

TARIFICACIÓN POR CONGESTIÓN

Boletín Técnico

PITRA-LanammeUCR

Volumen 9, N.º 11, Junio 2018

Henry Hernández Vega
henry.hernandezvega@ucr.ac.cr
Unidad de Seguridad Vial y Transporte
(USVT), PITRA-LanammeUCR

Diana Jiménez Romero
diana.jimenez@ucr.ac.cr
Unidad de Seguridad Vial y Transporte
(USVT), PITRA-LanammeUCR

Mónica Daniela Tello Villegas
monica.tello@ucr.ac.cr
Unidad de Seguridad Vial y Transporte
(USVT), PITRA-LanammeUCR

Stephan Rodríguez Shum
stephan.rodriguez@ucr.ac.cr
Unidad de Seguridad Vial y Transporte
(USVT), PITRA-LanammeUCR

I. INTRODUCCIÓN

En la sociedad moderna los vehículos motorizados se han vuelto el principal medio para transportarse, lo cual ocasiona que ciertos sectores de la vialidad se saturen; es decir, se provoca congestión vehicular y a su vez se generan pérdidas económicas para la sociedad.

Para reducir dicho fenómeno de congestión, en varios países se ha aplicado una tarifa al uso del automóvil dentro de las zonas críticas de congestión. El cobro monetario tiene como objetivo internalizar los costos sociales que no son percibidos por los usuarios de vehículo privado; al encarecer el uso de los automóviles en horas pico, se desincentiva a los conductores a utilizar el automóvil como modo de transporte, reduciéndose la congestión.

¿Qué es congestión?

La congestión vehicular se entiende como la obstrucción o entorpecimiento del flujo de tránsito vehicular, lo cual provoca externalidades negativas, no solo en la demora de tiempos de viaje, sino también problemas ambientales por las emisiones de carbono, costos económicos, problemas de salud debido al aumento en los niveles de estrés en los conductores, entre otros.

Según Thomson y Bull (2001), la principal causa de la congestión es la fricción entre los vehículos, que normalmente pueden transitar a una velocidad relativamente libre (dependiendo de los límites de velocidad, las intersecciones, la cantidad de vehículos, entre otros), pero al aumentar el volumen vehicular, cada vehículo que se incorpora al sistema de tránsito sirve de obstáculo al resto, disminuyendo la velocidad de operación del sistema en general.

II. CONGESTIÓN EN COSTA RICA

Según datos de la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT, 2017) la flota vehicular del país ha aumentado en un 80% para el periodo 2007-2016, condición que se evidencia en la Tabla 1. En esta se cuantifica la variación en el total de vehículos al 2007 (785 557) y al 2016 (1 412 020), condición que al 2018 ha empeorado y resulta insostenible para la oferta de transporte existente.

Comité Editorial 2018:

- Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD, Coordinador General PITRA, LanammeUCR
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA, LanammeUCR

Tabla 1. Flota vehicular clasificada para el periodo 2007 - 2016

Año	Total	Moto	Automóvil	Camiones de carga		Taxis	Equipo especial
				< 3500 kg	> 3500 kg		
2007	785 557	100 083	525 376	125 104	14 484	13 007	7 503
2008	878 895	136 109	571 651	136 162	14 999	11 431	8 543
2009	909 592	141 470	594 192	140 972	12 520	11 751	8 687
2010	981 822	149 883	629 325	148 050	32 985	11 982	9 597
2011	1 043 455	159 584	673 894	154 062	33 959	12 051	9 905
2012	1 118 019	176 274	722 020	160 742	35 042	12 150	11 791
2013	1 170 213	190 256	754 689	164 736	35 392	12 261	12 879
2014	1 239 629	218 733	789 260	169 864	35 897	12 420	13 455
2015	1 329 107	255 917	833 570	176 091	36 868	12 635	14 026
2016	1 412 020	287 555	877 023	182 596	37 937	12 455	14 454
Variación 2007 - 2016		187%	67%	46%	162%	-4%	93%
Variación 2007 - 2016	80%						

Fuente: MOPT, 2017.

Adicionalmente, la variación en el flujo vehicular representa un aumento de 187% en la cantidad de motocicletas y 67% en automóviles para el periodo 2007-2016, condición que surge del aumento por la congestión, debido al crecimiento desmedido de la flota vehicular, deficiencias en la oferta de transporte (infraestructura y servicio de transporte público masivo), sumado a las facilidades de financiamiento.

Ante el aumento en la flota vehicular, los usuarios de transporte público experimentan viajes de mayor duración. En la Tabla 2 se identifica que 53,6% de los viajes duran entre 1 h y más de 2 h, de los cuales un 23,8% representan viajes de más de 2 h.

