

**APLICACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS EXISTENTES PARA LA ESTIMACIÓN
DE LA CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL
EN UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA (SANTANDER)**

**SERGIO DANIEL ROJAS MUÑOZ
VICENTE CALA DIAZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

**APLICACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS EXISTENTES PARA LA ESTIMACIÓN
DE LA CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL
EN UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA (SANTANDER)**

**SERGIO DANIEL ROJAS MUÑOZ
VICENTE CALA DIAZ**

**Trabajo de grado como requisito para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director:
YERLY FABIAN MARTINEZ
Ingeniero civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

AGRADECIMIENTOS

Sergio Daniel Rojas Muñoz

Inicialmente deseo dedicarles este trabajo en especial a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

A Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar.

A mis Padres Claudia Patricia Muñoz Ochoa y Julio Hernando Rojas Pérez por la lucha y el deseo de sacarme adelante, ese esfuerzo y constancia no será en vano; no hay un día en el que no le agradezca a dios el haberme colocado entre ustedes, la fortuna más grande es tenerlos conmigo y el tesoro más valioso son todos y cada uno de los valores que me inculcaron y el gran apoyo incondicional que me brindaron, siempre estarán conmigo.

AGRADECIMIENTO

Vicente Cala Diaz

Doy gracias principalmente a Dios por darme inteligencia, sabiduria, paciencia, entendimiento y capacidad para realizar este proyecto. Mis sincera gratitud a mi padre por su apoyo, a mi compañero de proyecto Sergio Daniel Rojas M. por su comprensión y a mi profesor Yerli Fabian Martinez E. por no dudar de mi capacidad y por impulsar el deseo de lucha y perseverancia en alcanzar las metas trazadas en la vida, por estar en el momento oportuno, infinitas gracias.

A todas las personas que de alguna u otra forma contribuyeron conmigo, reciban este trabajo como suyo y sépanse acreedores de mi especial agradecimiento: Dios los bendiga.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	13
1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	15
2. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL EXISTENTE Y COMPARACIÓN CON LA ESTABLECIDA EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT).....	16
2.1. FASE I.....	16
2.2. FASE II.....	19
3. APLICACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS	21
3.1. MÉTODO COLOMBIANO PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO EN INFRAESTRUCTURAS PEATONALES.....	22
3.2. MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PLANTEADO POR JASKIEWIECZ F.	26
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
5. CONCLUSIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Localización del municipio de Floridablanca Santander.	15
Imagen 2. Localización de la zona de estudio en el municipio de Floridablanca. ...	17
Imagen 3. Ubicación de los sectores estratégicos en la zona de aplicación.	21
Imagen 4. Variación de flujo peatonal.	24

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación y dimensionamiento de las vías.....	18
Tabla 2. Cálculo tipo de déficit para infraestructura peatonal.....	20
Tabla 3. Cálculo del déficit para el porcentaje de infraestructura que no cumple con lo establecido en el (POT)	20
Tabla 4. Parámetros de campo modelo.	24
Tabla 5. Cálculo de la capacidad de la infraestructura peatonal.	25
Tabla 6. Cálculo del nivel de servicio de la infraestructura.....	26
Tabla 7. Nivel de servicio peatonal, en las zonas estratégicas.....	28

RESUMEN

TITULO: APLICACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS EXISTENTES PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL EN UNA ZONA DEL MUNICIPIO DE FLORIDABLANCA (SANTANDER)*

AUTORES: SERGIO DANIEL ROJAS MUÑOZ
VICENTE CALA DIAZ**

RESUMEN

En el siguiente artículo se hace un estudio de la infraestructura peatonal del casco antiguo del municipio de Floridablanca, delimitado de la calle tres (3) a la calle ocho (8), entre la carrera seis (6) y la carrera trece (13), zona que se seleccionó debido a que presenta un gran volumen de peatones; una vez seleccionada y demarcada la zona de estudio se procedió a calcular la capacidad que la infraestructura peatonal ofrece, seguidamente se determinó el nivel de servicio para la misma, para esto se hizo inicialmente un análisis comparativo entre la infraestructura existente y la propuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), luego se aplicaron dos metodologías existentes: Método Colombiano para la estimación de la capacidad y calidad de servicio en infraestructuras peatonales por la UPTC (2011) y el Modelo de estimación de nivel de servicio peatonal planteada por Jaskiewicz F. Según los resultados obtenidos de la aplicación teórica de estas dos metodologías se pudo observar que existen factores que afectan los niveles de servicio sobre las aceras, al igual se estableció el déficit en unidad de área que la infraestructura peatonal presenta en esta zona, lo anterior con respecto a las normativas presentadas en el POT, con estos análisis se puede ayudar a generar las necesidades específicas en lugares precisos a lo largo de un área de estudio para que en un futuro se hagan las mejoras necesarias, con el fin de animar a caminar como una forma alternativa viable de transporte, presentando especial atención a la comodidad y la seguridad de los peatones.

PALABRAS CLAVES: Metodologías, Flujo de peatones, Niveles de servicio, Infraestructura peatonal, Plan de Ordenamiento Territorial.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director: Yerly Fabián Estupiñán, Ingeniero Civil.

