

Recomendaciones de diseño para infraestructura peatonal en Colombia

Design Recommendations for Pedestrian Facilities in Colombia

Fredy Alberto Guío Burgos*

Resumen

Este artículo muestra un análisis general de las condiciones que las ciudades brindan a la movilidad peatonal, tomando como ejemplo la ciudad de Tunja. Se exponen datos estadísticos de accidentalidad peatonal en Colombia durante el año 2007 y se examinan los principios básicos que deben considerarse en el diseño de infraestructura peatonal en las ciudades, especialmente para aceras y pasos peatonales, con el fin de brindar seguridad a los usuarios más vulnerables de la red vial urbana. Se concluye que existen los parámetros para el planeamiento, diseño y construcción de infraestructuras para peatones y que pueden ser implementados en el medio colombiano.

Palabras clave: infraestructura peatonal, peatones, movilidad.

Abstract

This article shows a general analysis of the conditions that the cities give to the pedestrian mobility, taking as example the city of Tunja, Colombia. Statistical data of pedestrian accidents in Colombia during the year 2007 are shown and the basic principles which should be considered in the design of pedestrian infrastructure in Colombia, are examined, especially for sidewalks and pedestrian steps in intersections, with the purpose of offering security to the most vulnerable users in the urban traffic system. It concludes that there are parameters existing for the planning, design and construction of infrastructures for pedestrians, and that they can be implemented in Colombian cities.

Key words: pedestrian facilities, pedestrians, mobility.

* Docente de la Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja.
Correo electrónico: ingefreg@gmail.com

I. Introducción

Debido a que no existe una metodología que se adapte al entorno de las ciudades colombianas, que oriente acerca del comportamiento de los peatones y que permita controlar su movimiento, pues el movimiento peatonal es menos predecible que el de los conductores, se hace necesario estudiar su conducta, y, a partir de los resultados obtenidos, plantear soluciones a los problemas más graves, especialmente aquellos asociados con la seguridad, tales como el diseño y el control de flujos peatonales.

La movilización a pie en ciudades intermedias o pequeñas se ha convertido en una opción que resuelve el problema de movilidad, debido a las cortas distancias por recorrer, a los parámetros de seguridad y a las actividades que hacen atractivos los viajes centralizados. Sin embargo, muchas de las zonas por las cuales se realizan viajes a pie no son aptas para soportar adecuadamente flujos peatonales importantes; esto hace necesario adaptar unos parámetros de diseño que representen las condiciones prevalecientes en cada ciudad.

El diseño de infraestructura peatonal reviste gran importancia. En nuestro medio es una práctica común subestimar los diseños para peatones; es muy raro encontrar estudios previos de volumen de tránsito o velocidad de caminata. Un buen diseño mejoraría en gran medida este medio de transporte, que responde a una solución de movilidad imprescindible para las ciudades del siglo XXI.

Caminar es la forma más antigua y básica de transportarse, todas las personas lo hacen a diario durante sus viajes, bien sea para acceder a los sistemas de transporte público o desde el estacionamiento de su vehículo hasta su sitio de trabajo o compras.

El peatón es el elemento más vulnerable dentro del sistema de tráfico urbano, pues está desprovisto de defensa física contra accidentes de tránsito; además, su velocidad es baja respecto a los sistemas de transporte con los que interactúa a diario y su entorno se ha venido reduciendo gradualmente debido a las limitaciones de espacio, principalmente en las zonas

centrales de las ciudades. Según estadísticas del fondo de prevención vial [1], en Colombia, durante el año 2007, murieron 1670 peatones, que equivalen al 30,9% de los muertos totales en accidentes de tránsito, y resultaron heridos 9696 peatones, que corresponden al 25% de los heridos totales. Afortunadamente, a pesar de estas cifras, la tendencia histórica de peatones muertos en accidentes ha sido decreciente al 5,79% anual durante los últimos diez años.

Debe tenerse en cuenta que la función principal de la infraestructura es brindar seguridad a los peatones, así mismo, se persigue el objetivo de mejorar su movilidad mediante la reducción, por ejemplo, de las demoras en los cruces peatonales.

Se pretende fijar unos parámetros mínimos que permitan brindar a los ingenieros, arquitectos y urbanistas las herramientas conceptuales básicas para planificar, diseñar y construir infraestructuras viales para peatones.

II. La ciudad y el peatón en Colombia

En nuestro país, el peatón debe sortear una gran variedad y cantidad de obstáculos en su desplazamiento por la infraestructura peatonal. Pareciera que el espacio destinado al flujo peatonal es el saldo del espacio destinado a la calzada vehicular. Hemos diseñado ciudades para vehículos y no para personas. La acera no es más que el confinamiento de la calzada, donde se colocan todos los obstáculos, como señales de tránsito, postes de energía, mobiliario urbano, ventas informales.

La ciudad pequeña e intermedia en los países latinoamericanos constituye uno de los sitios con mejores condiciones para vivir, puesto que los ciudadanos realizan actividades de interrelación que no son posibles en ciudades más grandes. Por lo general, la concentración peatonal es grande en las zonas centrales; dichas zonas son conflictivas porque cuentan con una geometría limitada en cuanto al ancho efectivo de la sección transversal y porque tienen que albergar tráfico vehicular y un alto volumen de peatones que generan conflicto con los

flujos vehiculares. En la fig. 1 se muestra la sección transversal típica del diseño pensado sólo para autos.

