

2015-06-01

La ventaja de la motocicleta en su velocidad media de recorrido

Carlos Felipe Urazán Bonells

Universidad de La Salle, Bogotá, caurazan@unisalle.edu.co

Edder Alexánder Velandia Durán

Universidad de La Salle, Bogotá, evelandiad@unisalle.edu.co

Germán Alfonso Prieto Rodríguez

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia, german.prieto@utadeo.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ep>

Citación recomendada

Urazán Bonells, Carlos Felipe; Velandia Durán, Edder Alexánder; and Prieto Rodríguez, Germán Alfonso (2015) "La ventaja de la motocicleta en su velocidad media de recorrido," *Épsilon*: Iss. 24 , Article 9. Disponible en:

This Artículos de investigación is brought to you for free and open access by the Revistas descontinuas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Épsilon by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

La ventaja de la motocicleta en su velocidad media de recorrido

CARLOS FELIPE URAZÁN BONELLS¹

EDDER ALEXÁNDER VELANDIA DURÁN²

GERMÁN ALFONSO PRIETO RODRÍGUEZ³

RESUMEN

Los crecientes tiempos de viaje en Bogotá, producto de un incremento poblacional significativo y mayores facilidades financieras en la adquisición de automóviles y motocicletas, han complicado paulatinamente los niveles de servicio de tránsito en la ciudad. Este hecho invita a la población a considerar, en cada caso particular, el modo de transporte urbano que represente la mejor velocidad de recorrido, de acuerdo con el día, la hora, la zona urbana de origen y destino, la longitud del trayecto, el requerimiento de velocidad por exigencia laboral y la disponibilidad del medio de transporte. En función de lo anterior, la motocicleta resulta el modo con mayor velocidad, seguido por el automóvil y la bicicleta. En otro grupo con velocidades promedio de recorrido menores a 15 km/h están el transporte público colectivo (TPC), el sistema de transporte urbano (BRT) y el modo a pie. A medida que aumenta la distancia de recorrido, la motocicleta y el automóvil mejoran el tiempo de desplazamiento, gracias a mayores velocidades de marcha. La velocidad de recorrido de la motocicleta alcanza valores de 43 km/h en hora valle para recorridos entre 5 y 10 km de longitud, y los valores globales indican que su velocidad es 1,3 veces la del automóvil.

Palabras clave: modos de transporte, motocicleta, velocidad de recorrido, movilidad en Bogotá.

¹ Doctor en Infraestructura del Transporte y del Territorio por la Universidad Politécnica de Cataluña, Cataluña, España. Especialista en Administración de Obras de Construcción e ingeniero civil por la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. Actualmente se desempeña como docente de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: caurazan@unisalle.edu.co

² Magíster en Ingeniería Industrial por la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Ingeniero civil por la Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia. Actualmente se desempeña como docente de la Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: evelandiad@unisalle.edu.co

³ Magíster en Ingeniería Civil por la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Especialista en Finanzas por la Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. Ingeniero civil por la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. Actualmente se desempeña como docente de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia. Correo electrónico: german.prieto@utadeo.edu.co

FECHA DE RECEPCIÓN: 18 DE MARZO DEL 2014 • FECHA DE APROBACIÓN: 4 DE OCTUBRE DEL 2014

Cómo citar este artículo: Urazán Bonells, C. F., Velandia Durán, E. A. y Prieto Rodríguez, G. A. (2015). La ventaja de la motocicleta en su velocidad media de recorrido. *Épsilon*, 24, 197-214.

The Advantage of the Motorcycle in its Average Travel Speed

ABSTRACT

The increasing travel times in Bogota, resulting from a significant population increase and greater financial facilities for the acquisition of cars and motorcycles, has gradually complicated traffic in the city. This fact encourages the public to consider, in each particular case, the mode of urban transport that represents the best travel speed, based on the day, time, the urban area of origin and destination, the path length, the speed requirement due to work demand and the availability of means of transport. Depending on the above, the motorcycle is the fastest method, followed by the car and bicycle. In another group with average travel speeds under 15 km/h, we find collective public transport (CPT), the bus rapid transit (BRT) system and on foot. As travel distance increases, the motorcycle and car improve travel time, due to a higher driving speed. The motorcycle's travel speed reaches 43 km/h during off-peak hours for travels between 5 and 10 km in length and global values indicate that its speed is 1.3 times that of the car.

Keywords: transport modes, motorcycle, travel speed, mobility in Bogota.

A vantagem da motocicleta em sua velocidade média de percurso

RESUMO

Os crescentes tempos de viagem em Bogotá, produto de um aumento significativo da população, e as maiores facilidades financeiras na aquisição de automóveis e motocicletas, têm complicado paulatinamente o trânsito na cidade. Este fato convida a população a considerar, em cada caso particular, o modo de transporte urbano que represente a melhor velocidade de percurso, de acordo com o dia, a hora, a zona urbana de origem e destino, a longitude do trajeto, o requerimento de velocidade por exigência no trabalho e a disponibilidade do meio de transporte. Em função do anteriormente dito, a motocicleta resulta o modo com maior velocidade, seguido pelo automóvel e a bicicleta. Em outro grupo com velocidades médias de percursos inferiores a 15 km/h estão o transporte público coletivo (TPC), o sistema de transporte urbano (BRT) e a modalidade a pé. Na medida em que aumenta a distância de percurso, a motocicleta e o automóvel melhoram o tempo de deslocamento, devido às maiores velocidades de marcha. A velocidade de percurso da motocicleta atinge valores de 43 km/h em horário pico para percursos entre 5 e 10 km de longitude, e os valores globais indicam que sua velocidade é 1,3 vezes a do automóvel.

