

# ESTRATEGIAS TARIFARIAS Y DESESTIMULACIÓN DEL USO DEL VEHÍCULO PARTICULAR POR MEDIO DEL PICO Y PLACA EN MEDELLÍN

Carlos Alberto González Calderón<sup>1</sup>

Recibido: 29/02/2008

Aceptado: 07/05/2009

## RESUMEN

Se realizó una encuesta para analizar el *pico* y *placa* en Medellín utilizando los métodos de preferencias declaradas (MPD), que se refieren a una familia de técnicas, las cuales consisten en el establecimiento de respuestas individuales acerca de las preferencias en diferentes opciones de transporte. Se eligió para el estudio de los MPD el barrio Laureles, ya que es uno de los barrios con mayor posesión de automóviles en la ciudad y, por lo tanto, contribuye en gran medida a la congestión de tráfico en general.

Se encontró que a los usuarios del vehículo particular no les gusta la idea del *pico* y *placa*, pero al aplicarla se mejora la situación de caos del transporte en la ciudad, preferiblemente escogerían la opción de irse con otra persona en carro, si la tiene (48%) por la comodidad del vehículo particular, luego escogerían la opción del bus (37%), ya que es un servicio bueno aunque con un poco de inseguridad. El 9% iría a su lugar de destino sólo en taxi por la comodidad y seguridad que se tiene y el 6% restante se iría en taxi y metro aunque eso implicara trasbordo ya que les exige desplazarse grandes distancias.

**Palabras clave:** pico y placa, modelación, preferencias declaradas.

---

<sup>1</sup> Ingeniero civil, magíster en Ingeniería – Infraestructura y Sistemas de Transporte. Profesor Escuela Ambiental. Programa de Ingeniería Civil, Universidad de Antioquia, [gonzalez@udea.edu.co](mailto:gonzalez@udea.edu.co)

# FARE STRATEGIES AND AWARENESS TO DRIVERS THROUGH “PICO Y PLACA” MEASURE FOR NOT USING PRIVATE VEHICLES IN MEDELLIN, COLOMBIA

## ABSTRACT

A survey was conducted for analyzing “pico and placa” measure in Medellin city, using Stated Preference Methods which involve a range of techniques dealing with creation of individual responses about preferences in several transportation means. Laureles neighborhood was the area chosen for conducting the DPM study, since it is one of the areas having the biggest amount of vehicles in the city, so it makes a big contribution to general traffic congestion.

It was found that private drivers are not in agreement with “pico y placa” measure, but chaotic traffic in the city is improved with its application. They would rather prefer to share a vehicle with other person (48%) since a private vehicle is a much more comfortable transportation mean. Then they would choose buses (37%), since it is a good service, but lack of safety is a negative factor. 9% would travel to their place of destination in a taxi, since it is a comfortable and safe means; and remaining 6% would use either taxi or metro, though it involves a mandatory transfer when destination is a long distance away.

**Key words:** “pico y placa” measure; modeling; stated preferences.

## I INTRODUCCIÓN

En este artículo se realiza un estudio de la situación del transporte en la ciudad y se da una propuesta para desestimular el uso del vehículo particular en la ciudad de Medellín por medio de restricciones, en especial la de *pico y placa*, para dar una solución a los problemas de congestión que se presentan en ésta, con base en el estudio de un barrio específico (Laureles). Se plantean soluciones sostenibles al problema de la expansión urbana, enfocadas a la reducción del uso del vehículo particular (masivo y de mediana capacidad) por medio de la aplicación de la restricción de pico y placa en la ciudad para mejorar los tiempos de desplazamiento sobre los principales corredores viales, desincentivar el uso del vehículo particular y aumentar el uso del transporte público.

Se explica la modalidad de preferencias declaradas en encuestas, y se realizan 100 de ellas en el barrio Laureles sobre la restricción para ver cómo sería el comportamiento de las personas frente a diversas situaciones que se les presenten a la hora de la restricción de *pico y placa*. Se hace un estudio sobre la disposición a pagar un peaje para levantar la restricción de *pico y placa* en el día que el conductor se ve afectado por la restricción o si es más favorable dejar el carro en casa.

Como parte final del trabajo se muestran los resultados obtenidos por medio de las encuestas, en los cuales se presenta el comportamiento hipotético de las personas frente a este hecho y se sacan las respectivas conclusiones y recomendaciones.