Por ejemplo, en la ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, fundada el 6 de agosto de 1539, la geometría del centro histórico no ha sufrido grandes modificaciones; su configuración es de ciudad española basada en cuadrícula. Las fachadas de las casas están separadas entre sí unos pocos metros; esta disposición permite que en la actualidad tenga que decidirse por la destinación de este preciado espacio en el entorno urbano.

Durante el siglo veinte la prioridad se le dio al automóvil, la configuración urbana se tornó hostil para el peatón y la zona central de la ciudad comenzó a ofrecer restricciones serias de movilidad para este tipo de usuario; las aceras angostas, algunas aún en piedra, como en la época de fundación, presentan variaciones en su ancho, irregularidades en la superficie, obstáculos y, en los últimos años, presencia de vendedores ambulantes.

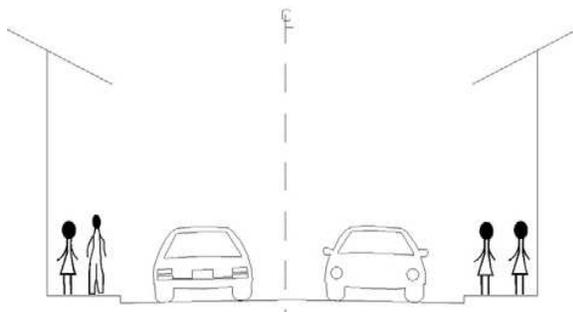


Figura 1. Sección transversal inadecuada para peatones.

Es común observar que muchos peatones, en los periodos de máxima demanda, tienen que “invadir” el carril vehicular para poder realizar maniobras de adelantamiento, o cruzan la calle en cualquier zona, aunque no estén “protegidos” por dispositivos de control de tránsito [2].

En la figura 2 se muestra una fotografía de una vía típica en el centro de la ciudad de Tunja, Colombia.



Figura 2. Fotografía de la Carrera 11 en la ciudad de Tunja, Colombia.

La limitada infraestructura peatonal existente tiene claramente una baja capacidad, aspecto que desincentiva al peatón a circular y lo induce a utilizar rutas o modos alternos para llegar a su destino.

Aunque existen metodologías para el análisis de capacidad y nivel de servicio, como la del Highway Capacity Manual (HCM 2000) [3], no se adaptan completamente a las condiciones y particularidades de las ciudades colombianas.

III. Consideraciones para diseño

No podemos hablar de un “peatón de diseño”, pues los peatones corresponden a un amplio rango de condiciones, por ejemplo, motivo del viaje, edad, peso, condición física, capacidad visual, responsabilidad y tiempo de percepción-reacción.

Según AASHTO (2001) [4], las características de los peatones, de acuerdo con su rango de edad, son:

- De 0 a 4 años: aprendiendo a caminar, requiere constante supervisión de los padres o adultos, desarrollo de la visión periférica y percepción de profundidad.
- De 5 a 8 años: se incrementa la independencia, pero aún requiere supervisión. Baja percepción de profundidad.
- De 9 a 13 años: sentido de invulnerabilidad, baja capacidad de juicio, susceptible a atropellamientos

debido a su falta de atención en las vías.

- De 14 a 18 años: mejora su conciencia del ambiente en el tráfico. Baja capacidad de juicio.
- De 19 a 40 años: activo, completamente consciente del tráfico.
- De 41 a 65 años: los reflejos comienzan a disminuir.
- Mayor de 65 años: dificultad para cruzar calles, puede tener problemas visuales y auditivos, alta tasa de mortalidad al verse involucrado en accidentes (figura 8).

Las personas con limitaciones presentan una gran variedad de condiciones que afectan su movilidad: impedimentos visuales o auditivos, uso de silla de ruedas, muletas, bastones, lazarillos, etc. Estas condiciones alteran su entorno de movilidad o la cantidad y calidad de información recibida respecto al sistema; esto hace que, al igual que los niños y adultos mayores, sus desplazamientos se condicionen en ocasiones a utilizar otros sistemas de transporte o a depender de otras personas.

A. Requerimientos de espacio

La figura 3 ilustra las dimensiones aproximadas de personas caminando lado a lado o adelantándose cuando el flujo es bidireccional (1,4 m); así mismo, las dimensiones aproximadas de personas sentadas se muestran en la figura 4.

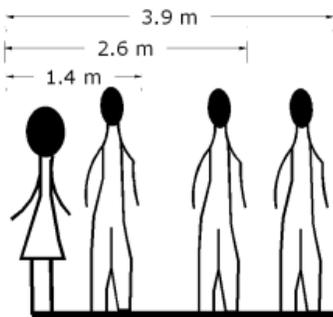


Figura 3. Dimensiones de personas caminando.
Fuente: Vermont Agency of Transportation, 2002 [5]

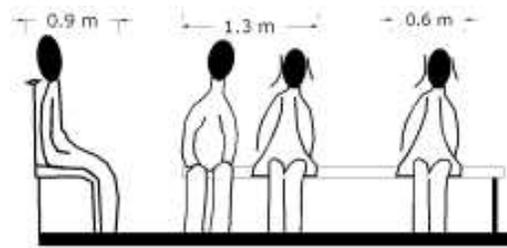


Figura 4. Dimensiones de personas sentadas.
Fuente: Vermont Agency of Transportation, 2002 [5]

En el caso de peatones discapacitados, los requerimientos de espacio varían considerablemente, dependiendo de la condición del peatón y del elemento de ayuda que utilice. La figura 5 muestra las dimensiones aproximadas para un peatón con silla de ruedas, andador y bastón.