Tabla 2. Percepción de tiempo a la hora de transportarse

Rango de tiempo de viaje	Porcentaje
Menos de 15 min	9,3%
De 15 min a 30 min	15,9%
De 31 min a 1 h	21,2%
De 1 h a 1 h y media	18,2%
De 1 h y media a 2 h	11,5%
Más de 2 h	23,8%

Fuente: Contraloría General de la República, 2018.

Los extensos tiempos de viaje en transporte público propician que los usuarios insatisfechos busquen medios para transportarse más rápidamente, por lo que se propicia el aumento de la flota vehicular y, por ende, de la congestión.

La Encuesta Nacional de Percepción de los Servicios Públicos (Contraloría General de la República, 2018) evidenció que un 52,34% de los usuarios consideraba el tiempo de viaje de transporte público como "Poco" y "Adecuado o normal", sin embargo,

el 47,66% restante de los usuarios lo considera excesivo, convirtiéndolos en potenciales pérdidas para el sistema de transporte público masivo.

La migración entre en transporte público y vehículo privado se ha registrado entre las encuestas del 2015 y 2018, en las cuales el uso de vehículo privado aumentó de 28% a 41% y el uso de bus se redujo de 59% a 47%.

III. TARIFICACIÓN POR CONGESTIÓN

Por lo general, los usuarios solo perciben el costo privado o costo medio del uso del vehículo, tal como el costo de la gasolina, el gasto del mantenimiento del automóvil, peajes, así como el tiempo que tarda en llegar a su destino. Sin embargo, el usuario no considera las externalidades que su decisión le provoca al resto de los usuarios, ni los costos de operación adicionales que cada nuevo vehículo representa en la red.

Dado que los usuarios de vehículo privado no perciben los costos reales de transporte, se provoca una distorsión en el mercado, generando que el equilibrio de flujos en el sistema no sea el óptimo, produciendo una pérdida social.

Cada vehículo adicional en la red vial produce un incremento en los tiempos de viaje del resto de los conductores, lo cual no es percibido por ese nuevo usuario; por lo que se dice que existe una externalidad.

Si se grafica la función de costo medio que es percibido por el usuario del sistema: $C(x)$, donde x representa la cantidad de viajes que se realizan con respecto al flujo de vehículos, se observa que a flujo libre el costo tiene una tendencia constante; sin embargo, conforme el flujo vehicular se acerca al límite de capacidad del sistema, el costo medio que percibe el usuario se incrementa en forma de asíntota (ver Figura 1).

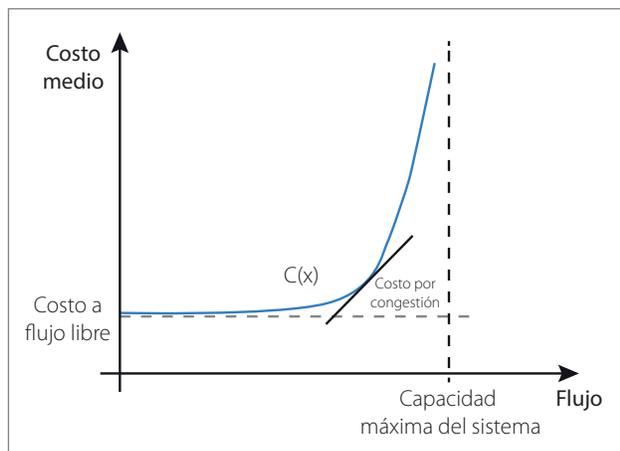


Figura 1. Curva de costo medio

El costo por congestión representa la pendiente de la curva de costo medio percibido, cuando el valor de flujo vehicular se acerca al valor límite de capacidad del sistema. Cuando la saturación (relación flujo/capacidad) es mayor a 80%, se dice que hay congestión, lo que produce que las velocidades de viaje disminuyan y aumenten los tiempos de viaje (generando demoras).

La curva de costo marginal (CMg) se deriva de la curva de costo medio y representa el costo adicional en el sistema, por cada vehículo que se agrega al flujo. Dado que los usuarios solo consideran su costo privado, el punto de equilibrio entre la oferta (la capacidad de operación de la carretera) y el costo medio percibido se da en un valor de flujo mayor (x^o : punto de equilibrio del usuario), como se observa en la Figura 2.

La diferencia entre las curvas de costo medio y costo marginal representa, para cualquier valor de flujo (x), los costos adicionales de los vehículos circulando, a causa de cada vehículo adicional que se introduce al sistema.

