 5.** Procedimiento para la valoración del nivel de servicio de los paraderos tipo



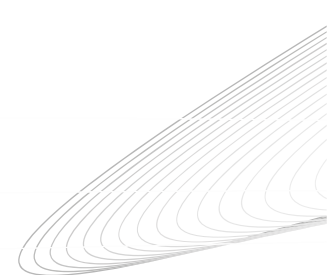
Fuente: Elaboración propia

Los paraderos localizados en vías principales y colectoras, en donde los usos del suelo sean comerciales y de servicios, se castigan el nivel de servicio de la zona de espera aumentándolo en una categoría.

**Figura 6.** Valores de la demanda en paraderos con ancho de andén < 2.50 m que requieren ser castigados en su nivel de servicio.

Demanda Actual	Nivel de servicio
<22 usuarios	LOS B
23 – 30 usuarios	LOS C
31 – 45 usuarios	LOS D
46 – 90 usuarios	LOS E
90 – 135 usuarios	LOS F

Fuente: Elaboración propia



Los paraderos con usos del suelo Residencial, Industrial y minero, la calificación de los niveles de servicio no es castigada, debido a que se considera que los flujos peatonales en estos usos del suelo son mínimos y no afecta consistentemente la operación de las zonas de espera.

- Los resultados más destacados en el diagnóstico y caracterización de la infraestructura y la operación de las zonas de espera de paraderos se resumen a continuación:
- El 93% de los paraderos presentan una demanda baja y media (hasta 38 usuarios en el cuarto más cargado de la hora pico), sugiriendo este indicador que el sistema de paraderos en términos generales está operando en favorables condiciones de la demanda en las zonas de espera.
- El 47% de los paraderos se encuentran localizados sobre las vías principales
- El 87% de los paraderos se encuentran localizados en andenes con un ancho mayor a 2.5m, indicando que la mayoría de los paraderos con zonas de espera accesibles tienen favorables condiciones en cuanto al ancho de andén.
- El ancho de andén en vías principales tiende a ser mayor de 5,5m, y el ancho de andén en vías colectoras a ser menor de 4,5 m.

Finalmente se plantea una propuesta operacional para atender al 5% de los paraderos (138 paraderos) que presentan niveles de servicio D, E, F, por lo que se recomienda tomar las acciones operativas pertinentes para mejorar la calificación de estos paraderos. La propuesta operativa para estos paraderos consiste en dividir estos en varios módulos (paraderos múltiples), de acuerdo con los siguientes parámetros:

**Tabla 9.** Propuesta de distribución de la demanda en módulos de parada

NIVEL DE SERVICIO	DEMANDA (usuarios)	# DE MODULOS	NIVEL DE SERVICIO ESPERADO
D	46 - 90	Módulo 1	B o C
		Módulo 2	C
	91 - 135	Módulo 1	B o C
E		Módulo 2	<u>C</u>
		Módulo 3	C
	> 135	Módulo 1	<u>C</u>
F		Módulo 2	<u>C</u>
		Módulo 3	C

Fuente: Elaboración propia

Para el presente estudio de los 6980 paraderos operativos del SITP, se seleccionaron 2964, correspondiente a los paraderos que cuentan con zonas duras accesibles para el usuario del SITP (Categoría 4) de acuerdo con la información suministrada por Transmilenio S.A., los restantes 4016 fueron descartados debido a que las condiciones de accesibilidad de los paraderos afectan su operación, por lo que se recomienda para futuros estudios interesados en conocer el comportamiento de la demanda de usuarios en las zonas de espera, realizar una valoración de las condiciones físicas del espacio público, en el que se tengan en cuenta los siguientes elementos:



- Condiciones de la superficie del suelo: Afirmado, capa vegetativa, mixta
- Estado de la zona dura: Bueno, regular, malo
- Obstáculos: descripción de los obstáculos y su localización (Postes, bolardos, jardinerías, entre otros)
- Ancho de andén
- Accesibilidad: condiciones de la infraestructura de los andenes próximos a los paraderos, si cuentan con rampas, andenes consolidados, favorabilidad del acceso a personas con discapacidad

La tasa de refugio se refiere a la cantidad de usuarios que se albergarían bajo cubierta del paradero, para evaluar el módulo óptimo según el nivel de demanda para condiciones de clima Seco y Nublado, considerando como los periodos en los que menor cantidad de usuarios se refugian bajo el paradero.

La determinación del tipo de módulo se toma partiendo de aquel modulo cuya dimensión proporcione una tasa de refugio aproximada al 50%, dando como resultado los siguientes Módulos:

**Tabla 10.** Módulos según Nivel de Demanda

Nivel de Demanda	Rango de usuarios	Tipo de Modulo	Tasa de Refugio	Dimensiones	
				Longitud (m)	Ancho (m)
Baja	1-19	1	53%	4,80	1,9
Media	20-39	3	47%	8,64	1,9
Alta	>39	3	36%	8,64	1,9
		4	45%	10,56	1,9

Fuente: Elaboración propia

#### 4. REFERENCIAS

- [1] TRANSMILENIOS.A.(noviembre,2018).Transmilenioencifras(InformeNo.54).Recuperado de:[http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas\\_de\\_oferta\\_y\\_demanda\\_bimensual\\_del\\_sistema\\_integrado\\_de\\_transporte\\_publico\\_sitp\\_mayo\\_junio\\_2018](http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/estadisticas_de_oferta_y_demanda_bimensual_del_sistema_integrado_de_transporte_publico_sitp_mayo_junio_2018)
- [2] JING-QUAN LI. Match bus stops to a digital road network by the shortest path model. California, Universidad de California, Berkeley, Estados Unidos.2012.
- [3] LIU ZHIYUAN, YADAN YAN. Bus stop-skipping scheme with random travel time. Instituto de Estudios de Transporte, Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Monash, Clayton, Australia. 2012
- [4] BOMIN BIAN, ZHU NING. Bus service time estimation model for a curbside bus stop. Instituto de Ingeniería de Sistemas. Facultad de Administración y Economía, Universidad de Tianjin, China. 2014.

- [5] WEIHUA GU, MICHAEL J. CASSIDY. Mitigating negative impacts of near-side bus stops on cars. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de California, EE.UU. 2012
- [6] DADEP, Cartilla de Lineamientos Técnicos para el Diseño de Mobiliario Urbano. Bogotá, Colombia. 2018
- [7] NTC 4901-3 (2009-12-16) “vehículos para el transporte urbano masivo de pasajeros. Parte 3: autobuses convencionales”.
- [8] CAMARA DE COMERCIO DE BOGOTA. Asignación de usos a los suelos urbanos y de expansión. [recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/2usos.html](http://recursos.ccb.org.co/ccb/pot/PC/files/2usos.html)
- [9] <https://paradaautobus.wordpress.com/2010/03/02/historia-paradas-de-autobus/>
- [10] (<https://plazacapital.co/webs/produccion5/Transporte-publico-bogota/historia/Transporte.html>)
- [11] TRANSMILENIO S.A. Parámetros para el diseño, adecuación y construcción de paraderos accesibles del SITP. Dirección Técnica de Modos Alternativos y Equipamientos Complementarios. 2017.
- [12] MOLINERO, A. R. (Ed.4). (2002). Transporte Público Planeación, Diseño, Operación Y Administración, Universidad Autónoma de México, Mexico, ISBN
- [13] Cal y Mayor, Rafael. ingeniería de Transito, séptima edición, Co-editores, Asociación Mexicana de Caminos, A.C., y Representaciones y Servicios de ingeniería, S.A., Mexico, 1982.
- [14] SECRETARIA DISTRITAL DE PLANEACION. Cartilla de Mobiliario Urbano. Actualización 2018. Dirección del taller del espacio público.
- [15] SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD. RESOLUCIÓN 303 DE 2016. Por la cual se fijan las condiciones técnicas y de accesibilidad para los paraderos de transporte público en el marco del Sistema Integrado de Transporte Publico - SITP.