Palavras chave: modos de transporte, motocicleta, velocidade de percurso, mobilidade em Bogotá.

La motocicleta como modo de transporte en Bogotá

Bogotá es la ciudad más grande de Colombia y es el epicentro político, administrativo, jurídico y económico del país. Se localiza hacia el interior del territorio colombiano, en la cordillera Oriental de los Andes, a una altitud de 2600 metros sobre el nivel del mar. En términos geográficos, la mayor parte del área urbana posee una topografía plana, aun cuando existen algunas zonas, principalmente al oriente y el sur, con variaciones topográficas importantes propias del relieve andino.

En su área urbana se estima que reside el 18% de la población del país (cerca de 8 millones de habitantes). Los censos señalaron que el crecimiento demográfico ha sido continuo durante las últimas tres décadas, con una tasa del 2,7% promedio ponderado anual. Esto cifra representa un crecimiento demográfico superior a la tasa de crecimiento nacional y similar al registrado en algunos de los municipios vecinos. La distribución demográfica por edades de Bogotá señaló que su población menor a 14 años representa el 25,2%; entre 15 y 64 años, el 68,7%, y mayor a 65 años, el 6,1% (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2007).

Una consecuencia del crecimiento poblacional ha sido la expansión urbana. Entre 1973 y 2010, la ciudad creció casi tres veces; hoy la ciudad posee un área urbana estimada en 385 km² (Secretaría Distrital de Planeación [SDP], 2011). Esa expansión de la mancha urbana ha aumentado los tiempos de viaje. Según el Observatorio de Movilidad de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB, 2014), entre 2009 y 2013 el tiempo medio de viaje en sistema masivo de transporte (BRT, por sus siglas en inglés) —que para la ciudad es Transmilenio— ha aumentado de 27 a 37 minutos en servicio alimentador, ha descendido levemente de 53 a 51 minutos en servicio troncal y ha aumentado de 57 a 64 minutos en servicio de transporte público colectivo (TPC).

En el caso del automóvil o vehículo particular, el mismo Observatorio relaciona un aumento en tiempo de viaje: pasa de 34 a 39 minutos entre 2009 y 2013 (incluyendo un pico de 44 minutos en 2011). Para el modo de transporte que más nos atañe en el presente escrito, la motocicleta, en el mismo periodo se registra un aumento de 26 a 34 minutos como tiempo medio de viaje en Bogotá.

En el 2012, la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) presentó los resultados de la encuesta de movilidad 2011. A diferencia de la encuesta realizada en el 2005, que solo consideró viajes a pie cuando el tiempo de desplazamiento superaba 15

minutos, la nueva encuesta incluyó los viajes a pie mayores a 3 minutos y la articulación con los municipios vecinos. A partir de esta consideración se determinó que en un día hábil se desarrollan 17,6 millones de viajes en Bogotá.

En cuanto a la participación modal, la caminata fue la opción más representativa, con el 46% de los viajes; el transporte público participó con el 30% (20% el transporte colectivo, 9% Transmilenio y 1% el transporte intermunicipal); el automóvil privado representó el 10% de los viajes; la bicicleta, el 3%; la motocicleta, el 2%, y el taxi, el 4%. Para los sábados se estimó que el número de viajes fue de 14 millones. En la figura 1 se muestra la participación modal para un día laboral identificada en Bogotá, incluyendo los viajes regionales (SDM, 2011).

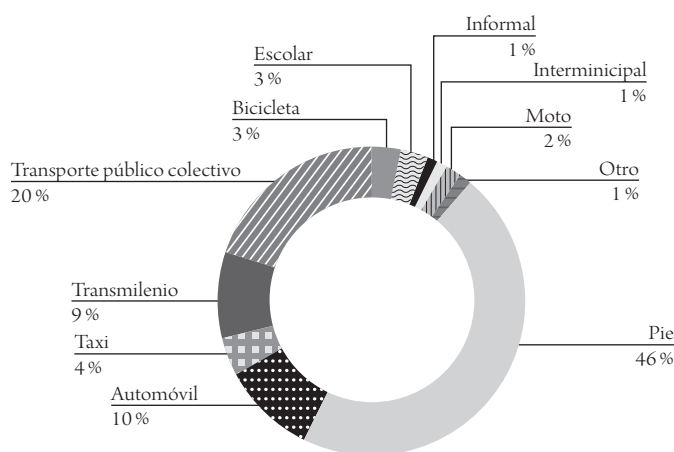


Figura 1. Distribución modal de los viajes en Bogotá/ región para el 2011

Fuente: SDM (2011).

Como se muestra, el transporte colectivo y masivo son las opciones de transporte motorizado más empleados por la población. Aun cuando este hecho es positivo en términos generales, debe señalarse que los usuarios del transporte colectivo y masivo son los principales interesados en migrar a otras opciones de transporte, como el automóvil y, especialmente, la motocicleta.

Contrario a lo esperado, la oferta de transporte masivo y la política local de movilidad no han arrojado resultados eficaces para desestimular el uso del automóvil. En la ciudad, el parque vehicular se incrementó 1,53 veces durante el periodo 2007-2012 (figura 2); para el 2012, cerca de 1,3 millones de vehículos conformaban

la flota vehicular urbana (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2013). Desde este escenario, el nivel de motorización de Bogotá se aproxima a 163 automóviles por cada 1000 habitantes, cifra baja respecto a las tasas registradas en ciudades norteamericanas, pero que ha derivado en saturación vial, aumento de la demanda de energía, deterioro de la infraestructura vial e incremento de las emisiones contaminantes y la accidentalidad.

El incremento del ingreso per cápita entre la población bogotana, la proximidad del producto a más hogares en términos de financiamiento y oferta de vehículos de bajo costo, las deficiencias en la prestación del transporte colectivo y masivo, el posicionamiento mediático del vehículo en el contexto distrital, las percepciones de bienestar de la población e incluso las medidas de restricción a la circulación (como el “pico y placa”) son algunas situaciones que contribuyeron al aumento de la flota de vehículos privados en Bogotá.

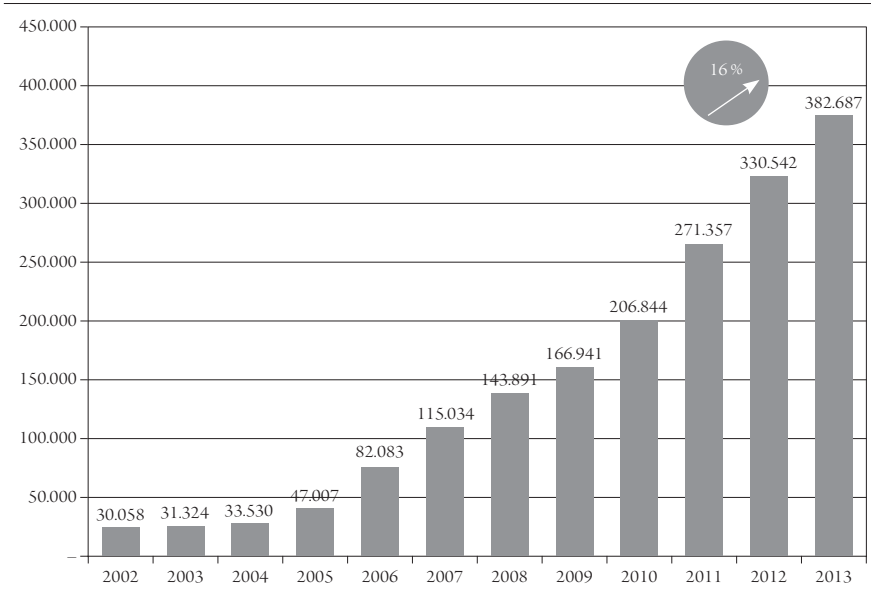


Figura 2. Número de motocicletas en Bogotá

Fuente: CCB (2014).

En ese crecimiento del parque vehicular, la motocicleta es la opción que mayor crecimiento de la flota ha registrado en lo corrido de la presente década: tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 22%, frente a un 8% para el automóvil (figura 2). Este modo de transporte aumentó en más de 10 veces entre el 2002 y el

2013: pasó de 30.058 a 382.687 unidades. Para el 2012, el parque de motocicletas matriculadas en la ciudad fue de 328.078 unidades (CCB, 2014).

Algunas causas del crecimiento de la participación de la motocicleta fueron la entrada de nuevas marcas de motos nacionales e importadas que incentivar una reducción de precios, el aumento de las facilidades de adquisición para un mayor grupo de ciudadanos, el desarrollo de una percepción de bienestar y rapidez a un bajo costo, el crecimiento de trabajos formales e informales que requieren la moto como medio de trabajo, el aumento de los precios de los pasajes, las limitaciones de calidad del servicio en el transporte público y el imaginario colectivo de que la motocicleta es un mejor modo de transporte que la bicicleta en términos de velocidad y estatus.

Con relación a la distribución de la propiedad de los vehículos, se encontró que la población propietaria de las motocicletas se concentró en los estratos 1, 2 y 3 (SDM, 2011). La figura 3 muestra la participación porcentual de propiedad de los vehículos según el estrato.

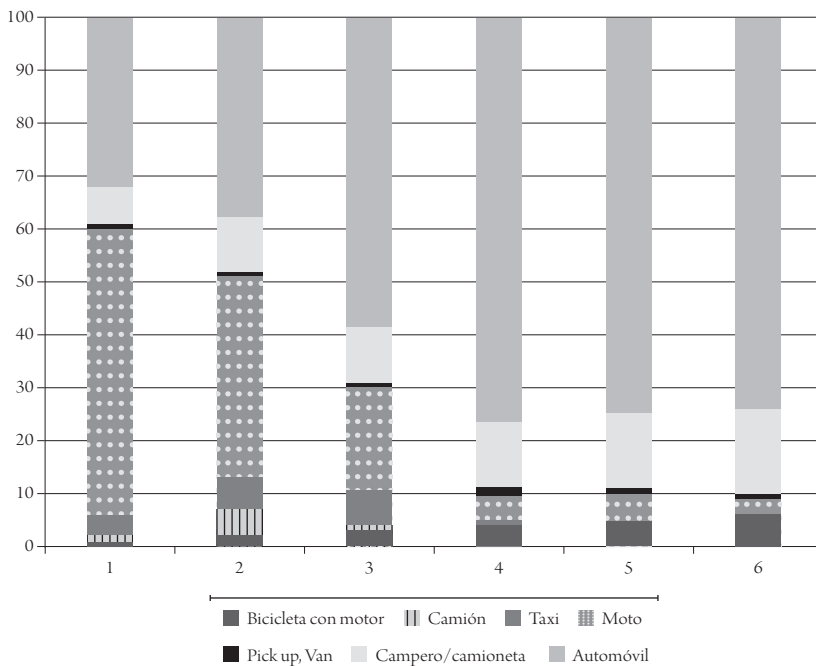


Figura 3. Distribución porcentual del tipo de vehículo por estrato socioeconómico

Fuente: SDM (2011).

En Colombia, la industria de la motocicleta y los negocios afines representan un sector en crecimiento. La industria nacional se destaca en Latinoamérica y ocupa el segundo puesto en producción de motocicletas después de Brasil. En el 2007, esta industria reportó cerca de 3800 plazas en este sector productivo. Estudios realizados por el DANE señalaron que los motociclistas en Colombia son en su mayoría hombres casados y con estudios secundarios. Por su parte, uno de cada cinco compradores es mujer. El nivel de escolaridad predominante en los propietarios de las motocicletas es secundaria (44%), seguido de estudios profesionales (23%).

Para el 2012 se estimó un índice de 38 motos por cada 1000 habitantes. Esta cifra permite establecer que el número de motocicletas en Bogotá no es significativo; incluso otras ciudades colombianas como Medellín y Sincelejo tienen un mayor número de motos por cada 1000 habitantes. De igual manera, el indicador es inferior a los registrados en algunas ciudades asiáticas, región que en el mundo se destaca por la producción y venta de motocicletas. No obstante, como lo señalan Acevedo *et al.* (2009), en el largo plazo el número de motocicletas en el país será superior al número de automóviles, y Bogotá será una ciudad que aportará en este crecimiento (tabla 1).

Tabla 1. Proyección de parque automotor en Colombia, 2010- 2040*

Año	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Población del país	48,2	50,9	59,6	56,3	59,0	61,7
Número de carros	3,7	4,6	5,9	7,3	8,8	10,4
Número de motos	4,0	5,9	7,8	9,4	11,3	12,9

*Cifras en millones.

Fuente: Acevedo *et al.* (2009)

En términos económicos, la moto es viable para un usuario que realice más de tres viajes diarios en transporte masivo. Esta situación es muy usual en familias bogotanas o entre los ciudadanos jóvenes, si se tiene en cuenta que este último es un segmento de la población que realiza varios viajes al día (estudio, trabajo, ocio). Por su bajo costo y versatilidad, la motocicleta es ideal para algunas actividades laborales como la mensajería, los servicios a domicilio y la atención comercial a clientes. A estos beneficios se adiciona el hecho de que los usuarios se vuelvan propietarios del vehículo luego de dos o tres años de uso.

Un estudio realizado por Velandia, Urazán y Prieto (2010), en una muestra de 247 motociclistas bogotanos, encontró que cerca de la mitad de los motociclistas poseen hasta estudios de secundaria, los usuarios son especialmente hombres entre 26 y 40 años, el 77% de ellos provienen del transporte público, el 54% aprendió a conducirla antes de los 20 años y el 51% no conoce el Código Nacional de Tránsito.

Entre las personas encuestadas se encontró que el 53% de los usuarios viven en sectores de estrato 3, y un 33%, en el estrato 2. Se encontró además que el 84% de las motocicletas son propias, y el 24% de ellas pertenecen a la empresa. El 22% de los motociclistas señaló que posee un automóvil y que utiliza la moto como una opción durante los días de restricción (“pico y placa”).

Entre los encuestados se encontró que antes de utilizar la motocicleta, un 50% se movilizaba en bus, un 27% utilizada Transmilenio, un 18% lo hacía en vehículo particular y solo un 4% utilizaba la bicicleta. Por último, se encontró que el 41% emplea la motocicleta como medio de trabajo, y un 29% lo hace para desplazarse hogar-trabajo-hogar.

Antecedentes de estudios comparativos de velocidad de recorrido en modos de transporte

Diversos estudios han comparado la velocidad de recorrido en diferentes modos de transporte. Entre ellos, un estudio realizado por Martín (2007) en la ciudad de Barcelona, España, no incluye a la motocicleta en el análisis y estima que la velocidad media de la bicicleta en día laboral es de 11,4 km/h, igual a la del metro (considerando las caminatas a las estaciones y esperas asociadas), mientras que el modo a pie tiene velocidad de 4,5 km/h. Finalmente, el estudio sugiere que para recorridos que no superen los 450 m o 6 min de caminata, lo ideal es el modo a pie. Si el recorrido tarda entre 6 y 45 min, se recomienda la bicicleta en días laborales, y en días festivos admite para este modo hasta 55 min. Cuando se superan los tiempos mencionados, se recomienda hacer uso del transporte público.

Por otro lado, y recurriendo al caso Bogotá, en el 2011 la Universidad de los Andes realizó una carrera de modos con mediciones comparativas de velocidad. De ello resultó que la bicicleta logró mejor velocidad respecto al automóvil, el BRT y el TPC, cuyas velocidades fueron de 21,43 km/h, 15,57 km/h, 15,31 km/h y

13,37 km/h, respectivamente. En otro estudio, la revista *Semana* (2009) registró los resultados de una comparación de velocidad de recorrido entre modos. La conclusión es que la bicicleta tuvo 19 km/h; el BRT, 12 km/h, y el automóvil, 14 km/h.

Respecto al modo BRT, en el 2012 Transmilenio registra la velocidad promedio de la flota en 27 km/h. Otros informes, como el documento *Movilidad en bicicleta en Bogotá* (CCB, 2009), no reportan velocidad alguna para esa opción de transporte urbano.

En todos los estudios mencionados, referentes a la velocidad de recorrido comparada, la motocicleta no forma parte de los reportes. Ello permite interpretar claramente su papel relevante en la movilidad urbana como un modo que no se asemeja a otros como el automóvil, el TPC, el BRT o el modo a pie.

Otros artículos científicos respecto a la motocicleta hacen referencia principalmente a temas de seguridad vial, características de resistencia de cascos e impactos ambientales por emisiones de partículas contaminantes. Yung-Chen *et al.* (2009) exponen una velocidad promedio de 19 km/h para recorridos menores a 4 km y de 50 km/h para recorridos que superan los 10 km de longitud, aunque era un estudio para medición de mediciones, y no comparativo entre modos (Chang-Chuan *et al.*, 1995; Dang *et al.*, 2008; Albalade y Fernández, 2010; Costanzo *et al.*, 2002; Pai *et al.*, 2014).

Análisis comparado de velocidad de recorrido en distintos modos de transporte

En el 2014 culminó un estudio comparativo de velocidades de recorridos, realizado por Urazán, Medina y Linares (2014), para los siguientes modos de transporte: automóvil, motocicleta, bicicleta, TPC, BRT y modo a pie. El estudio se desarrolló por el método de vehículo flotante, apoyado en registro *track* por sistema de posicionamiento global (GPS) y discriminando los recorridos por longitud en rutas cortas (< 5 km) (tabla 2) y rutas medias (entre 5 y 10 km) (tabla 3).

La Secretaría de Movilidad de Bogotá establece las horas de restricción pico y placa en la mañana de 6:00 a. m. a 8:30 a. m. y en la tarde de 3:00 p. m. a 7:30 p. m. Para el estudio solo se tendrá en cuenta la velocidad de recorrido tomada en días hábiles

Tabla 2. Recorridos por longitud en rutas cortas*

RECORRIDO	LONGITUD (KM)	FRANJA HORARIA Y SENTIDO
Desde carrera 10 con calle 134 hasta Autopista Norte, estación Alcalá de Transmilenio Alcalá	2,19	Mañana: occidente a oriente Tarde: oriente a occidente Hora valle: oriente a occidente
Desde carrera 7 con calle 140 hasta carrera 7 con calle 116	2,66	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: norte a sur
Desde carrera 7 con calle 94 hasta carrera 7 con calle 72	2,65	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: norte a sur.
Dese carrera 7 con calle 140 hasta carrera 19 con calle 140	2,1	Mañana: occidente a oriente Tarde: oriente a occidente Hora valle: oriente a occidente
Desde avenida Suba con calle 116 hasta avenida Suba con avenida Boyacá.	2,56	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: sur a norte
Desde avenida Las Américas con avenida 68 hasta avenida Las Américas, estación Banderas de Transmilenio	2,89	Mañana: occidente a oriente Tarde: oriente a occidente Hora valle: oriente a occidente

*Las rutas fueron seleccionadas aleatoriamente.

Fuente: Urazán, Medina y Linares (2014).

Tabla 3. Recorrido por longitud en rutas medias*

RECORRIDO	LONGITUD (KM)	FRANJA HORARIA Y SENTIDO
Desde calle 161 con carrera 19 hasta calle 100 con carrera 19	6,46	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: sur a norte
Desde calle 26 con carrera 30 hasta Aeropuerto Internacional El Dorado	10,6	Mañana: occidente a oriente Tarde: oriente a occidente Hora valle: oriente a occidente
Desde Portal Norte de TransMilenio hasta calle 116 con Autopista Norte	6,25	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: norte a sur
Desde la calle 127 con avenida Boyacá hasta la calle 26 con avenida Boyacá	6,27	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: sur a norte
Desde carrera 30 con Estación La Castellana hasta carrera 30 con calle 26	6,22	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: norte a sur
Desde calle 24 con carrera 68 hasta calle 100 con Avenida Suba	7,4	Mañana: norte a sur Tarde: sur a norte Hora valle: sur a norte

*Las rutas fueron seleccionadas aleatoriamente.

Fuente: Urazán, Medina y Linares (2014).

y en las horas de pico entre 6:30 a. m. y 8:00 a. m. y entre 5:00 p. m. y 7:00 p. m., y en la hora valle de 11:00 a. m. a 2:00 p. m.. Estas horas son tomadas con base en los indicadores de la encuesta de movilidad de la SDM (2011).

Cabe resaltar que el estudio en mención consideró el tiempo total de viaje en transporte público, incluyendo los desplazamientos entre los puntos de origen-destino y la(s) respectiva(s) estación(es) o paradero(s) y esperas del servicio. Ese mayor tiempo forma parte del cálculo de la velocidad de recorrido, con lo cual se disminuye la cifra de velocidad respecto a otros estudios que ilustran, por ejemplo, al servicio de BRT con mayor velocidad. Los resultados obtenidos del estudio se exponen en los siguientes apartados.

Rutas cortas (< 5 km)

Como resultado de los valores promedio, la motocicleta registró la mayor velocidad de recorrido, comparada con los otros modos: 23 km/h en la hora punta mañana, 35 km/h en la hora valle y 28 km/h en la hora punta tarde (figura 4).

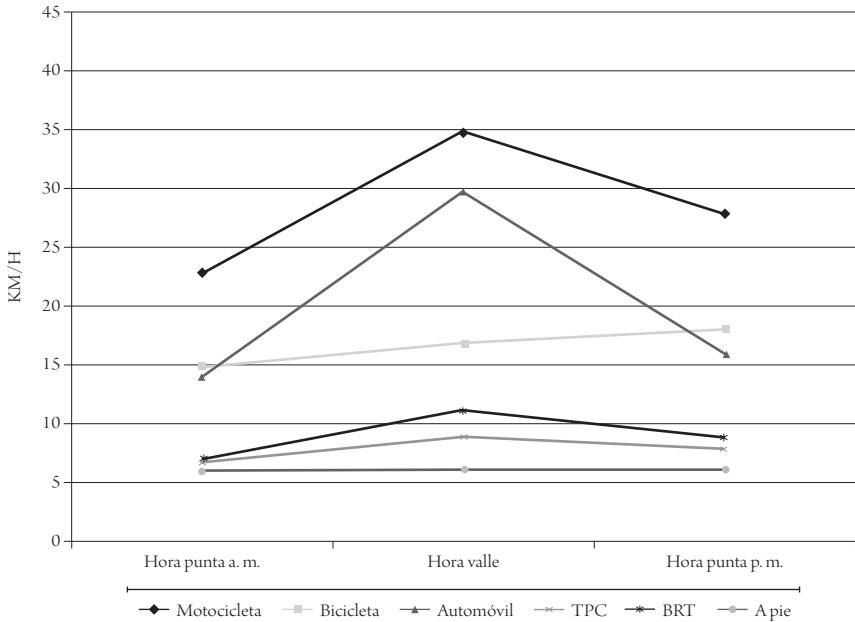


Figura 4. Velocidad media de recorrido en rutas cortas

Fuente: Urzán, Medina y Linares (2014).

Por su parte, la bicicleta presentó 15 km/h en la hora punta mañana, 17 km/h en la franja valle y 18 km/h en la hora punta tarde; es, por tanto, el segundo modo más efectivo en cuanto a velocidad se refiere. Sigue en magnitud de velocidad el automóvil, con 14 km/h en la hora punta mañana, 30 km/h en hora valle y 16 km/h en la hora punta tarde. Resulta así una diferencia poco significativa con la bicicleta, excepto en la hora valle para algunas zonas de la ciudad que llegaron a registrar casi 40 km/h.

El TPC presenta, por su parte, las siguientes velocidades de recorrido: 7 km/h en hora punta mañana, 9 km/h en hora valle y 8 km/h en hora punta tarde. Esta menor velocidad comparada se debe a las continuas detenciones por paradas para ascenso y descenso de pasajeros, hecho que afecta notoriamente su velocidad de recorrido.

En el caso del BRT Transmilenio, este presentó una velocidad de recorrido de 7 km/h en hora punta mañana, 11 km/h en hora valle y 9 km/h en hora punta tarde. Finalmente, el modo a pie presenta una velocidad de recorrido de 6 km/h, constante en todos los periodos, y por ello compite en efectividad con el TPC. La velocidad media resultante se asemeja a la encontrada por Urazán *et al.* (2015) y se aproxima a los 1,5 m/s (5,4 km/h) registrados en el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU, 2005) para caminata en andenes a flujo libre.

Rutas medias (< 10 km)

En el caso de rutas de mayor longitud que las del apartado anterior (< 5 km), la motocicleta se muestra nuevamente como el modo con las velocidades de recorridos más favorables (figura 5). En la hora punta mañana, la velocidad de recorrido para la motocicleta fue de 30 km/h, en tanto en la hora valle fue de 43 km/h y en hora punta tarde, de 37 km/h.

El vehículo particular registró la siguiente información: 20 km/h en hora punta mañana, 35 km/h en hora valle y 33 km/h en hora punta tarde. En el caso de la bicicleta, la velocidad media de recorrido fue de 16 km/h en hora punta mañana, 17 km/h en hora valle y 17 km/h en hora punta tarde. Respecto del TPC, la velocidad en hora punta mañana fue de 10 km/h, en hora valle fue de 11 km/h y en hora punta tarde, nuevamente 11 km/h.

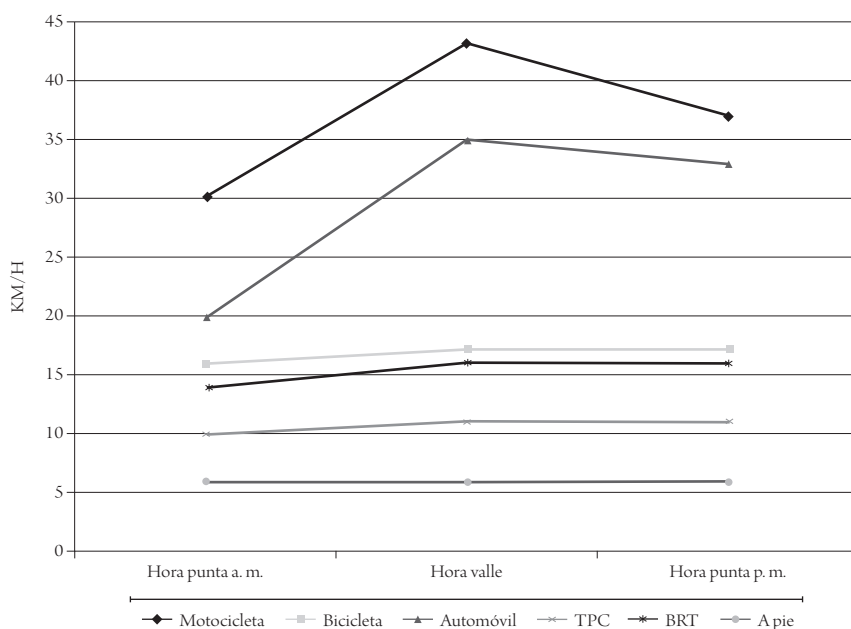


Figura 5. Velocidad media de recorrido en rutas medias

Fuente: Urazán, Medina y Linares (2014).

Los viajes en BRT Transmilenio presentaron velocidad media de recorrido de 14 km/h en hora punta mañana, 16 km/h en hora valle y nuevamente 16 km/h en hora punta tarde. Finalmente, el modo peatonal mantiene una velocidad promedio de 6 km/h en todas las franjas horarias. La velocidad media resultante se asemeja a la encontrada por Urazán, Bernal y Quijano (2015) y se aproxima a los 1,5 m/s (5,4 km/h) registrados en el IDU (2005) para caminata en andenes a flujo libre.

Lo anterior permite establecer dos grandes grupos en lo que respecto a la velocidad media de recorrido: 1) motocicleta, automóvil y bicicleta y 2) BRT, TPC y a pie (figura 6).

Conclusiones

Como era de esperarse, se corrobora que hay un aumento en la velocidad en hora valle respecto a las horas punta; no obstante, hay modos como el a pie, la bicicleta y el TPC que presentan tendencia a velocidad constante en los tres periodos

Grupo de modos con velocidad media de recorrido superior a 15 km/h



a. Motocicleta



b. Automóvil



c. Bicicleta

Grupo de modos con velocidad media de recorrido inferior a 15 km/h



d. BRT



e. TPC



f. A pie

Figura 6. Clasificación de modos de transporte, según velocidad de recorrido

Fuente: elaboración propia.

horarios. En orden, los modos de mayor a menor velocidad media de recorrido son: motocicleta, automóvil, bicicleta, BRT, TPC y a pie. Este orden se mantiene tanto para las rutas cortas como para las medias.

La motocicleta alcanzó 43 km/h como velocidad máxima de recorrido, mientras que la máxima en automóvil fue de 35 km/h, seguida por la de la bicicleta, con 18 km/h. Por su parte, en el comportamiento de velocidades más bajas están el BRT, el TPC y el modo a pie. En este grupo, la velocidad media de recorrido más alta corresponde al BRT, con 16 km/h, seguida por 11 km/h en el TPC y una velocidad constante de 6 km/h para el modo peatonal.

Dos razones que sustentan las menores velocidades de este grupo son la baja velocidad de marcha peatonal y las continuas detenciones de los vehículos de transporte público, debido a detenciones en zonas de ascenso y descenso de pasajeros que aumentan los tiempos de viaje y, por tanto, disminuyen la velocidad de recorrido.

Ahora bien, al analizar el comportamiento de las velocidades en función de la longitud media de recorrido, se ha determinado que la motocicleta presenta mejor

velocidad en rutas medias que en cortas: es en promedio 1,28 veces superior en las últimas, con lo cual se pierde efectividad en recorridos menores a 5 km, pese a ser el modo más rápido en todos los medios de transporte analizados.

Para rutas cortas, en los distintos periodos horarios la velocidad media de la motocicleta es aproximadamente 1,5 veces superior a la del automóvil, 1,7 veces superior a la de la bicicleta, 3,2 veces superior a la del BRT, 3,5 veces superior a la del TPC y 4,8 veces superior a la del recorrido a pie.

Por otro lado, en las rutas medias la motocicleta sigue siendo el modo más eficaz, pero reduce la brecha de velocidad de recorrido respecto al automóvil (la velocidad pasa de ser 1,5 a 1,3 veces superior) y al BRT (la velocidad pasa de ser 3,2 a 2,4 veces superior). En comparación con el TPC, la relación prácticamente se mantiene: pasa de 3,5 a 3,4 veces superior. Sin embargo, mejora la relación de velocidades respecto a la bicicleta (la velocidad de la motocicleta pasa de 1,7 a 2,2 veces superior) y al modo a pie (la velocidad de la motocicleta pasa de 4,8 a 6,1 veces superior).

De lo planteado previamente resultan recomendaciones para la selección del modo de desplazamiento en la ciudad de Bogotá, en función de la velocidad media de recorrido, dependiendo de la franja horaria y la distancia de viaje.

Si la distancia del viaje que debe realizarse es menor a 5 km, la diferencia radica en si el recorrido se realiza en hora punta o no. Si es en hora punta (sea mañana o tarde), el orden de velocidades de recorrido, de mayor a menor, es la motocicleta, la bicicleta, el automóvil, el BRT, el TPC y a pie. Si, por el contrario, el viaje se realiza en hora valle, el automóvil resulta la segunda mejor opción, y la bicicleta pasa a tercer lugar.

Este cambio en el comportamiento se sustenta en que en hora valle el automóvil mejora la velocidad (cambia de 16 km/h a 30 km/h), debido a un cambio significativo en el nivel de servicio del tránsito; mientras que la velocidad en bicicleta es prácticamente constante (entre 15 y 18 km/h). Por su parte, la motocicleta, al igual que el automóvil, tiene un aumento significativo en la velocidad promedio al cambiar su tránsito de hora punta a hora valle (pasa de 26 km/h a 35 km/h).

En la circunstancia de que el viaje tenga una distancia de recorrido entre 5 y 10 km, no se diferencian situaciones por periodos horarios en el comportamiento com-

parado de las velocidades. El orden por modos, de mayor a menor velocidad, es este: la motocicleta, el automóvil, la bicicleta, el BRT, el TPC y el modo a pie. En este caso, las mayores distancias de recorrido permiten a los modos de motocicleta y automóvil mejorar el tiempo de desplazamiento, gracias a mayores velocidades de marcha.

Esa mayor velocidad de la motocicleta es resultado de la maniobrabilidad que tiene en la corriente de tránsito. Su menor tamaño de ocupación le permite (en algunos casos infringiendo el Código Nacional de Tránsito Terrestre) el denominado *zigzag* entre vehículos, el sobrepaso por el costado izquierdo y el derecho en las corrientes vehiculares, la detención y el giro para acomodarse sobre las cebras peatonales sin realizar la debida oreja en la manzana para girar a izquierda en intersecciones, entre otros casos.

El factor laboral que exige al trabajador recorridos en corto tiempo, como es el caso de las entregas a domicilio, motiva también la elección de la motocicleta. Adicionalmente, la relación peso-potencia de esta le permite una aceleración de salida incluso mayor a la del automóvil, factor que también aumenta su velocidad de marcha y, por tanto, la de recorrido.

No obstante lo anterior, que manifiesta que la motocicleta brinda una mejor condición de movilidad por su mayor velocidad de recorrido, los autores dejamos en firme que no consideramos que la motocicleta sea la opción para un trasvase modal de los usuarios del vehículo particular ni para los usuarios del transporte público colectivo o masivo. Velandia, Urazán y Prieto (2014) exponen como ventajas en el uso de la motocicleta que esta permite el acceso a un modo de transporte privado para la población que no logra acceder financieramente al automóvil, y que por su bajo costo y versatilidad, la motocicleta es ideal para algunas actividades laborales como la mensajería, los servicios a domicilio y la atención comercial a clientes.

Respecto a la velocidad de recorrido (tema central de este escrito), la flexibilidad de la motocicleta supera la de otros modos, por lo cual es altamente competitiva en este sentido. No obstante, son otros los criterios en los que la motocicleta pierde como opción frente al transporte público: la estadística en seguridad vial, la contribución a la emisión de partículas contaminantes y el requerimiento de espacio público tanto en vía como en estacionamiento público por cada usuario que opta por viajar en moto y no en bus.

Referencias

- Acevedo, J., Echeverry, J., Bocarejo, J., Lleras, G., Ospina, G. y Rodríguez A. (2009). *El transporte como soporte al desarrollo del país: una visión al 2040*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Albalade, D. y Fernández-Villadangos, L. (2010). Motorcycle injury severity in Barcelona: The role of vehicle type and congestion. *Traffic Injury Prevention*, 11(6), 623-631.
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) (2009). *Movilidad en bicicleta en Bogotá*. Recuperado de <http://www.ccb.org.co/content/download/3830/44021/file/Informe%20movilidad%20en%20bicicleta%20en%20Bogotá.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) (2014). *Observatorio de Movilidad: reporte anual 2013*. Recuperado de <http://www.ccb.org.co/content/download/4646/57496/file/Observatorio%202013.pdf>
- Chang-Chuan, C., Chiu-Kuei, N., Cheng-Yuan, T. Y GuoryRong, H. (1995). Comparison of tail-pipe emissions from motorcycles and passenger cars. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 45(2), 116-124.
- Costanzo, A., Messina, J., Taggi, F., Pitidis, A., Natalini, E., Stagnitti, F., Calderale, S. y Ribaldi S. (2002). Epidemiology and severity of injuries caused by road traffic accidents in the metropolitan area of Rome. *Traffic Injury Prevention*, 3(4), 311-315.
- Dang Viet, H., Mark, S. e Ivers, R. (2008). Motorcycle helmets in Vietnam: Ownership, quality, purchase price, and affordability. *Traffic Injury Prevention*, 9(2), 135-143.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2007). *Cifras de crecimiento poblacional en ciudades colombianas*. Bogotá: Colombia.
- Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) (2005). *Guía práctica de la movilidad peatonal urbana, Bogotá D. C.* Bogotá: Autor.
- Martín Bermejo, D. (2007). *Comparación de tiempos de trayectos metro-a pie-bici en la zona urbana de Barcelona* (tesis de grado). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Pai, M., Gadgil, G., Mahendra, A., Vernekar, S., Heywood, R. y Chanchani, R. (2014). *Motorized two-wheelers in Indian cities: a case study of the city of Pune, India*. Mumbai, India: World Resources Institute.
- Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) (2012). *Encuesta de Movilidad Distrital*. Bogotá: Autor.
- Secretaría Distrital de Planeación (SDP) (2011). *Densidades habitantes por hectárea en Bogotá*. Bogotá: Autor.
- Observatorio Ambiental de Bogotá (2013). *Indicadores ambientales y movilidad en Bogotá*. Bogotá: Autor.

- Semana* (2009, 14 de noviembre). La bicileta, más rápida que Transmilenio y el carro particular. Recuperado de <http://www.semana.com/nacion/articulo/la-bicicleta-mas-rapida-transmilenio-carro-particular/109838-3>
- Urazán, C. F., Medina, C. y Linares, R. (2014). Comparación de velocidad media de recorrido para varios modos en la ciudad de Bogotá (artículo inédito).
- Urazán, C. F., Torres, A. C., Bernal S. y Quijano, A. (2015). Análisis de la condición de velocidades peatonales en puentes y túneles. Caso Bogotá D.C. (artículo inédito).
- Velandia, E.A., Urazán, C. F. y Prieto, G. A. (2014, 20-24 de octubre). La motocicleta, competencia para el transporte masivo en Bogotá D.C. XVIII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU). Rosario, Argentina.
- Velandia, E. A., Caicedo, H. y Pérez, D. (2010). *La motocicleta como modo de transporte en Bogotá*. Bogotá: Universidad de La Salle.
- Yung-Chen, Y, Jiun-Horng, T., Hui-Fen, Y. y Hung-Lung, C. (2009). Comparison of exhaust emissions resulting from cold- and hot-start motorcycle driving modes. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 59(11), 1339-1346.
- Zhong-Ren, P, Yi, Z. y Shunfeng, S. (2008). Mobility of the Chinese urban poor: A case study of Hefei city. Recuperado de <http://www.unr.edu/Documents/business/economics/papers/2006/unrecon-wp06004.pdf>