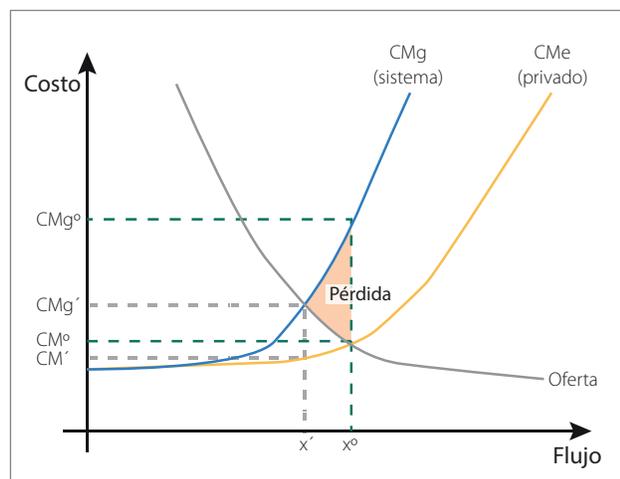


Figura 2. Equilibrio del costo del sistema y costo del usuario

Fuente: Cantillo, V., y Ortúzar, J. (2012).

La diferencia entre la curva de costo marginal y el costo medio, en el punto del equilibrio del usuario, representa la pérdida que tiene la sociedad.

Una manera de que los usuarios sean capaces de percibir el costo real de operación es por medio de una tarifa (t) que haga que se internalice el costo marginal. De esta forma, el nuevo punto de equilibrio es x' (ver la Figura 3), lo que se conoce como equilibrio del sistema. Al aumentar los costos, se desalienta a los conductores a realizar el viaje, o bien, se les incentiva a utilizar métodos de transporte alternativos que resulten menos costosos monetariamente y, de ser de ser posible, viajar a diferentes horas del día.

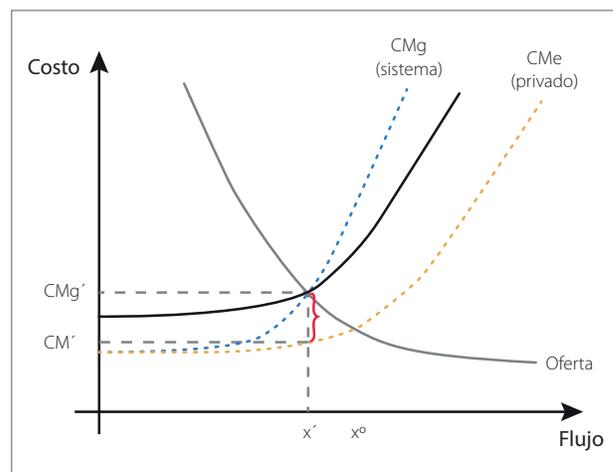


Figura 3. Equilibrio óptimo aplicando una tarifa por congestión

Fuente: Cantillo, V., y Ortúzar, J. (2012).

IV. APLICACIÓN DE LA TARIFA POR CONGESTIÓN

Como ya se explicó, la idea fundamental de la tarifa por congestión es que los usuarios internalicen los costos adicionales que le incluyen al sistema. La aplicación de este tipo de tarifa ha presentado resultados positivos en las zonas en las que se ha aplicado.

Según ENDURANCE (2015), las ciudades donde se ha aplicado la tarifa por congestión son:

Durham, UK (2002); Londres, UK (2003); Estocolmo, Suecia (2006); Valletta, Malta (2007); Milán, Italia: Area C (2012); Ecopass (2008) y Gotemburgo, Suecia (2013, cuya continuación fue cancelada en septiembre de 2014). En Noruega no existe realmente una tarifa por congestión, aunque algunos sistemas de peaje en algunas de sus ciudades tienen similitudes con las tarifas por congestión.

Tarifa por congestión en Londres (Congestion Charge)

En el 2003 la ciudad de Londres impuso una tarifa diaria por manejar o parquear los vehículos en el centro de Londres, para horas entre las 7:00 a.m. y las 6:30 p.m. para los días laborales, lo cual provocó que la congestión vehicular disminuyera considerablemente, con lo cual se aceptó el programa por parte de los usuarios (Leape, 2006).

Tarifa por congestión y resultados en Europa

Según ENDURANCE (2015), la aplicación de la tarifa por congestión ha logrado una disminución de cerca del 30% en la congestión en Londres, la disminución del número de vehículos que entran a la zona de cobro de hasta un 21% en Londres, de 28,5% en Milán y de 20% en Estocolmo, aumentando los viajes de tiempos de duración cortos en más del 39% y reduciendo la estadía en el área en un 60%. También indica que se dio un aumento en la eficiencia y velocidad en el transporte público en las horas pico. Una consecuencia positiva asociada es la reducción de accidentes de tránsito, ya que al disminuirse los volúmenes de vehículos el número de accidentes se reduce también.

V. ASPECTOS NEGATIVOS

Algunas de las complicaciones que presenta es que para asegurarse de que el cobro se haga, es necesario un control perimetral de la zona, lo que implica infraestructura, personal o tecnología, además de que la aplicación puede resultar complicada, ya que la ciudadanía argumenta que la tasa se trata de un impuesto extra que se agrega al elevado monto de impuestos que se paga en el país.