## 2 EL PICO Y PLACA POR CONGESTIÓN EN MEDELLIN

El *pico y placa* es una medida operativa de una autoridad de tránsito para la restricción de circulación de automóviles durante ciertas horas, de acuerdo con el dígito final de su placa. En la actualidad en la ciudad de Medellín, con 2,4

millones de habitantes que viven en un contexto metropolitano de 3,2 millones de personas, el aumento de los automotores tanto de particulares como de servicio público ha generado un congestionamiento en las vías de la ciudad y sus alrededores donde en las horas pico es casi imposible transitar, ya que se desplazan más de 500.000 automotores diariamente en la ciudad. El parque automotor crece sin cesar: particulares y taxis nuevos llegan a acompañar a los vehículos ya existentes, y a los de servicio público que llevan circulando más de 20 años por la ciudad.

El resultado, además de la congestión, es el aumento del ruido y de la contaminación de las calles. La congestión se forma, sobre todo a las horas pico, de 7:00 a.m. a 9:00; de 11:30 a.m. a 2:00 p.m. y de 5:00 p.m. a 7:30 p.m en la avenida Oriental; en la avenida Regional, en sentido norte-sur y en sentido sur-norte; en toda la avenida 80; en la calle 44 (San Juan) desde la avenida del Ferrocarril hasta la avenida 80; y en la calle 50 (Colombia) desde la avenida Oriental hasta la avenida 80.

En la ciudad, los usuarios de transporte público tienen un tiempo de viaje promedio de 35 minutos con distancia de viaje media de 8,75 kilómetros. En general los tiempos de viaje de los usuarios dependen de las velocidades en la red de transporte público, las cuales oscilan entre los 5 y los 26 Km/h. Las velocidades más bajas se presentan en el sector del centro de la ciudad, con valores entre 5 y 13 Km/h, situación debida a la congestión vehicular en la zona céntrica y a la convergencia de la totalidad de las rutas a esta zona (González y Ospina, 2004).

Según el *Anuario estadístico de Antioquia de 2007*, la tasa de crecimiento promedio del parque automotor en los últimos 16 años ha sido de 6.4% anual, en los últimos 10 años ha sido de 8.2% anual y en los últimos 5 años ha sido aproximadamente de 7.5% anual. La saturación de algunos sectores de la red vial metropolitana se debe principalmente

al acelerado crecimiento del parque automotor, al lento crecimiento de la oferta de capacidad del sistema vial arterial, a la atomización del transporte público colectivo de pasajeros (microbuses y taxis) y al inadecuado uso de las vías. Esto sin ignorar otros motivos de menor importancia en el ámbito de ciudad, pero que adquieren relevancia a escala zonal, como las unidades urbanísticas cerradas, la falta de continuidad vial, la presencia de centros comerciales, etc.

Adicionalmente, esta saturación vial ha llevado a unos niveles de contaminación ambiental preocupantes que requieren atención inmediata. Según González y Ospina (2004), las áreas con más grandes concentraciones de empleo en Medellín parecen bien atendidas por sistemas de bus, éstas son zonas de alta densidad, donde se entremezclan el sector laboral, el comercio, el entretenimiento y áreas residenciales cercanas. Las tendencias generales revelan que, sin tener en cuenta dónde viva la gente, la tendencia a utilizar transporte es más alta cuando se trata de ir a estas zonas o lugares. Por otra parte, los servicios de transporte parecen atraer a sus estaciones o a sus destinos finales aún más intenso uso urbano, mezclado con oficinas, comercio, apartamentos y casas. El transporte puede ofrecer alternativas y rehacer el uso de los suelos en centros urbanos, pero no es una cura para los niveles de congestión; hasta las regiones urbanas con buenos sistemas de transporte permanecen congestionadas.

Usualmente la congestión relacionada con el desplazamiento a lugares de trabajo es el aspecto clave en lo que respecta al tema de la congestión. Zonas con altas concentraciones del sector laboral crean más uso de transporte, hasta para los empleados que se desplazan desde sectores suburbanos lejanos. Es el ambiente de desarrollo comercial, más que el residencial, el que, por lo general, crea la congestión, en primer lugar. Por ejemplo, la construcción de centros comerciales en una ciudad genera atracción de vehículos en sus primeros me-

ses de funcionamiento por su inauguración, pero con el paso del tiempo se equilibra con el resto del tránsito de la ciudad; esto depende mucho de la ubicación y los usos del suelo.