ABSTRACT

TITLE: APPLICATION OF TWO EXISTING METHODOLOGIES FOR ESTIMATING THE OPERATING CAPACITY OF INFRASTRUCTURE PEDESTRIAN IN A ZONE OF FLORIDABLANCA (SANTANDER)*

AUTHORS: **SERGIO DANIEL ROJAS MUÑOZ**
VICENTE CALA DIAZ**

In the following article a study of pedestrian infrastructure of the old part of town of Floridablanca, delimited Third Street (3) and the street eight (8) and between the race six (6) and the race is thirteen (13), area was selected because it has a large volume of pedestrian; once selected, marked the study area we proceeded to calculate the capacity pedestrian infrastructure offers, then the level of service for the same was determined for this initially made a comparative analysis of the existing infrastructure and the proposal in the Plan Territorial Planning (POT), then two existing methodologies were applied: Colombian method for estimating the capacity and quality of service in pedestrian infrastructure by UPTC (2011) and the model for estimating pedestrian level of service proposed by Jaskiewicz F. According to the results of the theoretical application of these two methods, it was observed that there are factors that affect service levels on the sidewalks, as the deficit falling unit area pedestrian infrastructure presented in this area with respect to POT, these analyzes can help generate specific needs accurate over an area of study places for that in the future the necessary improvements are made, in order to encourage walking as a viable alternative form of transport, presenting special attention to the comfort and safety of pedestrians.

KEYWORDS: Methodologies, pedestrian flow, levels of service, pedestrian infrastructure, Plan Ordinance territorial.

* Grade Project

** Faculty of Physical - Mechanical Engineering , School of Civil Engineering, Director: Fabian Yerly Estupiñan , Civil Engineer.

INTRODUCCIÓN

Una ciudad habitada por miles de personas debe ofrecer un ambiente agradable para aquellos que la transitan; el entorno que brinda es un elemento crítico de la experiencia urbana, lo que implica más que viajar de un punto A a un punto B, es imprescindible presentar un ambiente de comodidad y agrado para aquellos que la transitan, junto a esto se tiene el fuerte crecimiento urbano que hace que cada día las calles estén más congestionada. Entre la planificación de una ciudad, en cuanto a su movilidad debe diseñarse de manera íntegra pensando en todos los actores que se desplazan, por ello se hace indispensable aplicar métodos con principios de diseño que ayuden a contribuir espacios peatonales agradables. Es de vital importancia conocer el estado actual, las características físicas y las condiciones de deterioro de las vías peatonales, ya que así se pueden implementar los correctivos necesarios para lograr una optimización en las condiciones de uso para los peatones debido a que la gran mayoría de los recorridos realizados se hacen a pie, lo que implica necesariamente que los espacios alcancen niveles de servicios muy elevados. Además de las normas de diseño que una vía debe cumplir, de igual manera existen métodos utilizados para medir el nivel de servicio (LOS) y estimar la capacidad de las infraestructuras peatonales. Es importante que los análisis se hagan con base en los factores cualitativos, considerado volumen y capacidad para un mejoramiento en la movilidad, presentando medidas específicas para la funcionalidad y seguridad de los peatones. La presión generada por el crecimiento en sectores consolidados para el comercio o sitios de encuentro en la ciudad genera conflicto e incompatibilidad en el flujo sobre estos corredores viales, esta situación refuerza aún más la necesidad de consolidar estrategias para este tipo de movilidad.¹

¹ ARAQUE, Laura Carolina y DÍAZ, Mónica Alexandra. Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. 2014. p.

En consideración, para la definición de una movilidad sostenible, es importante tener presente que hay muchas formas de solucionar los problemas de movilidad peatonal.² Los criterios para escoger las soluciones adecuadas dependen principalmente del modelo de ciudad que se busque planear a corto, mediano y largo plazo. En la actualidad, no se cuenta con información específica referente al flujo peatonal o estado de las aceras de la zona en estudio, por lo cual se hace necesario llevar a cabo una evaluación de los principales elementos para aplicar procesos que contribuyan en un mejor aprovechamiento de las infraestructuras peatonales con las cuales se dispone para dar respuesta a las necesidades internas y de conexión con los flujos externos de movilidad, en el marco de una ciudad abierta y descongestionada, con el objetivo entre otros, de incrementar la seguridad vial y disminuir los índices de accidentalidad.

² *Ibíd.* p 2.

1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la imagen se muestra la ubicación del municipio de Floridablanca - Santander, objetivo del proyecto en estudio; este se caracteriza por un alto flujo de peatones, debido principalmente a que es centro de varias actividades de tipo comercial y al ser un municipio de tamaño medio (8168 habitantes en el casco antiguo para 2005, DANE) facilita los desplazamientos a pie, a pesar de esto el número de vehículos es bastante elevado, pues cuenta con una gran flota de vehículos públicos transitando la zona y a menudo es muy frecuentado por visitantes extranjeros, a esto se le suma la falta de señalización, la imprudencia de los habitantes, los vendedores ambulantes entre otras problemáticas que ocasionan un flujo vehicular y peatonal lento e indiscreto.

Imagen 1. Localización del municipio de Floridablanca Santander.



Fuente: Google Maps, adaptada por el autor.

2. ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA PEATONAL EXISTENTE Y COMPARACIÓN CON LA ESTABLECIDA EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (POT)

Este proceso se llevó a cabo en diferentes fases de trabajo, las cuales se abordaron dependiendo de las diferentes perspectivas observadas en las visitas de campo; ancho efectivo de acera, estado de la misma, volumen de peatones, entre otros, esto para dar cumplimiento a los objetivos planteados de manera clara y precisa. **Ver anexo 1**

2.1. FASE I

En esta etapa de investigación se determina cuál es el estado del espacio peatonal en la zona de estudio teniendo en cuenta la normativa de secciones viales definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Floridablanca, haciendo una caracterización general de la zona, para observar si la infraestructura brinda un nivel de servicio adecuado.

Para esto se llevaron a cabo varios sondeos al municipio para seleccionar la zona a estudiar, teniendo en cuenta donde se presentan el mayor volumen de peatones; esta se ubica principalmente donde se centran la gran parte de actividades de tipo comercial, administrativo, bancario, hospitalario, social entre otros y así llevar a cabo la ejecución de dicho objetivo.

La imagen 2 ilustra la ubicación de la zona en estudio del municipio de Floridablanca, la cual abarca cerca de treinta (30) manzanas, alrededor de ciento setenta mil metros cuadrados (170,000 m² aproximadamente), en dirección Norte - Sur desde la calle tres (3) hasta la calle ocho (8) y de Este - Oeste desde la carrera doce (12) hasta la carrera seis (6). **Ver anexo 2**

Imagen 2. Localización de la zona de estudio en el municipio de Floridablanca.



Fuente: Google Earth, adaptada por autor.

Una vez definida la zona de estudio se busca la información del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Floridablanca para hacer una comparación con los datos recopilados en los diferentes sondeos que se llevaron a cabo para hacer la medición de la infraestructura peatonal y la clasificación de las vías.

Para el municipio de Floridablanca se tiene la siguiente clasificación de los ejes viales, según el **Decreto No. 087 de Abril 3 de 2013**, “Por medio del cual se compendia el contenido de los Acuerdos Municipales No. 036 de Noviembre 09 de 2001, No. 025 de Octubre 16 de 2002, No. 008 de Octubre 12 de 2005 y No. 001 de Febrero 25 de 2013, que contienen las disposiciones establecidas por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del Municipio de Floridablanca”.³

³ Decreto No. 087 de Abril 3 de 2013, *Plan de Ordenamiento Territorial (pot) Floridablanca*. Acuerdos Municipales. P 82.

En la tabla a continuación muestra las clasificaciones y dimensiones en componentes viales para los nuevos trazados de los sectores con tratamiento de desarrollo; las dimensiones referenciadas a partir del eje vial son las siguientes:

Tabla 1. Clasificación y dimensionamiento de las vías

CLASIFICACION Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIAS		
Tipo de vía	Zonas verdes (m)	Dimensiones anden (m)
Urbana primaria	2.0	1.5
Urbana secundaria	1.5	1.5
Urbana terciaria	1.5	1.0
Carretera local	2.0	1.5
Intermedias de barrio	1.0	1.0

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial (POT) Floridablanca.

Decreto No. 087 de abril 3 de 2013. Adaptada por el autor.

En base a la información obtenida se definen los tipos de infraestructuras viales, los cuales corresponden a la zona de estudio.

- Urbana Primaria: Ancho de infraestructura peatonal 1.5 metros. Urbana Secundario: Ancho de infraestructura peatonal 1.5 metros.
- Urbana Terciaria e Interna de barrio: Ancho de infraestructura peatonal 1,0 metros.⁴

Una vez analizada la información suministrada por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) se procede a organizar y analizar la información recopilada en los sondeos respectivos para la medición de las aceras de la infraestructura peatonal del casco antiguo de Floridablanca, referenciando cada una de las andenes, teniendo en cuenta su estado y deterioro, como dato adicional del análisis de comparación con las normativas viales del municipio.

⁴ Ibíd. p 3.

2.2. FASE II

En esta fase de la investigación se analizó de forma minuciosa los datos obtenidos en campo de la infraestructura peatonal existente, para luego compararlos con la señalada en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de dicho municipio. La comparación se realiza acera a acera y se establece si cumplen con el dimensionamiento propuesto en el POT del municipio de Floridablanca. **Ve anexo 3**

Para comparar la infraestructura existente con la establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se calculó el área de cada acera tanto con los parámetros establecidos en las normativas impuestas, como con los datos tomados en campo para cada tipo de infraestructura, para hacer una evaluación, calculando el déficit para cada acera, con la siguiente ecuación 1.

$$\text{Deficit IP} = \text{IP Existente} - \text{IP (POT)} \quad (1)$$

IP (POT) = Infraestructura peatonal propuesta por el Plan de Ordenamiento Territorial.

IP = Infraestructura peatonal existente

En este cálculo se pueden obtener valores tanto positivos como negativos; para valores menores a los establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) existe un déficit para la acera, y para valores mayores o iguales a cero, no hay déficit en la infraestructura peatonal.

A continuación se muestra el cálculo tipo del déficit de una acera característica de la zona.

$$\text{Deficit IP} = 97.5 - 75 = 22.5m^2$$

Como se puede observar en el cálculo tipo el valor obtenido es positivo lo que significa que no existe un déficit en la acera peatonal.