Otros argumentos comunes en contra son que el patrón de viajes se va a ver modificado, debido a que el desplazamiento de vehículos se daría por zonas adyacentes, lo que a su vez provocaría pérdidas económicas en los negocios de la zona y que la tarifa fomenta la inequidad, ya que al ser un gasto diario representa un porcentaje importante de los ingresos de las familias con bajos niveles económicos, por lo que solo personas de la clase media o alta serían capaces de pagarlo.

Algunos países han lidiado con estos obstáculos estableciendo un periodo de prueba temporal de algunos meses, ampliando el transporte público, estableciendo periodos de aplicación en el día que permita el uso de automóviles en zonas comerciales para incentivar el comercio y mejorando la infraestructura del transporte.

VI. VISIÓN A FUTURO PARA COSTA RICA

El aumento en la flota vehicular y la migración de usuarios del transporte público masivo al vehículo privado, principalmente a motocicletas y automóviles, evidencian la necesidad de atacar las externalidades negativas de las vías asociadas a la congestión, como lo son las enfermedades respiratorias, estrés, choques viales, mayor costo de bienes y servicios, mayores tiempos de viaje, entre otros.

La solución, como se ha evidenciado en el presente documento, debe ser integral y planificada, ya que cualquier intervención vial genera cambios en los patrones de movilidad y de consumo, por lo que debe analizarse desde múltiples aristas, con el fin de mitigar los efectos negativos que la tarificación vial ha demostrado en otros países.

No solo debe analizarse la viabilidad de implementar la tarificación vial como solución, sino que debe mejorarse la redundancia y capacidad de rutas alternas, las zonas que se intervengan deben ser atractivas para los peatones y ciclistas, debe modificarse drásticamente la operación del transporte público masivo, con el fin de que sea más eficiente, inclusivo y atractivo para todos los estratos sociales.

BIBLIOGRAFÍA

Cantillo, V., y Ortúzar, J. (2012). *Restricción vehicular según número de patente: réquiem para una política errónea*. Revista Ingeniería de Sistemas, XXVI, 7-22.

Contraloría General de la República, (2018). *Módulo de Transporte: Encuesta Nacional de Percepción de los Servicios Públicos*. San José, Costa Rica. Davis, L. W. (2008).

The Effect of Driving Restrictions on AirQuality in Mexico City. *Journal of Political Economy*, 166 (38-81).

ENDURANCE (2015) *Tasa por Congestión en Europa*. Recuperado desde: <http://epomm.eu/newsletter/v2/eupdate.php?nl=0415&lan=es> el 20 de julio del 2016.

Leape, J. (2006). *The London Congestion Charge*. *The Journal of Economic Perspectives*, 20(4), 157-176.

MOPT, 2017. *Anuario estadístico del sector transporte e infraestructura 2016*. Secretaría de Planificación Sectorial. MOPT-01-06-21-002-2017. San José, Costa Rica.

Saborío, Lépiz & Vásquez (2014). Proyecto final de curso. Memorias de Seminario de Maestría II PF3934. Universidad de Costa Rica (p.29-41)

Thomson, I., & Bull, A. (2001). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. CEPAL.

Transport for London. 2008. *Impacts Monitoring Programme: Fourth Annual Report*. London. Recuperado desde: <http://content.tfl.gov.uk/central-london-congestion-charging-impacts-monitoring-sixth-annual-report.pdf>, 20 de julio del 2016.



LanammeUCR

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

Programa de
Infraestructura del Transporte

Ing. Luis Guillermo Loría-Salazar, Ph.D.

Coordinador General

Ing. Fabián Elizondo-Arrieta, MBA

Subcoordinador

UNIDADES

Unidad de Auditoría Técnica (UAT)

Ing. Wendy Sequeira-Rojas, M.Sc

Coordinadora

Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Diana Jiménez-Romero, M.Sc, MBA

Coordinadora

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola-Guzmán

Coordinadora

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP)

Ing. José Pablo Aguiar-Moya, Ph.D.

Coordinador

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes-Jiménez

Coordinador

Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Lic. Carlos Campos-Cruz

Coordinador

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación, diseño y control de calidad: Daniela Martínez Ortiz / Óscar Rodríguez Quintana

Boletín técnico: TARIFICACIÓN POR CONGESTIÓN / Palabras clave: congestión, tarificación vial, externalidades, costos marginales / Junio, 2018

Tel.: (506) 2511- 2500 / Fax: (506) 2511-4440 / Código Postal: 11501-2060 / E-mail: direccion@lanamme.ucr.ac.cr / Sitio web: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr>