



Baja movilidad vehicular e impactos negativos sobre el PIB de Bogotá D.C. (2007-2011)

Bogotá's vehicular mobility and negative GDP's impacts (2007-2011)

Bernardo Congote Ochoa¹ José A. Lizcano Caro²

Para citar este artículo: B. Congote, J. A. Lizcano "Baja movilidad vehicular e impactos negativos sobre el PIB de Bogotá D. C. (2007-2011)". *Revista Vínculos*, vol 13, no 2, julio-diciembre 2016, xx-xx.

Recibido: 12-03-2016 / **Modificado:** 14-04-2016 / **Aprobado:** 23-05-2016

Resumen

El artículo propone la hipótesis de que, con base en datos disponibles entre 2007-2011 para Bogotá D.C., la ciudad padecería una relativamente baja movilidad vehicular urbana (BMVU) que impactaría negativamente al PIB (Producto Interno Bruto) local. Para probarla o falsearla, se analiza el impacto de la BMVU desde tres variables, a saber: (a) la rentabilidad de la inversión de capital privado en un parque de automóviles cuya capacidad estaría subutilizada; (b) la baja competitividad de la fuerza laboral de trabajo producto de la duración del desplazamiento de la población económicamente activa ocupada hacia sus sitios de trabajo, y (c) los fletes causados no facturados en el movimiento de carga importada en su trayecto por la Sabana de Bogotá D.C. El artículo concluye estimando el impacto negativo de esas tres variables sobre el PIB local y recomienda que esta medición se fortalezca en el futuro, modelando otros impactos colaterales de tipo macro y microeconómico, los medioambientales, los regulatorios, entre otros.

Palabras clave: automóvil, baja movilidad vehicular urbana, costos grises, desinversión, impactos, producto interno bruto.

Abstract

The basic hypothesis of the article is that actual available data of Bogotá's urban vehicular speed mobility (2007-2011) should induce to a relative urban vehicular immobility (RUVI) affecting the local gross domestic product (GDP). To proof or falsify the hypothesis we analyze the implicit impact of RUVI over GDP specifically from: a) Cost effectiveness of the private capital invested buying new urban particular cars which RUVI should induce toward a relative sub utilization of its installed capability; b) Labor force competitiveness depending of the duration of journeys from home to work sites; and c) Non accounted freight costs induced from delays of cargo during urban Bogotá's journey when cargo arrives from sea ports. By the way of conclusion proof the hypothesis about the aggregate negative impact of the RUVI on local

1. Msc Ciencia Política; economista; docente Tiempo Completo, Universidad Antonio Nariño; consultoría privado en Investigación del Mercado. Correo electrónico: bernardo.congote@uan.edu
2. Doctorante en Ingeniería; Msc. Planeación Urbana y Regional; ingeniero Catastral y Geodesta; especialista en medios de Comunicación; profesor Titular de planta, Universidad Distrital Francisco José de Caldas; director del Grupo de Investigación Servipúblicos; Editor de la Revista Tecnología: Una Mirada al Ambiente. Correo electrónico: jlizcano26@hotmail.com

GDP and induces to enforce the model additionally focusing on collateral macro and microeconomic, such as ecosystemic and regulatory variables.

Keywords: automobile, urban mobility, grey costs, disinvestment, impacts, gross domestic product.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Estructura del artículo

El artículo tiene tres cuerpos: en primer lugar, se encuentra el resumen y la introducción; posteriormente, se encuentran las simulaciones de impacto, con base en las siguientes tres variables: (a) desinversión de capital por bajo uso de capacidad instalada en vehículos; (b) baja productividad laboral por demoras en desplazamientos urbanos; y (c) fletes no cobrados por demoras en tiempos de entrega de cargas importadas hacia Bogotá D.C. Finalmente, se encuentran las conclusiones.

1.2. Algunas precisiones conceptuales

El término automóvil del griego *αὐτο*, "uno mismo, por sí mismo" y del latín *mobilis* "movible, móvil, ágil, rápido", deriva también en *mobilitas* ("movilidad, agilidad, rapidez"), haciendo referencia principalmente a un "[...] vehículo autopropulsado por un motor propio y destinado al transporte terrestre de personas o cosas" [1].

Aunque genéricamente el concepto se aplica a los automóviles llamados "de turismo", incluye también los del tipo camión, autobús, furgoneta, motocicleta, motocarro o cuadríciclo; sin embargo, el artículo se circunscribe a evaluar los impactos generados por el tránsito urbano de automóviles de mínimo cuatro ruedas que transportan personas o cosas entre un lugar y otro del entorno urbano de la ciudad de Bogotá D.C. No habría dudas conceptuales graves en relación con que la movilidad autopropulsada para conducir de un sitio a otro personas o cosas, constituya la base del término automóvil; dicha movilidad autopropulsada, en un entorno urbano determinado,

la desarrolla cada automóvil simultáneamente con otras decenas, centenares o millares de automóviles, de modo que está afectada por el hecho inevitable de que mover un automóvil exija, fácticamente, estar en contacto incluso traumático (choque, detención temporal, bloqueo total) con muchos otros automóviles circulando por el mismo sitio y, al tiempo, por una oferta relativamente reducida de vías.

En consecuencia, presentar el fenómeno físico de la movilidad autopropulsada del automóvil en cruce simultáneo con la de otros vehículos, podría ser un enfoque que contribuyera a robustecer todas aquellas acciones sociales, empresariales, jurídico regulatorias o políticas que tengan competencia analítica para evaluar el impacto que puede sufrir, en este caso, el producto interno bruto local, cruzando los grados de movilidad contra el comportamiento de diversas subvariables específicas.

2. ESTADO DEL ARTE

Una revisión de artículos y libros publicados por los investigadores del grupo SUR (Grupo de estudios de sostenibilidad urbana y regional, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes), cubriendo productos potencialmente relacionados con el tema de este trabajo hasta el año 2015, arrojó como resultados los presentados a continuación.