Tabla 2. Cálculo tipo de déficit para infraestructura peatonal.

Acera	Área IP. Existente (m ²)	Área IP. POT (m ²)	Déficit
Calle 6 entre carrera 6 y 5	97,5	75	22,5
			Cumple

Una vez calculadas las áreas de cada una de las aceras con los parámetros del (POT) y los datos obtenidos en campo al compararlos se obtuvo que no existe un déficit para la infraestructura peatonal, pero este valor se obtiene gracias a la compensación que se da por parte de algunas aceras que cumplen con los valores propuestos en las normativas.

En la tabla 3. A continuación se señala el déficit obtenido sin involucrar las aceras que si cumplen con lo establecido en el (POT)

Tabla 3. Cálculo del déficit para el porcentaje de infraestructura que no cumple con lo establecido en el (POT)

Porcentaje de infraestructura que no cumple con en dimensionamiento establecido en el (POT)	Déficit	Unidad
10.3 %	1367.25	m ²

Como se puede observar en la tabla tres (3) la gran mayoría de la infraestructura peatonal del municipio de Floridablanca cumple con la establecido en el (POT), pero sin embargo existe un déficit considerable para esta zona. **Ver anexo 3**

3. APLICACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS

Para esta parte del proyecto de investigación se realizaron diferentes visitas de sondeo al casco antiguo del municipio de Floridablanca para enfocar la investigación a las zonas que presentan mayor movimiento de personas, al igual en dichas visitas se analiza el entorno de los alrededores de estas zonas, para seleccionar metodologías que más se acoplaran al sector estudiado, para lo cual se realizó un análisis meticuloso a las metodologías establecidas en el proyecto de grado *“Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales”* del cual se seleccionaron dos metodologías las cuales según las visitas realizadas a la zona son las que más se ajustan a esta infraestructura peatonal.

Las zonas seleccionadas para dicha aplicación se caracterizan por estar ubicadas alrededor de instituciones hospitalarias, zonas comerciales, iglesias, entidades gubernamentales, parques públicos entre otros. En la imagen 3 muestra la ubicación de los puntos de aplicación. **Ver anexo 4.**

Imagen 3. Ubicación de los sectores estratégicos en la zona de aplicación.



Fuente: Google Earth. Adaptada por el autor

Una vez seleccionadas las zonas donde se aplicaron, se hizo una segunda revisión al proyecto de grado “Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales” las metodologías a aplicar son:

- *Método colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales*
- *Modelo para la estimación de nivel de servicio peatonal planteado por Jaskiewicz F.*⁵

3.1. MÉTODO COLOMBIANO PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO EN INFRAESTRUCTURAS PEATONALES

Los parámetros de entrada del modelo son de dos tipos, los geométricos que incluyen: Tipo de sector, pendiente longitudinal, tipo de infraestructura, estado, longitud del tramo y ancho efectivo; en segundo lugar, los parámetros relacionados con el tráfico: flujo horario, distribución por sentido, género y rango de edad, factor de hora pico y proporción de peatones con paquetes.

El modelo utilizado considera que la capacidad de una infraestructura peatonal no es constante, sino que se ve afectada por factores como: pendiente, estado de la vía, el tipo de peatón y el tipo de vía.

Por otra parte, la calidad del servicio que ofrece una infraestructura peatonal se determina con base en la variable velocidad media de caminata, la cual se calcula a partir de una velocidad base afectada por diversos factores de ajuste.

⁵ ARAQUE, Laura Carolina y DÍAZ, Mónica Alexandra. Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. 2014. p.

La capacidad de una infraestructura peatonal, se da en peatones para un periodo determinado de quince (15) minutos y por metro lineal de ancho de sección transversal, según la ecuación 2:

$$C = C_i * A_e * f_{eg} * f_{pe} * f_{td} * f_s \quad (2)$$

Dónde:

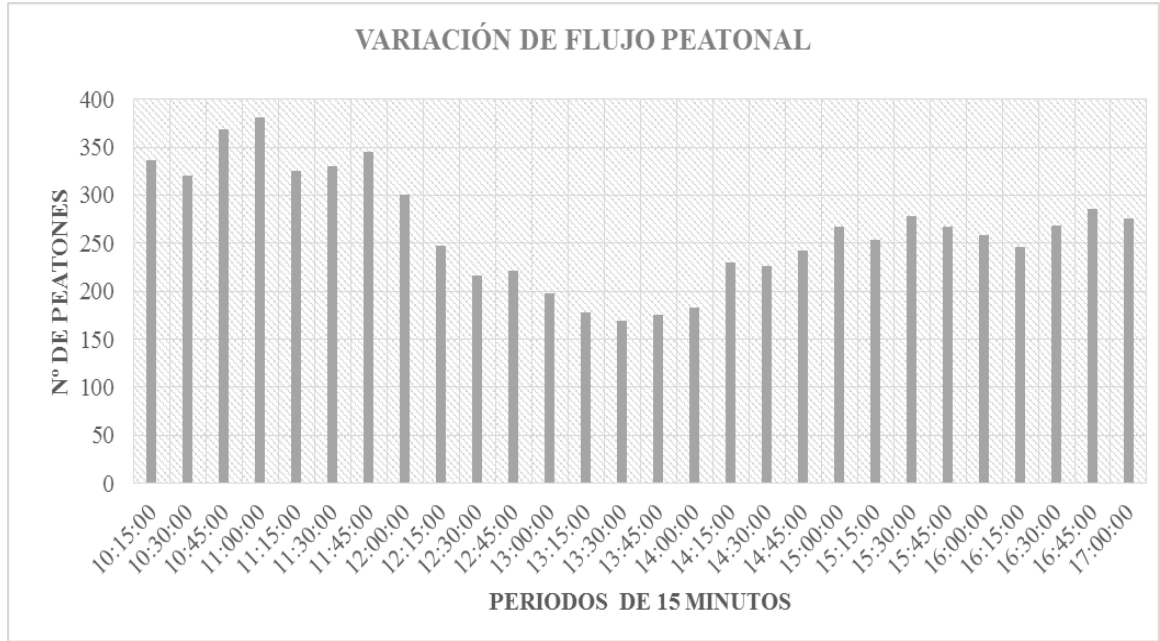
- C: Capacidad de la infraestructura analizada.
- C_i : Valor máximo de flujo bajo condiciones ideales; se obtuvo 1.000 peat/15 minutos/mt
- A_e : Ancho efectivo utilizado por los peatones.
- f_{eg} : Factor de ajuste por edad y género.
- f_{pe} : Factor de ajuste por pendiente y estado de la vía.
- f_{td} : Factor de ajuste por tipo de la vía y distribución direccional, y
- f_s : Factor de ajuste por acompañantes.⁶

Definidos los parámetros que evaluará la metodología se procede a la toma de datos en campo, en esta fase de investigación se hicieron de manera minuciosa de tal manera que se obtuvieran los resultados más cercanos a la realidad, para esto se hicieron registros en periodos de quince (15) minutos durante cerca de ocho (8) horas en los días considerados críticos cuando se presenta el mayor movimiento de peatones. **Ver anexo 5.**

Los análisis realizados se aplicaron en periodos de alta demanda de flujo en las zonas comerciales del municipio a partir de la variación temporal que se muestra en la imagen 4.

⁶ DUEÑAS, Domingo Ernesto y GUIO, Fredy Ernesto, op. Cit, p.5

Imagen 4. Variación de flujo peatonal.



La tabla 4 muestra los parámetros de entrada del modelo, obtenidos para los diferentes puntos estudiados.

Tabla 4. Parámetros de campo modelo.

PARÁMETROS DE CAMPO										
Parámetro	Carrera 8 entre calle 3-4		Calle 4 entre carrera 8-9		Carrera 8 entre calle 5-6	Calle 6 entre carrera 8-9	Carrera 9 entre calle 7-6		Calle 6 entre 9-10	
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Derecha	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
Tipo de sector	Zona comercial		Zona comercial		Parque principal		Zona comercial		Zona comercial	
Pendiente longitudinal (%)	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
Estado de la superficie	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Malo	Malo	Bueno	Malo	Malo	Malo
Tipo de infraestructura	Acera	Acera	Acera	Acera	Acera	Acera	Acera	Acera	Acera	Acera
Longitud del tramo (m)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Ancho efectivo (m)	4,5	4,5	1	1,2	0,9	1,5	0,8	1	0,9	1
Volumen peatonal (pe/hora/vía)	900	912	856	838	1021	1287	1407	1303	1286	1223
% Hombres	50	49	48	49	50	49	50	50	49	49
% Niños	11	12	11	12	11	12	12	12	11	11
% Jóvenes	35	39	39	39	28	39	39	39	36	36
% Adultos	49	49	32	49	33	49	49	49	32	32
Distribución por sentidos	52/48	52/48	51/49	51/49	52/48	53/47	51/49	51/49	53/47	51/49
Bloques por encuentro (%)	10	10	8	10	18	13	14	17	14	15
Personas acompañadas (%)	7	11	5	6	20	11	13	17	11	8

La medición del Nivel de Servicio se basa en comparar la velocidad representativa de las condiciones estudiadas con la velocidad para los diferentes niveles de servicio y pendientes tabulada para condiciones locales UT. Para ello se desarrollan los siguientes pasos: ⁷

Se define la velocidad media bajo condiciones ideales a flujo libre: relacionada para una pendiente dada y una longitud de tramo, la correspondiente velocidad ideal a flujo libre.⁸ Luego se determina la velocidad de caminado a flujo predeterminado mediante la ecuación 4.

$$U_{FP} = U_{FL} * \frac{V}{C} \quad (3)$$

Velocidad caminada a flujo predeterminado.

$$U_{RE} = U_{FP} * \text{Factores de ajuste} \quad (4)$$

Con base en la información de campo, se procedió a determinar los diferentes factores de ajuste para la capacidad y nivel de servicio, con los resultados que se muestran en la tabla 5 y 6.

Tabla 5. Cálculo de la capacidad de la infraestructura peatonal.

FACTORES DE AJUSTE CAPACIDAD												
Parámetro	Carrera 8 entre calle 3-4		Calle 4 entre carrera 8-9		Carrera 8 entre calle 5 - 6		Calle 6 entre carrera 8 - 9		Carrera 9 entre calle 7 - 6		Calle 6 entre carrera 9-10	
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Derecha	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda		
Tipo de sector	Zona comercial		Zona comercial		Parque principal		Zona comercial		Zona comercial			
F. a. por pendiente y estado de la vía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F. a. por edad y genero	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
F. a. por distribución direccional	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,96	0,98	0,97	0,98	0,97	0,98
F. a. por acompañante	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
CAPACIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA (p/h/vía)												
CAPACIDAD INFRAESTRUCTURA PEATONAL (p/h/vía)	3503	3586	756	888	811	1687	973	1150	1011	1080		

⁷ DUEÑAS, Domingo Ernesto y GUIO, Fredy Ernesto. Método Colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales. Investigación Ingeniería Civil. Tunja: Universidad pedagógica y tecnología de Colombia. Escuela de Ingeniería de vías y transportes.

⁸ *Ibid.* p 12.

Tabla 6. Cálculo del nivel de servicio de la infraestructura.

FACTORES DE AJUSTE NIVEL DE SERVICIO										
F. a. por efectos de la utilización de la capacidad	0,99	1,00	0,09	1,00	1,00	0,99	0,89	0,99	1,00	0,09
F. a. por objetos	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	9,98
F. a. por tipo de sector	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
F. a. por ancho restringido	0,82	0,91	0,76	0,50	0,60	0,72	0,51	0,90	1,00	1,00
V. en condiciones de la infraestructura	1,29	1,44	0,11	0,79	0,95	1,12	0,72	1,41	1,58	1,44
VELOCIDAD										
V. media ideal (m/s)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Relación V/C	0,26	0,25	1,13	0,94	1,26	0,76	1,45	1,13	1,27	1,13
Relación V/C	0,41	0,41	1,81	1,51	2,01	1,22	2,31	1,81	2,03	1,81
NIVEL DE SERVICIO										
N. servicio ofrecido por la infraestructura	A	A	F	F	E	D	F	A	A	A

Así mismo calculando un factor de hora pico para las aceras de estudio en los sectores estratégicos de cada zona, se obtuvo de la siguiente manera, los quince minutos más cargados de peatones divididos entre el número total de peatones durante la hora de estudio multiplicado en éste caso multiplicado por cuatro, que es el número de intervalos para cada hora.

3.2. MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO PEATONAL PLANTEADO POR JASKIEWIECZ F.

Esta Metodología evalúa el Nivel de Servicio peatonal en un segmento de la carretera sobre la base de nueve medidas de evaluación cualitativa, las medidas propuestas varían en su grado de especificidad. Cuando ciertos parámetros de diseño se pueden aplicar universal, es decir, independientemente de la ubicación geográfica. Una escala de calificaciones simple puede ser aplicada para evaluar el grado de ciertas áreas para cubrir el rango de precisión calificando de 1 a 5, siendo 1 muy malo y 5 excelente.⁹

⁹ Methods for assessing the pedestrian level of service: International experience and adjustment to the Greek walking environment - The case of Thessaloniki. Lefteris Sdoukopoulos. Centre for Research and Technology Hellas / Hellenic Institute of Transport (CERTH/HIT). Sdouk@certh.gr

Posteriormente se puede se promedian para obtener una LOS general, con los siguientes rangos y características generales:

- LOS A = 4,0 a 5,0 = muy agradable
- LOS B = 3.4 a 3.9 = cómodo
- LOS C = 2.8 a 3.3 = aceptable
- LOS D = 2.2 a 2.7 = incómodo
- LOS E = 1,6 a 2,1 = desagradable
- LOS F = 1,0 a 1,5 = muy desagradable.¹⁰

Los valores LOS finales se interpretan según la escala, es decir C a E generalmente sirven como estándares apropiados para fines de planificación, LOS A sirve como estándar para centros de las ciudades y LOS C para carreteras marginales. Peatones LOS D puede ser permisible en casos específicos (por ejemplo, de autopistas periféricas raramente transitados), siempre y cuando se respeten los parámetros básicos de seguridad.¹¹

Parámetros que se utilizan para evaluar el Nivel de Servicio peatonal según el método de Jaskiewicz son:

- a. Determinación clara de los límites de la calle (recinto / definición)
- b. La complejidad de la red de caminos
- c. Construcción de articulaciones
- d. Complejidad de la distribución de los lugares públicos
- e. La existencia de refugios, tiendas de campaña y las líneas del techo variadas
- f. La existencia de una zona de amortiguamiento
- g. La existencia de árboles
- h. La accesibilidad (transparencia)

¹⁰ Ibíd. p 7.

¹¹ Ibíd. p 9.

i. Las características naturales / física y el estado de la acera.¹²

Para la aplicación de la metodología se trabajó sobre las mismas zonas en las cuales se ha venido trabajando, donde se observó el mayor flujo peatonal y junto con la opinión del público, estas medidas ayudaron a identificar las áreas que requieren mejoras.

Una vez hecha la aplicación del método de estimación de nivel de servicio peatonal, se obtuvieron los siguientes resultados. **Ver anexo 6.**

Tabla 7. Nivel de servicio peatonal, en las zonas estratégicas.

CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO PARA LAS DIFERENTES ACERAS SELECCIONADAS											
Parámetro	Carrera 8 entre calle 3-4		Carrera 8 entre calle 4 - 5		Carrera 8 entre calle 5 - 6		Calle 6 entre carrera 8 - 9	Carrera 9 entre calle 7 - 6		Calle 6 entre carrera 9-10	
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Derecha	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
Tipo de sector	Zona comercial		Zona comercial		Parque principal		Zona comercial		Zona comercial		
Valores obtenidos de la evaluación	2,46	2,308	2,68	2,64	2,1	2,58	2,42	2,02	2,62	2,02	
Nivel de servicio	D	D	D	D	E	D	D	E	D	E	

¹² Methods for assessing the pedestrian level of service: International experience and adjustment to the Greek walking environment - The case of Thessaloniki. Lefteris Sdoukopoulos. Centre for Research and Technology Hellas / Hellenic Institute of Transport (CERTH/HIT). Sdouk@certh.gr

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la comparación realizada a la infraestructura peatonal existente con la impuesta por el POT, se observó que el 89,7 % de esta cumple con las normativas, a pesar de esto aún el 10,3% que corresponde a un área de 1367.25 m² de infraestructura peatonal que no cumple con los requerimientos mínimos establecidos, lo que indica que en algunas zonas las aceras exceden las medidas, como también existe una gran cantidad de andenes muy reducidos las cuales alcanzan anchos efectivos de hasta los cuarenta centímetros (40 cm). **Ver anexo 3**

En la metodología, **Método colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales** para la evaluación de la capacidad de la infraestructura peatonal se destaca la zona 1 que va desde la carrera 8 entre calle 3 y 4, en el punto 1 y 2 con capacidad de 3503 y 3586 peat/h/m, los cuales son resultados muy satisfactorios para esta zona; Para las zonas ubicada en la calle 6 entre carrera 8 y 9, carrera 9 entre calle 7 y 6 parte 2 y la calle 6 entre carrera 9 y 10 son muy regulares ya que para estos sectores los valores está oscilando entre 1080 y 1687 peatones/hora/metro, mientras que para las zonas ubicadas en la calle 4 entre carrera 8 y 9, carrera 8 entre calle 5 y 6, y para la carrera 9 entre calle 7 y 6 parte 1 los valores de capacidades son muy bajos, esto se debe a que en estos sectores la infraestructura peatonal a pesar que cumple con lo requerido en el POT, la superficie no es suficiente para la demanda de peatones que se desplaza.

En cuanto a los niveles de servicio ofrecidos por la infraestructura peatonal se puede observar que para las zonas con altos valores de capacidad los niveles de servicio mejoran, como es el caso de la zona 1 que alcanza niveles de servicio A, mientras que para las zonas con capacidad bajas alcanzan niveles de servicio E y

F lo que indica que la velocidad de los peatones se ve muy afectada ya que generan trancones por cumulo de peatones por lo que decidan transitar por la vía de los vehículos exponiendo en riesgo su integridad.

En cuanto a los resultados arrojados por la aplicación de la metodología, **Modelo para la estimación de nivel de servicio peatonal planteado por Jaskiewicz F.** para la evaluación del nivel de servicio basada en parámetros cualitativos, se obtuvieron niveles de servicio D y E, este tipo de nivel de servicio obtenido obedece a que la infraestructura peatonal no está en su mejor estado y no presta el mejor servicio a los peatones como es la comodidad y un ambiente estable y de seguridad.

Si se hace un análisis entre el **Método colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales** y **Metodología planteada por Jaskiewicz F.**, se observa que el nivel de servicio evaluado por el método colombino no es muy adecuado ya que no involucra parámetros del entorno, los cuales se encuentra dentro de la segunda metodología. A pesar de esto hay factores que estas metodologías no tienen encuentra, como son los vendedores ambulantes, el mal estacionamiento de vehículos por parte de los conductores, al igual que los poste de líneas eléctricas ubicados en la mitad de la acera, reduciendo el espacio peatonal haciendo que el nivel de servicio disminuya de una forma considerable, lo anterior se evidencio en las visitas de campo realizadas en las zonas de estudio.

5. CONCLUSIONES

A pesar de que la infraestructura peatonal cumple con lo establecido en el POT, al hacer el análisis de todas las aceras, arroja un resultado global ya que así como existen aceras con una capacidad elevada que compensa las de muy baja capacidad haciendo que el déficit sea cero para toda la estructura, pero aun así existe un porcentaje del 10,3% de las aceras que no cumplen con lo establecido en las normativas impuestas para el municipio de Floridablanca, por esto los niveles de servicio calculados con el método colombiano oscilan desde los más altos para las aceras con un ancho efectivo considerables, hasta los más bajos para aceras con anchos efectivos menores.

Lo que se pudo observar en las visitas de campo y los resultados obtenidos al aplicar las metodologías, se considera que el método colombiano no es muy adecuado para el cálculo del nivel de servicio, ya que en este modelo no consideran parámetros como vendedores ambulantes, el mal estacionamiento de vehículos, entre otros que son muy influyentes a la hora de evaluar el nivel de servicio prestado por una infraestructura, sin embargo permite calcular de manera efectiva la capacidad que la infraestructura peatonal soporta.

El método propuesto por Jaskiewicz F. evalúa algunos aspectos de niveles de servicio prestado por la infraestructura peatonal a los habitantes del sector, sin embargo existen varios factores que no se tienen en cuenta para calcular LOS, esto hace que se presenten problemas en la movilidad, ante estas deficiencias se hace necesaria en el corto plazo la formulación de un plan logístico que permita, a partir de los usos del suelo establecidos en los POT del municipio, mejorar las condiciones de uso de la infraestructura y minimizar los impactos negativos en el espacio peatonal. Esta actividad, complementada con métodos de regulación y

flujo de peatones, permitirá alcanzar una infraestructura cómoda y segura para todos los actores de la vía.

Según el estudio realizado en el municipio de Floridablanca se evidencia que estas metodologías son de muy buena utilidad para la evaluación de la capacidad peatonal y el nivel de servicio y son muy pocas las aplicaciones realizadas en el territorio colombiano sería bueno que futuras investigaciones sean dedicadas a la adaptación de estos métodos y otras metodologías mencionadas en el proyecto de grado “**Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales**” para mejorar los resultados que se obtengan en los estudios a futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARAQUE, Laura Carolina y DÍAZ, Mónica Alexandra. Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. 2014.
2. BLANCO, Ingrid Paola y CABALLERO, Yessica Brigith. Determinación de la capacidad y Nivel de servicio de infraestructuras peatonales aplicando algunas metodologías existentes, un caso de estudio para la comuna trece de la ciudad de Bucaramanga. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. 2014.
3. Colombia. Alcaldía de Floridablanca. Plan básico de ordenamiento territorial, acuerdo N° 087 de 2013, por medio el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Floridablanca Santander.
4. Alcaldía municipal de Floridablanca. [web en línea] [www.floridablanca.gov.co/apc-aa.../componente _urbano.pdf](http://www.floridablanca.gov.co/apc-aa.../componente_urbano.pdf). [consulta 16-06-2015].
5. DUEÑAS, Domingo Ernesto y GUIO, Fredy Ernesto. Método Colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales – CCSP. 2011.
6. Methods for assessing the pedestrian level of service: International experience and adjustment to the Greek walking environment - The case of Thessaloniki.

Lefteris Sdoukopoulos. Centre for Research and Technology Hellas / Hellenic Institute of Transport (CERTH/HIT). Sdouk@certh.gr.

7. Fredy Alberto Guío Burgos. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: Marco conceptual y modelos representativos. "Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 29, (Febrero – mayo de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 – Indexada Publindex-Colciencias, Latindex, EBSCO Information Services y Actualidad Iberoamericana. [pp. 179-203].
8. Cerquera Escobar Flor Ángela. Capacidad y niveles de servicios de la infraestructura vial. Universidad Pedagógica de Colombia. 2007.
9. Guio Burgos Fredy Alberto. Caracterización y modelación de flujos peatonales en infraestructuras continuas. Tunja-Colombia. Revista facultad de Ingeniería. UPTC, Vol. 1, No 25, pp 75-88. 2008.
10. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities. Washington, DC. 2001
11. Pedestrian Facilities Guidebook. Washington State Department of Transportation. 1997.
12. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities. Washington, DC. 2001.

BIBLIOGRAFIA

Alcaldía municipal de Floridablanca. [web en línea] www.floridablanca.gov.co/apc-aa.../componente_urbano.pdf. [consulta 16-06-2015].

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities. Washington, DC. 2001

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities. Washington, DC. 2001.

ARAQUE, Laura Carolina y DÍAZ, Mónica Alexandra. Estado del arte de metodologías existentes para la estimación de la capacidad y calidad operacional en infraestructuras peatonales. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. 2014.

BLANCO, Ingrid Paola y CABALLERO, Yessica Brighith. Determinación de la capacidad y Nivel de servicio de infraestructuras peatonales aplicando algunas metodologías existentes, un caso de estudio para la comuna trece de la ciudad de Bucaramanga. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Bucaramanga: Universidad industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. 2014.

Cerquera Escobar Flor Ángela. Capacidad y niveles de servicios de la infraestructura vial. Universidad Pedagógica de Colombia. 2007.

Colombia. Alcaldía de Floridablanca. Plan básico de ordenamiento territorial, acuerdo N° 087 de 2013, por medio el cual se adopta el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Floridablanca Santander.

DUEÑAS, Domingo Ernesto y GUIO, Fredy Ernesto. Método Colombiano para estimar la capacidad y calidad del servicio en infraestructuras peatonales – CCSP. 2011.

Fredy Alberto Guío Burgos. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: Marco conceptual y modelos representativos. “Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 29, (Febrero – mayo de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 – Indexada Publindex-Colciencias, Latindex, EBSCO Information Services y Actualidad Iberoamericana. [pp. 179-203].

Guio Burgos Fredy Alberto. Caracterización y modelación de flujos peatonales en infraestructuras continuas. Tunja-Colombia. Revista facultad de Ingeniería. UPTC, Vol. 1, No 25, pp 75-88. 2008.

Methods for assessing the pedestrian level of service: International experience and adjustment to the Greek walking environment - The case of Thessaloniki. Lefteris Sdoukopoulos. Centre for Research and Technology Hellas / Hellenic Institute of Transport (CERTH/HIT). Sdouk@certh.gr.

Pedestrian Facilities Guidebook. Washington State Department of Transportation. 1997.