B. Distancia de caminata

El tiempo de caminata es un factor decisivo en la elección del modo a utilizar; la distancia de caminata máxima, encontrada por diversos autores en muchas ciudades en el mundo, es de cerca de 400 metros. Esta distancia varía según las características propias de cada entorno, como el clima, la topografía y la seguridad.

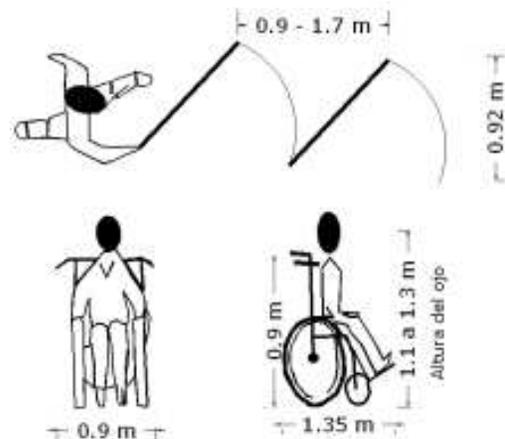


Figura 5. Dimensiones de personas con discapacidades.
Fuente: Vermont Agency of Transportation, 2002 [5]

C. Velocidad de caminata

Las velocidades de caminata son muy variables; las personas muy jóvenes o muy viejas tienden a caminar más despacio que los demás peatones. Los impedimentos físicos también afectan la velocidad, así como el propósito del viaje. De acuerdo con el HCM 2000 [3], la velocidad media de caminata es 1,2 m/s, sin embargo, varía dependiendo de los factores del entorno en cuestión. La velocidad de caminata es especialmente crítica en los pasos peatonales, pues es inversa al tiempo de exposición del peatón al riesgo.

D. Accidentalidad

Con el incremento de la velocidad vehicular, aumenta el riesgo de muerte de los peatones involucrados en accidentes de tránsito. La figura 6 muestra la probabilidad de muerte de un peatón al ser atropellado por un vehículo a diferentes velocidades.

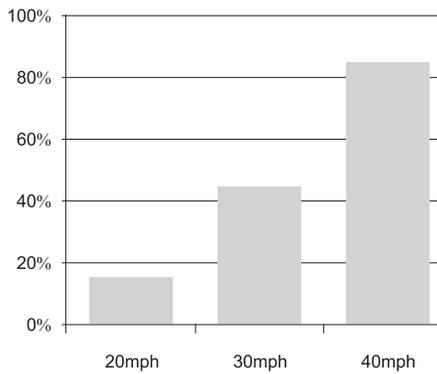


Figura 6. Probabilidad de muerte de peatones en atropellamientos.

Fuente: U.K. Department of Transportation, Killing Speed and Saving Lives, London, 1987 [7]

En términos generales, la mayoría de las muertes de peatones en accidentes de tránsito ocurren en áreas urbanas. En la figura 7 se exponen las estadísticas de mortalidad peatonal durante el año 2007 según el tipo de vehículo involucrado.

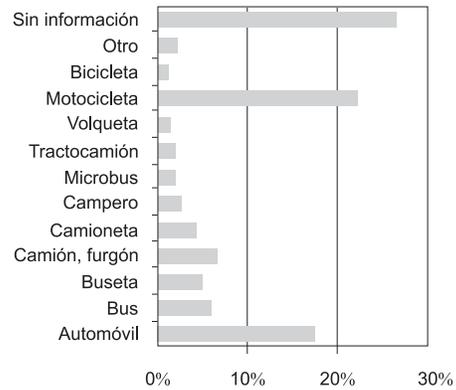


Figura 7. Mortalidad peatonal según el tipo de vehículo involucrado 2007.

Fuente: Fondo de prevención vial, 2008 [1]

En la figura 8 se muestra el porcentaje de peatones muertos, por rango de edad, durante el año 2007. Se observa la vulnerabilidad de los adultos mayores, lo que indica la necesidad de infraestructura para su movilidad.

Según SIAT (2008) [1], la principal causa de los atropellos durante el año 2007 en Colombia fue la no utilización de señales reflectivas (43,35%), seguida por cruzar sin observar (23,82%) y exceso de velocidad (5,48%).

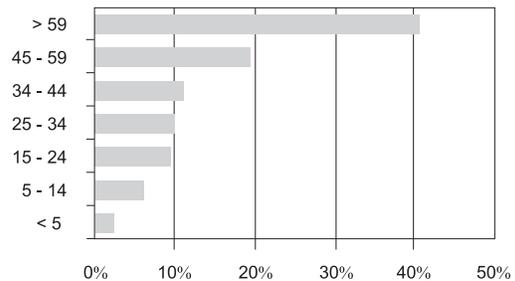


Figura 8. Mortalidad peatonal por rango de edad 2007.

Fuente: Fondo de Prevención Vial, 2008 [1]

E. Accesibilidad

Todos los usuarios tienen el derecho de acceder a los servicios e infraestructura de las ciudades; por

esta razón es imprescindible que las infraestructuras peatonales sean planeadas, diseñadas, construidas y mantenidas para ser utilizadas por un amplio rango de personas, incluyendo peatones con limitaciones de movilidad. La infraestructura existente debe ser adaptada para garantizar la accesibilidad de todos los usuarios, así mismo, la infraestructura nueva debe ser completamente accesible para todos los usuarios, pues resulta más costoso ajustarla que construirla adecuadamente. La infraestructura peatonal debe ofrecer una ruta continua y sin obstrucciones que brinde accesibilidad a personas con movilidad restringida.

IV. Diseño de infraestructura peatonal

A. Principios de diseño [7]

- 1) *Seguridad*: la infraestructura debe estar libre de peligros y minimizar conflictos con factores externos, como tráfico vehicular u obstáculos arquitectónicos.
- 2) *Accesibilidad*: debe acomodarse a las necesidades de las personas de cualquier edad o capacidad.
- 3) *Conectividad*: conectar lugares donde la gente quiera ir, proveer rutas directas y continuas, conexiones adecuadas entre destinos, incluyendo hogares, colegios, zonas comerciales, servicios públicos, zonas recreacionales y transporte público.
- 4) *Simplicidad*: las personas deben encontrar

fácilmente sus rutas y reducir las demoras para llegar a su destino.

5) *Estética*: debe brindar un ambiente adecuado, prefiriendo los espacios abiertos que ofrecen esparcimiento como plazas, parques, zonas ecológicas, históricas o arquitectónicas de interés.

6) *Funcionalidad*: la infraestructura peatonal es un lugar para actividades públicas e interacción social; las actividades comerciales, como ventas o anuncios, pueden permitirse, siempre y cuando no interfieran con la seguridad o accesibilidad.

7) *Economía*: debe buscarse la máxima relación beneficio/costo, incorporando los costos de construcción y mantenimiento; así como desincentivar el uso de sistemas de transporte más costosos y adelantar aquellos que benefician la salud de las personas.

B. Espacio al lado de la calle

Construir una acera no garantiza la comodidad ni la seguridad para caminar; esto se logra con el manejo de las zonas laterales –espacio libre, iluminación, paisajismo, árboles, mobiliario y mantenimiento– lo que determina la efectividad de la red vial peatonal. Respecto a las aceras en zonas urbanas, es necesario considerar el espacio entre el límite de la calzada y la zona peatonal; se definen tres zonas funcionales, que se muestran en la figura 9.

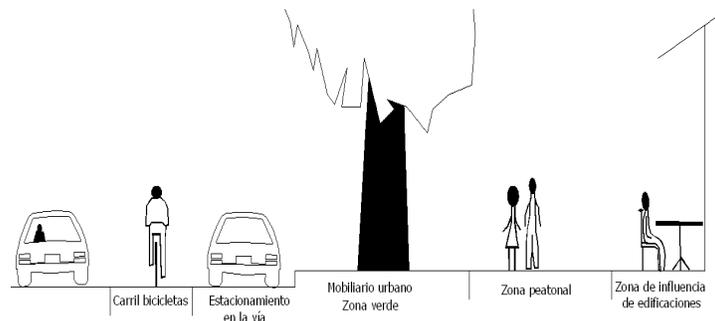


Figura 9. Espacio lateral de la calle.

- 1) *Zona de barrera*: separa los peatones de la calzada vehicular, brinda un lugar para zonas verdes, postes, señales, luces y estacionamiento para bicicletas, además incluye carriles de estacionamiento vehicular y ciclo vías. Debe tener mantenimiento especial, para evitar pérdida de visibilidad o daños a la estructura del pavimento por raíces. Otra función de esta zona es evitar salpicaduras de los vehículos de la calzada adyacente sobre la acera.
- 2) *Zona peatonal*: es la zona efectiva de caminata, debe estar libre de obstáculos, sean temporales o permanentes.
- 3) *Zona de influencia de edificaciones*: es la zona entre el espacio peatonal y la parte frontal de las construcciones; comprende la zona de vitrinas, entradas y salidas de edificios, zonas de espacio externo de cafés y restaurantes, entre otras.

C. Dimensiones de aceras

1) *Ancho*: el ancho libre mínimo de una acera debe ser de 1,5 m; este parámetro varía conforme al tipo de zona; por ejemplo, según ITE (2006) [8], para vías locales se recomienda un ancho entre 1,8 y 2,4 m, para vías en zonas comerciales o de negocios resulta adecuado un ancho entre 1,8 y 3 metros, y para zonas centrales urbanas se aconseja un ancho entre 2,4 y 3 metros. En casos extremos se acepta una reducción hasta 0,9 m, para efectos de sortear un obstáculo determinado. En la figura 10 se presenta la probabilidad de conflicto en función del área disponible por peatón.

2) *Pendiente longitudinal*: en términos generales, la pendiente de la acera debe ser consistente con la pendiente longitudinal de la calzada adyacente; en condiciones ideales se considera que la pendiente longitudinal de las aceras no debe superar el 5%.

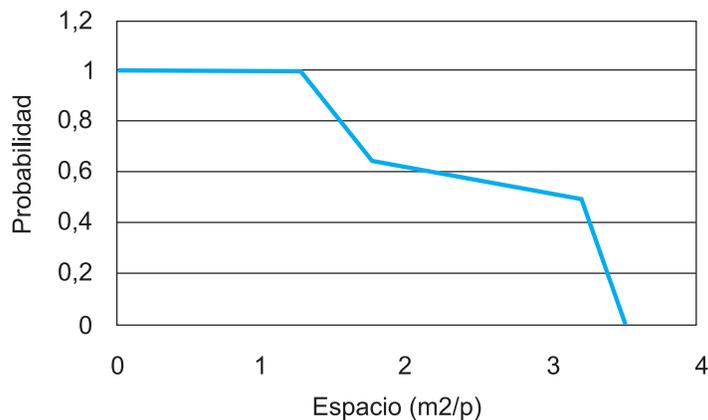


Figura 10. Probabilidad de conflicto

Fuente: Fruin, J. Pedestrian Planning and Design, 1990 [9]

- 3) *Pendiente transversal*: se recomienda que sea menor del 2%, pues al ser mayor dificulta la circulación de peatones en silla de ruedas o con otras limitaciones de movilidad. Debe tenerse en cuenta el adecuado drenaje de la acera.
- 4) *Alineamiento horizontal*: por lo general las aceras son paralelas a las calzadas vehiculares, a las cuales

son adyacentes. En ocasiones se utiliza el trazado curvo, con el fin de facilitar la colocación de mobiliario urbano, por estética o paisajismo. Debe evitarse el uso excesivo de curvas, pues genera dificultades a los peatones con discapacidad visual. En la figura 11 se muestra la comparación entre estos dos alineamientos.

- 5) *Superficies*: el material que se utilice para la

superficie de las aceras debe ser estable, firme y antideslizante. Es común el uso de superficies en concreto, asfalto, adoquines, baldosas, ladrillo o piedra. Es conveniente considerar que las labores de mantenimiento son distintas de acuerdo con el material por utilizar.

El ideal es conservar una textura similar en la red vial peatonal de la ciudad, ya que esto facilita el desplazamiento de los peatones con limitaciones sensoriales. En ocasiones se utiliza el cambio de textura en la superficie para indicar el acceso a pasos peatonales o zonas con obstáculos.

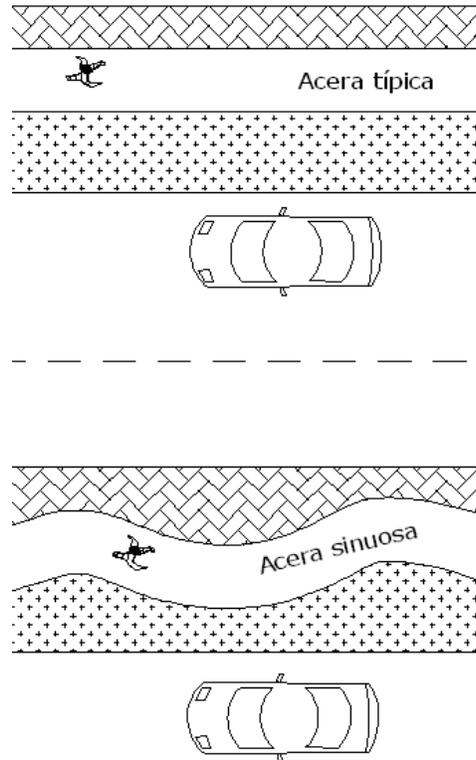


Figura 11. Alineamiento recto y curvo de aceras

6) *Vados peatonales* [10]: se presentan cuando desaparece la diferencia de nivel entre la calzada y la acera; la proximidad al vado peatonal debe ser señalizada tanto para los peatones como para los vehículos. Se debe tener en cuenta que el peatón es el elemento prioritario en el sistema. La pendiente longitudinal de las rampas en las aceras no debe superar el 12%, preferiblemente debe conservarse la rasante de la acera para mantener su continuidad.

atropellamientos a peatones suelen ocurrir en puntos de movimientos conflictivos, como intersecciones, caminos, salidas de lugares de alta concentración y parqueaderos.

7) *Manejo de accesos*: la mayoría de los

Los accesos vehiculares no controlados incrementan la posibilidad de conflictos peatonales con vehículos que entran o salen de la calzada. Los accesos deben ser manejados con señalización vertical y horizontal. En la figura 12 se exponen los puntos de conflicto con peatones y bicicletas por giros vehiculares en un acceso.

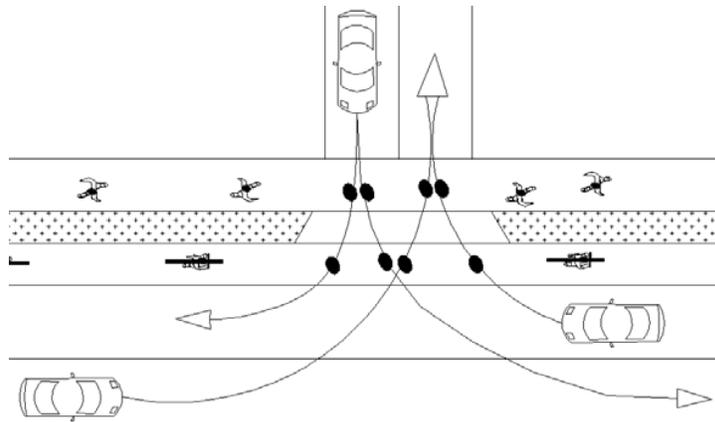


Figura 12. Puntos de conflicto en accesos no controlados

En el caso de intersecciones debe darse prelación al paso peatonal; por esta razón es preferible dar continuidad a la acera sobre la vía, de manera que el derecho de paso peatonal sea evidente; además, deben evitarse los giros a alta velocidad.

8) *Barandas*: gran parte de las aceras no requiere barandas, sin embargo, hay algunos casos en los que se requiere esta protección para los peatones, por ejemplo, cuando la altura de la acera supera los 0,80 m o cuando la pendiente longitudinal de la acera supera el 25%. Cuando se requiera el uso de barandas, deben tener las dimensiones adecuadas para garantizar la seguridad de todos los usuarios.

9) *Barreras vehiculares* [11]: suelen utilizarse cuando la calzada vehicular es inmediatamente adyacente a la acera; los criterios para su colocación son: volumen de tránsito vehicular versus peatonal, velocidad de los vehículos y deficiencias geométricas de la calzada, como borde externo de curvas horizontales o sección transversal inadecuada. Las barreras también pueden utilizarse para proteger a los peatones en zonas de construcción o salidas de colegios; debe considerarse en el diseño y colocación que la barrera en sí constituye un riesgo para los conductores de motocicletas y bicicletas, especialmente.

D. Diseño de intersecciones y cruces

En términos generales se recomienda que los cruces peatonales no deben ser de más de dos carriles, de lo contrario se requiere el uso de refugios. En la figura 13 se presenta un cruce peatonal considerado seguro, puesto que mantiene la continuidad y rasante de la acera, así como un radio de giro pequeño para los vehículos. La figura 14 muestra el mismo cruce, con prelación para los vehículos, inadecuado para peatones. El aspecto más importante por tener en cuenta en el diseño de intersecciones y cruces peatonales es la visibilidad, tanto del peatón como hacia él.

1) *Velocidad de cruce peatonal*: normalmente se considera una velocidad de cruce de 1,2 m/s [12] se considera normalmente, sin embargo, es conveniente realizar un estudio de velocidades de caminata, para considerar la mayoría de los usuarios (percentil 15). La caracterización de la velocidad de caminata en los cruces obedece al tipo de zona y usuarios en ella, por ejemplo, en una zona adyacente a un colegio se considerará una velocidad diferente a la que se toma en cuenta en una zona comercial en el centro de una ciudad, donde los usuarios son más heterogéneos.

2) *Radios de curvatura*: los radios de curvatura pequeños son más convenientes para los peatones porque ofrecen mayor área peatonal en la esquina, aportan más flexibilidad para localizar las rampas y obligan a los vehículos a girar con menor velocidad. La elección del radio de curvatura depende de factores como: flujo peatonal en el área, disponibilidad de área para zona de espera peatonal, distribución de giros vehiculares en la intersección, geometría de la intersección, clasificación funcional en la red vial urbana y actividad de parqueo. Se recomiendan radios mínimos de 1,5 m en las

intersecciones donde se presentan giros; si el porcentaje de vehículos pesados es significativo, deben considerarse radios de máximo 9 m. Las figuras 15 y 16 ilustran el efecto de los radios de curvatura en la distancia de caminata y la velocidad de giro.

3) *Rampas en curvas*: permiten a los peatones hacer la transición desde la acera a la calzada, para realizar el cruce; por lo tanto, garantizan la accesibilidad de los peatones a la red vial, especialmente a los peatones con limitaciones de movilidad.

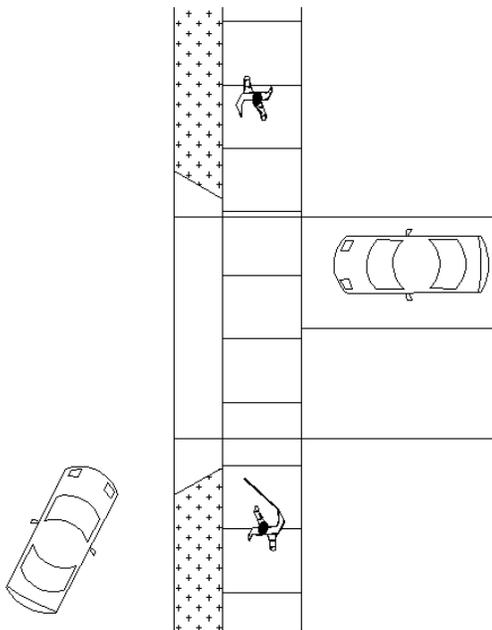


Figura 13. Cruce adecuado. Continuidad en la acera

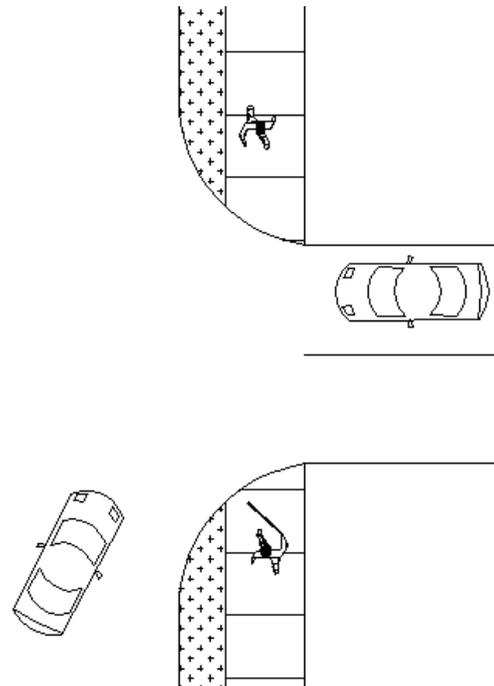


Figura 14. Cruce inadecuado. Giros a alta velocidad y acera interrumpida

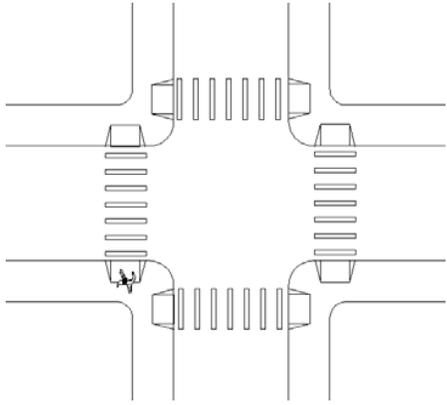


Figura 15. Radio de giro pequeño, muy conveniente

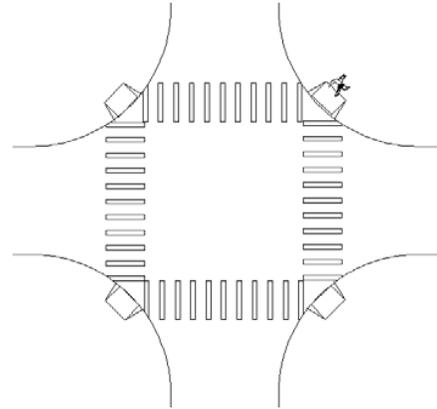


Figura 16. Radio de giro grande, aumenta la distancia de cruce y la velocidad vehicular

Las rampas pueden ser perpendiculares o paralelas al eje de la calzada. La pendiente longitudinal máxima recomendada para rampas es de 1:12 (8,33%); la pendiente transversal máxima es del 2%, y el ancho mínimo es de 0,90 m [13]. Las rampas deben precederse en la acera por zonas de alerta a los peatones, que pueden ser superficies con texturas y colores diferentes.

4) *Demarcación de cruce peatonal*: las zonas de cruce peatonal deben ser coloreadas y texturizadas adecuadamente, para indicar al conductor del vehículo que se encuentra en una zona de prioridad peatonal. El ancho ideal de la zona de cruce peatonal es de 2,4 m, el mínimo es de 1,8 m. La línea de pare debe cumplir con los estándares de las normas de demarcación y

localizarse de manera que considere el voladizo delantero de los vehículos.

5) *Separadores e isletas de refugio*: brindan al peatón una zona de espera durante el cruce de calzadas anchas, lo protegen de los vehículos y facilitan los cruces de vías con tránsito bidireccional. Se recomiendan en vías de alta velocidad e intersecciones con movimientos complejos o ciclos semafóricos muy largos. La demora en el cruce peatonal es significativamente menor cuando la calzada tiene separador o isleta de refugio, debido a la disponibilidad de brechas unidireccionales. Se recomienda un ancho de 2,4 a 3 m y debe estar a la misma cota de la calzada o contar con rampas adecuadas. La figura 17 expone este tipo de infraestructura.

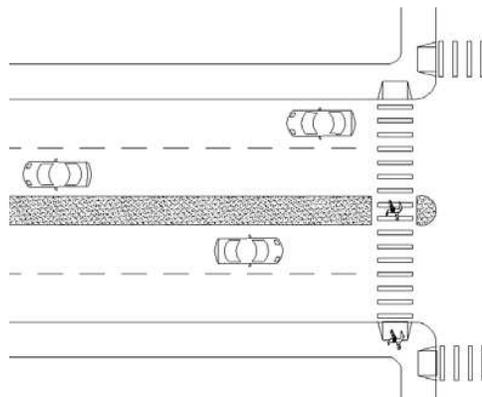


Figura 17. Refugio peatonal en separador central

6) *Extensiones de curvas*: reducen la distancia de cruce peatonal y mejoran la visibilidad. No se recomiendan en intersecciones con muchas maniobras de giro. En la figura 18 se muestra un ejemplo de este diseño.

7) *Cruces a mitad de cuadra*: se implementan cuando la longitud de la cuadra es muy grande; brindan accesibilidad en zonas de alta concentración peatonal. La localización de cruces a mitad de cuadra debe obedecer a estudios de ingeniería; estos sitios de cruce son generados por las actividades adyacentes

de la zona, por ejemplo, colegios u otras altas concentraciones peatonales. Debe cuidarse de localizar adecuadamente el cruce, pues los conductores deben contar con buena visibilidad (al menos la distancia de visibilidad de parada). Los cruces a mitad de cuadra deben estar debidamente controlados con señalización vertical y horizontal. Si el número de brechas es bajo, debe implementarse un semáforo actuado por los peatones, especialmente en vías con alto flujo vehicular. Este tipo de cruce requiere condiciones especiales de iluminación.

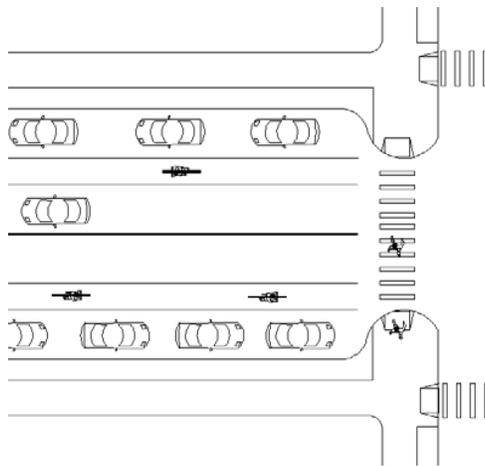


Figura 18. Extensión de curvas

8) *Iluminación*: esta incrementa la seguridad y comodidad en la infraestructura peatonal. Generalmente, la iluminación para vehículos es adecuada también para peatones, excepto en los cruces, que requieren iluminación adicional preventiva, que resalta la zona conflictiva. Es usual utilizar iluminación actuada por los peatones.

9) *Cruces a desnivel*: este tipo de recurso comprende la utilización de puentes o túneles peatonales; estos brindan la posibilidad de flujo continuo en el sistema peatonal. Deben utilizarse como último recurso en zonas urbanas, pues aplican más como medidas para cruce de vías rápidas o cursos de agua. En la mayoría de las vías es mejor utilizar medidas de tráfico

calmado o semáforos peatonales. Este tipo de elementos debe proveerse de rampas para sillas de ruedas o bicicletas, incluso elevadores. Los estudios han mostrado que la mayoría de los peatones no utiliza los puentes o túneles si puede cruzar la calle a nivel en un intervalo de tiempo similar.

V. Conclusiones

En aquellas ciudades colombianas en las que la infraestructura peatonal presenta deficiencias es posible aplicar principios técnicos de diseño como los que se muestran en este artículo; de esta forma puede mejorarse la calidad de vida en el entorno urbano. No obstante, deben tenerse siempre presentes

los parámetros que por norma defina el ordenamiento territorial, planes viales o de movilidad.

Los diseños de infraestructura peatonal requieren principios de ingeniería basados en la seguridad, con el conocimiento pleno de que el entorno urbano es un espacio para las personas, no para vehículos, y que todos somos peatones.

La disposición de infraestructura adecuada para peatones brinda a las ciudades condiciones que, además de mejorar la movilidad, dinamizan la economía, mediante el incremento de las actividades turísticas y recreacionales, permitiendo planear el desarrollo urbano con seguridad, salud y estética.

La aplicabilidad de los principios aquí expuestos está en que se tengan los criterios claros para adelantar los procesos de planificación, diseño, construcción y operación de infraestructuras peatonales.

Agradecimientos

A Domingo Ernesto Dueñas Ruiz, doctor en ingeniería, profesor jubilado de la Escuela de Ingeniería en Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por su gran colaboración, motivación y guía en el proceso de recolección bibliográfica.

A Luis Alfredo Vega Baez, doctor en ingeniería, profesor de la Escuela de Ingeniería en Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por sus sugerencias pertinentes y oportunas.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sus estudiantes, docentes y administrativos.

A los estudiantes integrantes del Semillero de Investigación en Transporte Sostenible (SITS), por su interés en el tema, apoyo y colaboración.

Referencias

- [1] Fondo de Prevención Vial. *Accidentalidad vial en Colombia-2007* [en línea], Disponible www.fonprevial.org.co. [Consultado el 04/03/2009].
- [2] A. Vargas. *Capacidad y nivel de servicio peatonal en la carrera 11 en la ciudad de Tunja*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero en Transporte y Vías, 2008.
- [3] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *Roadside Design Guide*. 3rd edition. (2006).
- [4] Transportation Research Board. *Highway Capacity Manual*, National Research Council, Washington, DC. 2000.
- [5] Vermont Agency of Transportation. *Vermont Pedestrian and Bicycle Facility Planning and Design Manual*. 2002.
- [6] U.K. Department of Transportation. *Killing Speed and Saving Lives*, London, 1987.
- [7] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *Guide for the Planning, Design and Operation of Pedestrian Facilities*. Washington, DC. 2001.
- [8] Institute of Transportation Engineers (ITE). *Design and Safety of Pedestrian Facilities. Traffic Engineering Handbook*. Sixth edition. 2004.
- [9] J. Fruin. *Pedestrian Planning and Design*. Elevator World, Mobile, Ala. 1990.
- [10] Universidad Nacional de Colombia. *Accesibilidad al medio físico y al transporte*. 2000.
- [11] U.S. Architectural and Transportation Barriers. *Compliance Board (Access Board). Accessibility Guidelines for Buildings and Facilities*. 2002.
- [12] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (The Green Book)*. Washington, DC. 2001.
- [13] Federal Highway Administration. *Designing Sidewalks and Trails for Access: Best Practices Design Guide*. 2000.

Fecha de recepción: 23 de octubre de 2007
Fecha de aprobación: 30 de mayo de 2008