2.1 Artículos

- "Accidentalidad motociclista" [1].
- "Análisis de accesibilidad al SITP" [2].
- "Retos; implementar un modo de transporte rápido y de cable en Colombia" [3].
- "Fragmentación social producto de implementar un sistema de bus rápido" [4].
- "Modelo desagregado de propiedad de carros y motocicletas" [5].
- "Impacto de un sistema de bus rápido sobre la seguridad vial" [6].
- "Modelación de la propiedad de carros en áreas urbanas de países desarrollados. El caso de Bogotá". [5].

- “Impacto de sistemas BRT sobre seguridad vial. Lecciones de Bogotá, Colombia” [6].
- “Acceso al transporte e inequidad social: herramienta para identificar necesidades de movilidad y evaluación de inversiones en transporte” [7].
- “Caracterización de accidentes fatales de tránsito utilizando *clústeres* tipo K. El caso de Bogotá” [8].
- “Observatorio de movilidad. Comportamiento de los indicadores de movilidad a diciembre 2010”.¹ [9]

Libros:

- Experiencia en la congestión de cargas en Londres [10].
- La congestión de cargas en Londres: una aproximación tentativa económica² [10].

De acuerdo con lo anterior, los autores confirmamos el carácter relativamente inédito de un trabajo como el presente que busque probar o falsear la hipótesis expuesta.

3. ANÁLISIS DE IMPACTOS NEGATIVOS

El artículo modela tres análisis sobre las siguientes variables: (a) el impacto negativo que genera el grado de baja movilidad vehicular sobre el PIB local en términos del capital privado invertido en unidades de automóviles particulares de transporte de pasajeros; (b) el impacto negativo que genera el bajo grado de movilidad también sobre la competitividad laboral, correlacionando demoras de acceso del factor fuerza de trabajo hacia las empresas, y (c) el impacto del bajo grado de movilidad sobre el PIB, producto de los fletes causados no cobrados, producto del lento flujo urbano de las cargas provenientes de los puertos marítimos (Buenaventura, en particular).³

3.1 Impacto negativo sobre el PIB local producto de la desinversión en vehículos con una baja utilización de capacidad instalada [11]

En 2007, la ciudad de Bogotá D.C. contaba con una malla vial de 15 348 kilómetros, la cual soportaba el flujo de más de un millón de automóviles particulares; los datos de ocupación indicaban que en estos vehículos apenas se desplazaba el 20% de los pasajeros-día, al tiempo que el transporte masivo solo movía el 16%. Por su parte un sistema de transporte colectivo particular compuesto por 98 784 buses, busetas, microbuses y taxis, movilizaba el 64% de los pasajeros-día, sumando aproximadamente 7 millones de automóviles [11].

En 2011, el total de automóviles particulares (incluyendo un 30% de motocicletas) habría ascendido a 1 455 062 unidades creciendo a una tasa geométrica del 11% anual, mientras que los públicos estarían en 104 298 unidades creciendo a una tasa geométrica anual del 0.006%. En paralelo, el transporte masivo (Transmilenio) habría pasado de 2988 en 2007 a 3582 unidades en 2011, creciendo a una tasa geométrica anual del 4,6% [12] (Figura 1).

Si solo los particulares nuevos se colocaran inmóviles y aislados, como paradójicamente suelen ser mostrados en la publicidad automotriz, uno tras otro ocuparían aproximadamente 2600 kilómetros equivalentes al 17% de la malla vial de Bogotá D.C., en 2007. Si asumiéramos que, de esa malla vial, el 50% correspondiera a vías troncales, estos automóviles ocuparían el 34% de la misma, lo que, manteniéndose las cosas como están, sugeriría que la malla quedaría sobre saturada en un plazo no mayor al año 2016, tal como lo han venido probando los datos disponibles [13]. A este fenómeno habría que añadirle el no despreciable dato de que durante el

1. Al respecto, el artículo presenta datos también de 2010, tomados de la Secretaría de Movilidad del D.C.

2. Sobre las publicaciones que aparecen referidas como libros, registran indexación ISSN, correspondiente a artículos en revista, no a libros (ISBN).

3. El artículo fue escrito originalmente en 2012 por lo que las cifras fuente corresponden a periodos correlativos.

quinquenio 2007-2011, las ventas de autos nuevos en Bogotá D.C. habrían crecido a una tasa exponencial del 6,4 % anual [14].



Figura 1. Composición del parque automotor de Bogotá D.C. (2011) [15].

Así, algunas observaciones empíricas extractadas de una encuesta poblacional de 2012, publicada en Congreso Visible (en línea) mostraban que:

“El modo de transporte más empleado es ... viajes a pie, con 46 por ciento del total de viajes diarios o sea 8 136 778. Le sigue el transporte público que llega al 30 por ciento: - 20 por ciento transporte público colectivo (3 522 212), - 9 por ciento Transmilenio (1 594 143) y - 1 por ciento transporte intermunicipal (176 111).

- Los viajes en automóvil representan el 10 % del total (1 761 106).
- Los viajes en taxi constituyen el 4% (704 442).
- La bicicleta participa con el 3% (528 332).
- El transporte escolar con otro 3% (528 332).
- Los viajes en moto 2% (352 221).
- El transporte informal explica un 1% (176 111).
- Otros modos de transporte dan cuenta del restante 1% (176 111). [16]

De acuerdo con lo anterior, la hipótesis de la baja movilidad urbana de los automóviles, adquiere fuerza probatoria si se toman en cuenta que la velocidad promedio ponderada general (particulares y públicos) en Bogotá D.C. habría subido de 26,9 km/h en 2002 a 32,8 km/h en 2004, y bajado a 30,7 km/h en 2007 (tasa de variación anual del menos 2,3% anual). En 2011, la velocidad promedio bajó

a 23,3 km/h, entre 2007 y 2011 habría decrecido a una tasa geométrica del menos 6,7% anual; dado que en este indicador el 80% de los vehículos son particulares, no es arriesgado argumentar que, de acuerdo con una velocidad instalada estimada en 200 km/h, el indicador mostraría una utilización efectiva de apenas un 11,6%. La Figura 2, muestra un ejemplo de cómo se viene disminuyendo la velocidad promedio anual en la ciudad de Bogotá D.C. y la baja efectividad del indicador en mención.

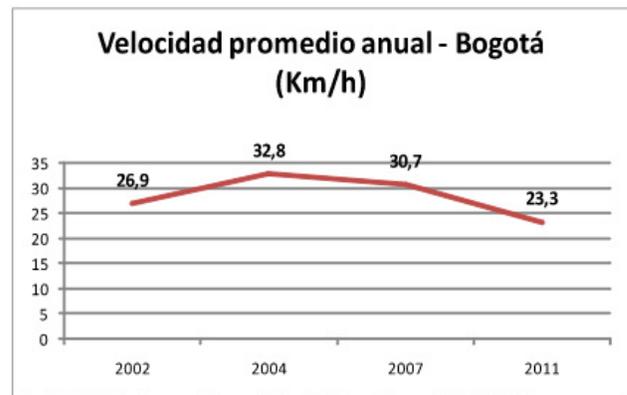


Figura 2. Velocidad promedio anual de tránsito en Bogotá D.C. (2002-2011) [11].

3.2 Supuestos del modelo simulador del impacto de la desinversión por el bajo uso de capacidad vehicular instalada

De acuerdo con el estado del arte, el artículo no ha logrado confirmar que, hasta ahora, existan estudios que midan el detrimento económico que podría significar para los consumidores de vehículos particulares la baja movilidad urbana en Bogotá D.C.; en este orden de ideas, construye los siguientes supuestos del modelo:

S1: el dinero invertido en la compra de automóviles particulares, conviene que sea valorado en términos de rentabilidad vía el uso, no efectivo de la capacidad instalada en el vehículo en términos de velocidad potencial.

S2: el hecho de que estos compradores en el quinquenio 2007-2011 hubieran destinado aproximadamente 33 billones de pesos para adquirir

aproximadamente 569 000 vehículos nuevos, cuyo uso de capacidad instalada, en términos de velocidad instalada, solo llegaría al 11,6%, podría tener un impacto correlativo sobre el PIB local.

S3: conocido el total de vehículos nuevos comprados en el quinquenio, se asignan proporcionalmente a la distribución de preferencias de viaje motorizado según estrato en Bogotá D.C.

S4: se determina con base en fuentes comerciales un precio referencia para dos tipos de autos: los precios corrientes menores o iguales a 40 millones (promedio 35 millones) comprables por los estratos uno a cuatro, y precios corrientes superiores a 40 millones hasta un tope de 300 (promedio 168 millones) comprables por los estratos cinco y seis.

S5: se estima el valor bruto de las compras en el quinquenio.

S6: se aplica el valor estimado para la capacidad subutilizada de los vehículos nuevos restándole a la velocidad programada máxima (aproximadamente 200 km/h) la velocidad efectiva (23,3 km/h).

S7: S6 se hace equivalente a la desinversión del capital invertido.

S8: se calcula el impacto sobre el PIB local.

3.3 Algunos datos básicos que alimentan al modelo

El movimiento de las ventas de nuevos en Bogotá D.C. entre 2007-2011 aparece como sigue, indicando una tasa de crecimiento del 6,4% anual; además, cabe resaltar el hecho de que el punto crítico en el aumento de ventas de automóviles esta dado en el periodo de 2009, cuando se registró un aumento de hasta el 30% sobre las ventas del año anterior en Bogotá D.C. (Tabla 1). Este dato lo utilizamos en el modelo para estimar la presión de la oferta automovilística sobre la malla vial.

En relación con la distribución modal de los desplazamientos vehiculares en Bogotá D.C., en 2011 se observó que la bicicleta ya estaba liderando el peso ponderado de los mismos (Tabla 2).

Tal como lo propone Duque, “Al realizar el análisis por estrato socioeconómico, no resulta sorprendente que en el estrato 1 el modo más frecuente sean los

viajes a pie, mientras que en el estrato 6 el modo más utilizado sea el automóvil” [17]. En paralelo, la preferencia del desplazamiento por automóvil es directamente proporcional al estrato. Como se observa enseguida, en la medida que se eleva el indicador del estrato, se eleva el número de viajes en automóvil, datos que falsearían la hipótesis de que las medidas de control vehicular afectan, preferentemente, a los estratos bajos, por ello en la Tabla 3, se evidencia que la concentración porcentual de viajes entre modos motorizados no supera el 35% de todos los viajes realizados en Bogotá D.C.

Tabla 1. Venta de automóviles particulares nuevos (2007-2011) [15].

AÑO	COLOMBIA	BOGOTA (i)	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (ii)
2007	253.034	116.396	6,40%
2008	219.478	100.960	
2009	185.129	85.159	
2010	253.869	116.780	
2011	324.570	149.302	
SUMA	1.236.080	568.597	
(i) Distrito Capital, “Movilidad Humana”, septiembre 2013			
(ii) Geométrica. Cálculos del artículo			

Tabla 2. Principales modos de desplazamiento urbano (Bogotá D.C.-2011) [15].

MODO	%	% acumulado
Bicicleta	46	46
Transporte público colectivo	20	66
Automóvil particular	10	76
Transmilenio	9	85
Otros	15	100

Tabla 3. Distribución de los viajes en automóvil por estrato entre modos motorizados – Bogotá D.C. 2011 [17].

ESTRATO	%(i)
1	3
2	9
3	20
4	39
5	54
6	68
(i) No suma 100% por respuesta múltiple	

4. EL MODELO

Con base en lo anterior, se propone una modelación del problema de impacto de la velocidad efectiva, basándose en los supuestos y datos validados a 2011 (Tabla 4).

La ecuación operacional, se representa como sigue:

$$Oae * Pae * Nae * Vae * IVnu = IPIB \quad (1)$$

Donde:

- Oae = Distribución de la oferta de automóviles por estrato.

- Pae = Precio promedio de automóviles por estrato (dos medidores: estratos uno a cuatro / estratos cinco a seis).
- Nae = Número de automóviles nuevos vendidos por estrato.
- Vae = Valor total de las compras de automóviles nuevos por estrato.
- IVnu = Indicador de velocidad no utilizada.
- IPIB = Impacto de la desinversión en vehículos sobre el PIB.

Corrido el modelo, se podría inferir preliminarmente que:

Tabla 4. Modelo estimativo de la desinversión del capital dedicado a la compra de vehículos particulares en Bogotá D.C. y su impacto negativo sobre el PIB local. – 2007-2011

ESTRATOS	Estratificación del mercado automovilístico según preferencia de movilidad en automóvil por estrato (i)	Precio (Mills 2011) (ii)	No. de automóviles nuevos 2007-2011 x Estrato (Bogotá)(iii)	Valor total compras 2007- 2011 x Estrato (Mills. de pesos a precios 2011)	Indicador de velocidad instalada no utilizada (iv)	Estimación de la desinversión absoluta 2007 a 2011 (Mills. de pesos a precios 2011) (v)
1	2%	35	8.838	309.340	0,865	267.579
2	5%		26.515	928.021		802.738
3	10%		58.922	2.062.268		1.783.862
4	20%	100	114.898	4.021.423		3.478.531
5	28%		159.089	15.908.926		13.761.221
6	35%		200.335	20.033.462		17.328.945
Totales			568.597	43.263.440		37.422.876
PIB Quinquenio BOGOTA (000 millones) (vi)/(vii)	661.258.000					661.258.000
Desinversión Vs. PIB						5,66%
(i) DAVIS, 2011. "Encuesta movilidad 2011. Indicadores". Bogotá: disponible en www.movilidadbogota.gov.co . Consulta 2012-10-05. Cálculos artículo						
(ii) "Automóviles del segmento medio-bajo (30 a 40 millones de pesos)". Diario El Tiempo. 2012-09-08. Scc Vehículos. Pg. 2. Gama alta, estimada por el artículo siguiendo fuentes comerciales confiables.						
(iii) "Movilidad en cifras 2011". Bogotá: Secretaria Movilidad disponible en www.movilidadbogota.gov.co . Consulta 2012-09-08						
promedio / 200 kh instalados - 1) = 0,865						
(v) Valor del vehículo según capacidad instalada de velocidad utilizada en 2011.						
(vi) www.dane.gov.co/Cuentas departamentales/PIB departamental 2000-2015/Bogotá DC						
(vii) Suma simple del PIB anual de cada periodo 2007-2011						

Fuente: elaboración propia

- El volumen de capital (ahorros propios o financiados) destinado al consumo de automóviles en Bogotá D.C. durante el quinquenio 2007-2011, habría ascendido a 43,3 billones de pesos corrientes de 2011.
- La tasa de utilización de los vehículos comprados, estimada sobre un indicador 0,135 (velocidad promedio efectiva en kilómetros hora / velocidad promedio instalada en kilómetros hora), arrojaría un indicador de desutilización de la capacidad instalada del 0,865.
- Con base en el indicador anterior, la porción de capital no utilizado (o desinvertido) por la población de Bogotá D.C. en el quinquenio observado, ascendería a 37,4 billones de pesos a precios de 2011.
- Anualmente, la desinversión bruta de capital equivaldría a 7,5 billones de pesos a precios 2011.
- Estimando la desinversión quinquenal en 37,4 billones de pesos, con un PIB quinquenal estimado en 754 billones de pesos, se puede inferir que aquella ascendería al 5,66% del PIB de Bogotá D.C.
- El artículo anota, a manera de referencia aleatoria, que el paquete de inversiones más grande que, se afirma, ha planeado Colombia en toda su historia para aumentar la malla vial nacional, ascendería a 40 billones de pesos, que saldrán de las denominadas alianzas público privadas (APP; colocando estos el dinero). Comparativamente, el monto de la desinversión de capital privado estimada en este modelo sólo entre 2007-2011, ascendería al 94% del monto a invertir en esos megaproyectos (si hubiera correlación directa entre ambos ítem).
- Lo anterior podría darle paso a la hipótesis de que, una vez los privados sean informados sobre los montos que están dejando perder sin protesta alguna como producto de su inversión en automóviles que no se mueven en Bogotá D.C., estos

contribuyentes podrían elevar su propensión a pagar impuestos en sumas proporcionalmente equivalentes, con el fin de aumentar la capacidad de inversión directa del fisco mejorando la malla vial urbana, estrategia que podría llamarse como de cooperación tributaria.⁴

4.1 Modelación del impacto sobre el PIB local, de la improductividad laboral como producto de demoras en el desplazamiento urbano

Como segunda variable de chequeo, el artículo estima el impacto que la baja movilidad estaría ejerciendo sobre la competitividad laboral y, de paso, sobre el PIB. Para el efecto, se modeló un escenario basado en la estructura de la población económicamente activa (PEA) y activa ocupada (PEAO) de Bogotá D.C., estimada por el DANE para 2011 en 4,3 millones de personas. Luego, trabajamos estratificando la PEAO según diversas formas de ocupación observadas (subempleada, informal, empleada).

4.2 Supuestos del modelo

Los enormes costos del tránsito individual, la pérdida de tiempo y el deterioro (zonal centro - periferia) no se... descuentan de los 'rendimientos' que producen el tránsito y las casas en los suburbios [18]

La segunda simulación se basa los siguientes supuestos:

S1: que en la práctica la jornada laboral continúe de ocho horas, sin verse afectada por los tiempos de demora de los trabajadores desde y hacia el lugar de trabajo.

S2: que el impacto de la baja movilidad puede generar en los trabajadores improductividades laborales grises (distracciones, cansancio, enfermedades laborales, errores en producción, baja calidad relativa del

4. La medición de otros impactos colaterales como el derivado del sobre consumo de combustible causado por la baja velocidad relativa, formaría parte de un análisis mucho más robusto que el artículo deja propuesto como línea de investigación.

bien o servicio), susceptibles de ser tasadas, hipotéticamente, como equivalentes a la remuneración del tiempo que dura su desplazamiento, asociándolo a tiempo potencialmente improductivo.

S3: que esta medición podría tomarse como una especie de afectación a la productividad neta, dado que salarios erogados no productivos podrían conducir una especie de costos grises de impacto negativo.⁵

S3: que el mercado laboral de Bogotá D.C. mostraba a 2011, según el DANE, que de los 3,8 millones de ocupados sólo solo 700 .000 eran formales (18%), mientras que 1,4 aparecían como sub empleados (potencialmente adscritos a empresas formales con base en sub remuneraciones o contratos de duración aleatoria;) (37%) y 1,7 millones como informales (45%). Este último grupo, a su vez, aparecía, y así se opera en el modelo, sub dividido entre un 40% que devengaría menos de un salario mínimo y un 60%, al que el modelo le asigna remuneración equivalente a un salario mínimo.

4.3 Algunos datos que alimentan al modelo

Confirmando los supuestos anteriores, así en la Tabla 5 se muestra el supuesto distribuido del mercado laboral local.

Tabla 5. Estructura del mercado laboral de bogotá [18].

Millones de personas		% PEA	% PEAO
PEA	4		
PEA OCUPADA	3	88	
Sub Empleada	1,4		37
Informal	1,7		45
Empleada	0,7		18
			100

Con base en estas restricciones, el modelo opera basándose en la siguiente serie de ecuaciones, que,

a su vez, sirven de base para comprender la Tabla 6, donde se presentan los estimativos de afectación del transporte sobre la productividad laboral:

$$R_{pcd} * P_i = VDB_{pc} \tag{2}$$

Donde:

R_{pcd} = Remuneración diaria per cápita (según tipo de trabajo)

P_i = Porcentaje de la jornada laboral bloqueado por la baja movilidad hacia sitio de trabajo

VDB_{pc} = Valor diario salarial per cápita bloqueado por la baja movilidad

$$VDB_{pc} * PEAO = VDB_t \tag{3}$$

Donde:

VDB_{pc} = Valor diario salarial per cápita bloqueado por la baja movilidad

PEAO = Población Económicamente Activa Ocupada (en diversas modalidades de trabajo)

VDB_t = Valor diario salarial bloqueado total

$$VDB_t * 365 = VABT * 5 = \frac{Iq}{PIB} = I_{pib} \tag{4}$$

Donde:

VDB_t = Valor diario salarial bloqueado total (Salarios grises diarios)⁶

VABT = Valor anual salarial bloqueado total (Salarios grises anuales)

I_q = Impacto quinquenal (Valor quinquenal salarial bloqueado total)

PIB = Producto Bruto Interno local en el quinquenio

I_{PIB} = Impacto sobre el PIB (Salarios grises quinquenales sobre PIB).

5. En otro plano de la discusión, podría simularse el modelo también sobre la hipótesis de que estas improductividades o costos grises terminarían sumándose a los costos de agencia o de transacción, dado que la baja movilidad urbana debería asumirse como otra externalidad negativa afectando el proceso de producción de bienes y servicios (North, 1993, Caps. 1 a 8).

6. El artículo utiliza el concepto *salario gris*, asociándolo al micro económico: *precios grises de mercado*.

Tabla 6. Modelo estimativo del impacto negativo que genera la baja movilidad urbana sobre la productividad laboral y su impacto negativo sobre el pib local de bogotá -2007-2011 [18].

ESTRUCTURA DEL MERCADO LABORAL DE BOGOTÁ*		% PEA *	% PEAO* (o)	INDICADORES INFORMALIDAD (ii)		Remuneraciones per cápita mes y día por tipo de trabajo (iii) / (iv)		Valor diario del salario per cápita bloqueado por la inmovilidad según tipo de trabajo (v) (2011)		Impacto diario sobre toda la población trabajadora por tipo de trabajo (Salarios improductivos (grises) por tipo de trabajo) (Millones de pesos)	Impacto anual expandido poblacionalmente (Dimensionamiento salarial de improductividades grises por inmovilidad) (Millones de pesos)	Impacto quinquenal (Millones de pesos)	Impacto sobre el PIB local
Variable	Millones de personas	Indicador	Indicadores	Indicadores	Mes	Día	% Inmovilidad	Total	Impacto diario	Impactual anual	Impacto quinquenal		
PEA	4,3												
PEA Ocupada	3,8	88%											
Sub empleada (i)	1,4		37%		566700	18890	13,5%	2550,15	3.570	1.303.127	6.515.633		
Informal (ii)	1,7		45%	40% 18%	300000	10000		1350,00	2.295	837.675	4.188.375		
				60% 27%	566700	18890		2550,15	4.335	1.582.368	7.911.840		
Empleada	0,7		18%		2588960	86299		11650,32	8.155	2.976.656	14.883.282		
Totales			100%	100% 45%						18.356	6.699.826	33.499.130	5,07%
PIB Quinquenio BOGOTÁ (000 millones) (vii)											661.258.000		

*Fuentes: CCB, Observatorio de la región Bogotá Cundinamarca, Semestre 1 2011. Cálculos del artículo
(o) Población Económicamente Activa Ocupada según categorías: Informal/ Sub empleada / Empleada
(i) Supuesto: Los sub empleados devengan 1 Salario mínimo.
(ii) El 40% devenga menos de 1 salario mínimo (300.000). El 60% devenga 1 sal mín. Entonces: 45% (PEAO Informal) * 40% devenga menos 1 sal mínimo = 18% ponderado. Y el 45% (PEAO Informal) devenga un salario mínimo = 27%.(MONDRAGÓN et. AL (2011). Gráficos 5 y 6. Cálculos e inferencias del artículo)
(iii) Ingreso promedio sub empleada = \$566.700. Ingreso promedio ponderado mensual de empleados, desde Técnicos hasta magister, ajustado por estratos = \$2588960. Fuente: www.mtheran.files. Consulta 2012-09-14
(iv) Mes / 30 = Remuneración diaria.
(v) El modelo establece jornada de 8 horas = 480 minutos vs duración del desplazamiento = 64,8minutos / 480 minutos = 0,135%. Duración desplazamiento diario PEAO (64,8 minutos) sobre tiempo de la jornada diaria). Esta duración tiene un costo medido en salario día (Columna TOTAL). Fuente: "Movilidad en cifras 2011". SecreMovilidad. www.movilidadbogota.gov.co. Consulta 2012-09-08. Cálculos del artículo
(vi) Sobre jornada típica de 8 horas, la duración del desplazamiento generaría improductividades grises que afecten en igual proporción al producto neto
(vii) Suma simple del PIB anual de cada periodo 2007-2011

Corrido el modelo se pueden formular, entre otras, las siguientes inferencias:

El costo diario de las improductividades laborales o salarios grises oscilaría alrededor de los 18 356 millones de pesos corrientes de 2011.

- El costo anual de estas improductividades podría estimarse oscilando alrededor de los 6,7 billones de pesos corrientes de 2011.
- Este mismo costo quinquenal, ascendería a 33,5 billones de pesos.
- Su impacto sobre el PIB quinquenal local ascendería, por tanto, a un 5,07%.
- Enfocados neoinstitucionalmente, estos podrían asimilarse a costos de agencia o de transacción [20] imputando la baja movilidad como una

externalidad negativa que afectaría en ese monto la competitividad relativa del aparato productivo de Bogotá D.C.⁷

- Otros modelos más rigurosos que, por ejemplo, emplearan mediciones específicas sobre variables de productividad aquí descritas solo cualitativamente, tales como distracciones, cansancio, enfermedades labores, errores, baja calidad relativa del bien o servicio, podrían contribuir a robustecer la prueba de hipótesis.

5.1 Impacto sobre el PIB de la baja movilidad de las cargas de importación durante su trayecto por la Sabana de Bogotá D.C.

La tercera variable de chequeo se refiere a la medición del impacto sobre el PIB del grado de la baja

7. North propone que los costos de transformación, una vez visibilizados los de agente, pueden variar impactando en los plazos corto o largo el cálculo de utilidades [20].

movilidad de las cargas importadas que fluyen por la Sabana de Bogotá D.C., con base en las demoras en sus tiempos de entrega.

El artículo propone que el valor correlativo de fletes causados no cobrados por las demoras: (a) estaría castigando los resultados del negocio transportador generando también, como en la variable laboral, costos grises; o también (b), que dicho valor no cobrado, estaría siendo aplicado “por debajo” al flete efectivo sobre el dueño de las cargas, invisibilidad que también castigaría sus cálculos de resultados.

5.2 Supuestos del modelo

El modelo estaría basado en los siguientes supuestos.

S1: la totalidad de las cargas importadas hacia Bogotá D.C., vía terrestre, termina impactada por la relativa baja movilidad del tránsito intraurbano en la Sabana.

S2: el tiempo de tardanza (velocidad real versus real potencial) del transporte, solo dentro de la Sabana de Bogotá D.C., podría calcularse como otra especie de costo gris que se añadiría a los fletes.

S3: dichos costos grises en fletes también afectarían la competitividad del sector transporte y, de convertirse en costos efectivos, sobre el total de la economía, en este caso importadora de cargas hacia Bogotá D.C.

S4: el 69% de las cargas importadas entrando por Buenaventura, Cartagena y la Aduana de Bogotá, tiene por destino Bogotá D.C. [21].

S5: las cargas terrestres en Colombia se mueven: 33% camión sencillo; 3% doble troque; 63% tracto camión.

S6: los precios ponderados por tonelada terrestre en Colombia, a precios de 2012, ascienden a \$52.275.

S7: el trayecto Buenaventura-Bogotá D.C., se estima durando aproximadamente 8,8 horas.

S7: duración estimada del trayecto desde un extremo de la Sabana de Bogotá D.C. hacia un punto medio a velocidad real baja movilidad = 1,5 horas.

5.3 Algunos datos que alimentan al modelo

El tonelaje importado total del quinquenio 2007-2011, ascendió aproximadamente a 25,4 millones de toneladas transportadas vía terrestre desde Buenaventura hacia Bogotá D.C. (crecimiento anual del 28,1%).



Figura 3. Carga importada hacia el mercado de Bogotá D.C., basados en la Tabla 7. [18].

El siguiente cuadro contiene la estimación del precio ponderado tonelada por tipo de vehículo de carta utilizado, equivalente en 2012 a \$109 741,33. Este dato es esencial en el modelo para determinar el impacto subsectorial sobre el PIB local.

Tabla 7. Cargas importadas al mercado de Bogotá (000 tons)(2007-2011) [18].

Variable	2007	2008	2009	2010	2011	Quinquenio
Carga aduana Bogotá	479	472	450	556	602	2559
Carga de Bogotá por aduana Buenaventura	4238	4103	4213	4852	5441	22846
Total	4717	4575	4663	5408	6043	25405

La fórmula base utilizada, fue:

$$P_{ton} * T_v = P_{pond} \quad (5)$$

Donde:

- P_{ton} = Precio comercial por tonelada de carga según tipo de vehículo. (Pesos corrientes 2012)
- T_v = Distribución de la carga según tipo de vehículo
- P_{pond} = Precio tonelada ponderado (Precios corrientes 2012).
- en la Tabla 8 se describe la tipología de transporte terrestre en Colombia y sus características

Tabla 8. Tipología del transporte terrestre de Colombia [18].

Duración trayecto B/ventura-Bogotá	TIPO VEHÍCULO	\$ Tonelada	% tipo vehículo	Precio ponderado (\$)
8,8 horas	Camión sencillo	165234,67	0,33	\$54.527,44
	Doble troque	110597,96	0,03	\$3.317,94
	Tracto camión	82374,52	0,63	\$51.895,95
Precio ponderado por tonelada x tipo vehículo				\$109.741,33

5.4 El modelo

El modelo corre con base en la articulación de varias ecuaciones, a saber:

$$\frac{V_{ur}}{V_{up}} = V_r \quad (6)$$

Donde:

- V_{ur} = velocidad urbana real
- V_{up} = velocidad urbana posible
- V_r = velocidad real

$$\frac{D_{sb}}{D_{bv}} = I_{hubv} \quad (7)$$

Donde:

D_{sb} = duración trayecto Sabana Bogotá D.C.
 D_{bv} = duración trayecto Buenaventura – Bogotá D.C.
 I_{hubv} = impacto trayecto urbano/trayecto Buenaventura

$$I_{hubv} * F_{bv} = C_g \quad (8)$$

Donde:

- I_{hubv} = impacto trayecto urbano / trayecto Buenaventura-Bogotá D.C.
- F_{bv} = flete Buenaventura – Bogotá D.C. ponderado por tipo de vehículo.
- C_g = costos grises (Flete no cobrado por demoras en trayecto urbano).

Y finalmente,

$$C_g * PIB = I_{cgpiB} \quad (9)$$

Donde:

- C_g = costos grises (flete no cobrado por demoras en trayecto urbano).
- PIB = producto interno bruto Bogotá D.C.
- I_{cgpiB} = impacto de los costos grises de carga sobre el PIB Bogotá D.C.

De acuerdo con lo anterior, se pueden formular estas inferencias:

- En el quinquenio 2007-2011 ingresaron a Bogotá D.C. aproximadamente 25,4 millones de toneladas de carga importada según registros de las Aduanas Bogotá D.C. y Buenaventura.
- El precio ponderado de transporte por tonelada en el tramo Buenaventura – Bogotá D.C. se estimaba en \$109.745,33, a precios de 2011.
- La duración del tramo de transporte de carga entre origen-destino, era de aproximadamente 8,8 horas.
- El impacto horario del tránsito de estas cargas por la Sabana de Bogotá D.C., desde un punto extremo imaginario hacia un punto central imaginario, en distancia probable de 35km, equivale al 17% de la duración del tramo.
- Bajo este marco, el tonelaje total importado en el quinquenio causaría fletes grises por un valor equivalente a los \$4,3 billones millones de pesos.
- Por consiguiente, el impacto de estos fletes grises sobre el PIB local quinquenal, ascendería al 0,66%.

Tabla 9. Modelo estimativo del impacto de los fletes grises sobre el PIB local.

	Carga importada a Bogotá (2007-2011)(i)	Velocidad urbana posible	Velocidad urbana real (iii)	Velocidad real / Velocidad posible urbana	Duración desplazamiento o Sabana a velocidad real (iv)	Duración del viaje B/ventura - Bogotá (v)	Impacto trayecto Sabana sobre trayecto B/ventura	Flete B/ventura-Bogotá (Precio ponderado tonelada por tipo vehículo) (vi)	Carga importada a Bogotá (2007-2011)	Estimación flete causado por tonelaje total importado (vii)	Costos grises (Flete causado por demora urbana no facturado) (viii)	Impacto sobre el PIB (ix)
	000 tons	Kmts / Hora	Kmts / Hora	%	Horas	Horas	%	Pesos	tons	Millones de pesos	Millones de pesos	%
Carga aduana Bogotá	2558,55	80	23,3	29%	1,502	8,8	17%	\$109.741,33	25.405.000	25.514.741	4.355.325	0,66%
Carga de Bogotá aduana Bventura	22846 (ii)											
Total	25404,62											
PIB Quinquenio BOGOTA (000 millones) (ix)											661.258.000	

(i) www.dane.gov.co. Cálculos del artículo
(ii) Bogotá recibe el 63% de la carga que se nacionaliza en Buenaventura. Www.dane.gov.co. Cálculos del artículo
(iii) "Movilidad en cifras 2011". Bogotá: Secretaría Movilidad disponible en www.movilidadbogota.gov.co. Consulta 2012-09-08.
(iv) Hipótesis longitud Sabana = 70kmts. Tiempo desplazamiento a punto intermedio a velocidad real (4). Cálculo del artículo
(v) PROEXPORT. Infraestructura portuaria Colombia. Logística. Distancia a las principales ciudades. Mayo 2012.
(vi) Cálculo del artículo con base en fuente (v). Asumimos, igualmente, que el flete de la carga incorpore costos de arribo a sitios de consumo final
(vii) Flete por tonelada ponderado x Total carga importada a Bogotá. Cálculos del artículo.
(viii) Impacto delta de la inmovilidad urbana x valor total fletes facturados asumiendo que hay proporcionalidad directa entre Valor del flete / Duración trayecto. Cálculos del artículo.
(ix) Suma simple del PIB anual de cada periodo 2007-2011.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, se pueden formular estas inferencias:

- En el quinquenio 2007-2011 ingresaron a Bogotá D.C. aproximadamente 25,4 millones de toneladas de carga importada según registros de las Aduanas Bogotá D.C. y Buenaventura.
- El precio ponderado de transporte por tonelada en el tramo Buenaventura – Bogotá D.C. se estimaba en \$109.745,33, a precios de 2011.
- La duración del tramo de transporte de carga entre origen-destino, era de aproximadamente 8,8 horas.
- El impacto horario del tránsito de estas cargas por la Sabana de Bogotá D.C., desde un punto extremo imaginario hacia un punto central imaginario, en distancia probable de 35km, equivale al 17% de la duración del tramo.
- Bajo este marco, el tonelaje total importado en el quinquenio causaría fletes grises por un valor equivalente a los \$4,3 billones millones de pesos.
- Por consiguiente, el impacto de estos fletes grises sobre el PIB local quinquenal, ascendería al 0,66%.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las tres variables analizadas, traerían consigo un impacto negativo sobre el PIB local quinquenal (2007-2011) estimado en 11,38%. Este valor se calculó agregando cada uno de los tres impactos modelados, a saber: (a) impacto sobre el PIB de la desinversión vehicular en automóviles que solo se desplazan a una velocidad menor a la instalada (5,66%); (b) impacto sobre el PIB deducido de la improductividad laboral por demoras en el desplazamiento urbano de la fuerza de trabajo económicamente activa ocupada (5.07%); (c) impacto sobre el PIB producto de los fletes no cobrados por la demora en el tránsito, solo de la carga importada, por la Sabana de Bogotá D.C. (0,66%). Tabla 10. El problema de la baja movilidad vehicular urbana en Bogotá D.C. estaría agravándose porque se diagnostican y formulan terapias focalizadas sobre la baja movilidad en sí misma (trancones, accidentes, oferta vial, peajes, etc.), desconociendo enfocar datos que fortalezcan las políticas públicas gracias al dimensionamiento de los impactos negativos colaterales generados. Este artículo ha elegido

modelar solo tres impactos derivados de sendas variables económicas tomadas al azar entre una amplia nube de posibilidades. Es claro que otros trabajos de mayor robustez, podrían extender la hipótesis a chequear el impacto negativo que pudiera tener estimar los que llamaríamos costos grises derivados del combustible desperdiciado y los sobrecostos del desgaste de equipo durante los estancamientos del flujo vehicular. El artículo tampoco efectúa, dado su carácter preliminar, el impacto negativo que tendrían los criterios de asignación a la solución de la baja movilidad en los presupuestos públicos. Igualmente, quedaría pendiente observar algunos impactos de orden regulatorio. Lo anterior porque está sustentado en la hipótesis, que la Superintendencia de Industria y Comercio estaría omitiendo intervenir, al menos culposamente, en la auditoría del gran cúmulo de publicidad sobre venta de vehículos nuevos que ignora los impactos negativos del creciente flujo vehicular urbano.

El desincentivo regulatorio al consumo de automóviles formaría parte de una estrategia profunda de solución.

Tabla 10. Impacto agregado de las tres variables observadas sobre el PIB quinquenal local en el lapso 2007-2011.

Estimación agregada de impactos	
Tipo de impacto (i)	%/PIB
Producto de la desinversión en la compra de automóviles	5,66%
Producto de los costos laborales grises	5,07%
Producto de los fletes grises	0,66%
Impacto agregado	11,38%
(i) Simulando sólo tres variables aleatoriamente seleccionadas	
Fuente: Tablas 4, 6 y 9. Cálculos del artículo	

Fuente: elaboración propia.

6.1 Recomendaciones

Primera: el artículo formula algunas recomendaciones preliminares, dadas las diversas restricciones

analíticas a las que ha estado sometido, a la espera de que se conviertan en retos para otros investigadores que las asuman como líneas de investigación hacia un enfoque más robusto del problema
Segunda: igualmente invita a que el diseño de políticas públicas sobre el problema de la baja movilidad vehicular urbana, en adelante validen si ellas traen consigo diagnósticos y terapias sobre los impactos colaterales, por ejemplo, de otros múltiples aspectos de tipo macro y microeconómico tanto como los medio ambientales y regulatorios.

REFERENCIAS

- [1] A. Jiménez, J. Bocarejo, R. Zarama and J. Yerppez J., "A case study to examine motorcycle crashes in Bogota, Colombia". *Journal of Safety Research*, no 52, pp. 29-38, 2015.
- [2] J. Bocarejo., "Accessibility Analysis of the Integrated Transit System of Bogota". *International Journal of Sustainable Transportation*, no 1, pp. 1-15, 2015
- [3] J. Bocarejo, J. Velasquez, D. Galarza., "Challenges of Implementing à la Mode Transport Projects Case Studies of Bus Rapid Transit and Cable Cars in Colombia". *Transportation Research Record*, pp. 131-138, 2015.
- [4] J. Bocarejo, I. Portilla, D. Melendez., "Social fragmentation as a consequence of implementing a Bus Rapid Transit system in the city of Bogota". *Urban Studies*, no. 1, pp. 1-18, 2015.
- [5] J. Gómez, C. Obando., "Modeling car Ownership in Urban Areas of Developing Countries: Case Study of Bogotá D.C., Colombia". *Transportation Research Record*, pp. 111-118, 2013.
- [6] J. Velasquez, J. Bocarejo, C. Diaz, C y L. Tafur., "Impact of bus rapid transit systems on road safety: Lessons from Bogotá D.C., Colombia". *Transportation Research Record*, pp 1-7, 2013.
- [7] J. Bocarejo, D. Oviedo., "Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments". *Journal of Transport Geography*, pp. 142-154, 2012.

- [8] J. Bocarejo, C. Diaz., "Characterization of Fatal Road Traffic Accidents Using k-Means Clustering: Case Study of Bogotá, Colombia". *Transportation Research Record*, pp. 1-8, 2011.
- [9] J. Bocarejo, C. Caldas, L. Castaño, P. Bernal, N. Tinjacá, I. Portilla, C. Diaz, J. Orjuela, O. María., "Observatorio de Movilidad: Comportamiento de los indicadores de movilidad de la ciudad a diciembre de 2010". *Observatorio de Movilidad*, no 6, pp. 1-60, 2011.
- [10] J. Bocarejo, R. Prudhomme., "London congestion charge experience". *Transports*, no. 430, pp. 73-91, 2005.
- [11] B. Congote., "El automóvil particular, ¿una idiosincrasia urbana?". *Le Monde Diplomatique*, Edición Colombia, vol 10, pp. 36 y 37, octubre 2007.
- [12] Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., "Secretaría de Movilidad y Espacio Público". 2014, mayo. [En línea]. Disponible en: www.bogota.gov.co
- [13] Distrito Capital, "Movilidad Humana", 2013. [En línea]. Disponible en: www.movilidadbogota.gov.co
- [14] Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., "Secretaría de movilidad quienes somos. Bogotá D.C." 2013. [En línea] Disponible en: <http://www.movilidadbogota.gov.co/?sec=3>
- [15] D. Steer, "Encuesta de Movilidad 2012. Bogotá D.C.: Secretaría de Movilidad" 2012. [En línea]. Disponible en: www.movilidadbogota.gov.co
- [16] M. Duque, "La encuesta de movilidad". 2012. [En línea]. Disponible en: www.razonpublica.com
- [17] L. Currie, "Desarrollo económico acelerado". México: FCE, 1968.
- [18] Proexport, "Infraestructura portuaria de Colombia. Logística. Distancia a las principales ciudades". Ministerio de Transporte, 2007. Orígenes y destinos de las cargas en Colombia, 2012.