Concebir un plan de acción es un difícil desafío. La elección del suelo, su uso, la inversión, el transporte en esa área son decisiones permanentes, y sus efectos son difíciles de echar atrás. Se presenta la ardua tarea de persuadir a los ciudadanos a pagar por algo cuyos beneficios se verán mucho tiempo después. El problema es el sistema que patrocina el patrón de crecimiento en expansión y que implica que sus habitantes tengan total dependencia de los vehículos particulares. El aspecto fundamental es ofrecer alternativas para mejorar la accesibilidad. La congestión, en gran parte, tiene que ver con el número de personas tratando de tener acceso a destinos populares, sea para trabajo, gestiones o entretenimiento. Desde este enfoque, el *pico y placa* no deja de ser una medida paliativa de un problema que tiene sus raíces en algo más complejo como es la localización de las actividades, el uso del suelo, en fin, el ordenamiento territorial (González et al., 2007).

### 3 METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO DE USUARIOS DEL TRANSPORTE URBANO

#### 3.1 Preferencias declaradas

Para el análisis de las distintas estrategias de solución a la congestión vehicular, se hace necesario aplicar diferentes metodologías, entre las cuales aparece un método tradicional que es de preferencias reveladas y, además de éste, existe el de preferencias declaradas el cual fue el que se aplicó en el presente estudio.

Las observaciones sobre de preferencias reveladas son aquellas elecciones hechas realmente por las familias. Estos datos recogidos mediante

encuestas origen/destino pueden usarse para estimar los parámetros en los modelos sobre las preferencias residenciales, y tienen un alto grado de validez al representar el comportamiento actual. Sin embargo, sufren de una cantidad de defectos. Los datos revelados describen las elecciones que las familias hacen, y no sus verdaderas preferencias. En contraste, las observaciones sobre las preferencias declaradas pueden obtenerse llevando a cabo experimentos relativamente poco costosos en los que a los encuestados se les presentan alternativas hipotéticas y se les pregunta por sus preferencias (Hunt et al., 1994). La estructura de los datos puede ser controlada para evitar correlaciones, y los individuos que toman parte en los experimentos no son influenciados por las limitaciones de los bienes de la vida real. Es claro que el interrogante permanece: aquellos que están participando en una elección hipotética ¿se comportarán de la misma manera que lo declaran en la encuesta sobre la situación hipotética?

Los métodos de preferencias declaradas (MPD) se refieren a una familia de técnicas, las cuales consisten en el establecimiento de respuestas individuales acerca de las preferencias en diferentes opciones de transporte para estimar unas funciones de utilidad. Las opciones son típicamente descripciones de situaciones de transporte o contextos construidos por el investigador. Por su naturaleza, los MPD requieren un diseño del estudio con sus propósitos para la recolección de datos.

El uso de los MPD en conjunto con los MPR ofrecen una solución atractiva, la cual evita el problema de que la intención del comportamiento establecido sea diferente a lo que vaya a resultar típicamente con este tipo de aproximación. Los MPD son usados inicialmente para estimar la relación de equilibrio en la función de utilidad y entonces los métodos revelados se usan para escalar la función de utilidad y obtener un modelo que sea consistente con los MPR. El primer paso en el diseño de un ejercicio de MPD es la definición de las variables o

factores de interés y de los valores o niveles de esos factores que son necesarios para ser evaluados por las personas que van a responder. Otro importante resultado en el diseño de los MPD es la escogencia del contexto del experimento y la escala de medida para las variables. Los MPD tradicionales proveen una serie de descripciones de alternativas y preguntas que expresen las preferencias ordenando las alternativas en orden decreciente de preferencia, o dando un valor o rango para cada una de ellas. En los desarrollos más recientes de experimentos de escogencias, las personas que responden se les ofrecen combinaciones de pocas alternativas de 2 a 5 alternativas y se les pregunta que expresen sus escogencias, ya sea indicando una alternativa escogida o asignándoles subjetivamente probabilidades de escogencia a cada una de ellas (Ortúzar, 2000). La escogencia de un experimento particular, de un diseño particular es el próximo paso en el diseño del estudio de preferencias declaradas. En principio el diseño experimental es definido por las escogencias hechas previamente por quien diseña el producto descrito cuando el número de factores o niveles de los factores son conocidos y la función de utilidad en el contexto de evaluación ha sido especificada, los diseños experimentales ya están más o menos definidos (González y Ospina, 2004).

### 3.2 Encuesta a usuarios del transporte urbano usando MPD

Se eligió para el estudio de los MPD el barrio Laureles, ya que es un barrio representativo de las zonas con mayor posesión de automóviles en la ciudad y, por lo tanto, contribuye en gran medida a la congestión.

Se tomó un plano del barrio en estudio (ver figura 1) y se observó que es un barrio con vías cercanas bastante representativas de la ciudad como lo son la avenida 80 y la calle 33. Los barrios que rodean a Laureles son: Bolivariana, Lorena, Las Acacias, La Universidad Pontificia Bolivariana y El Nogal.

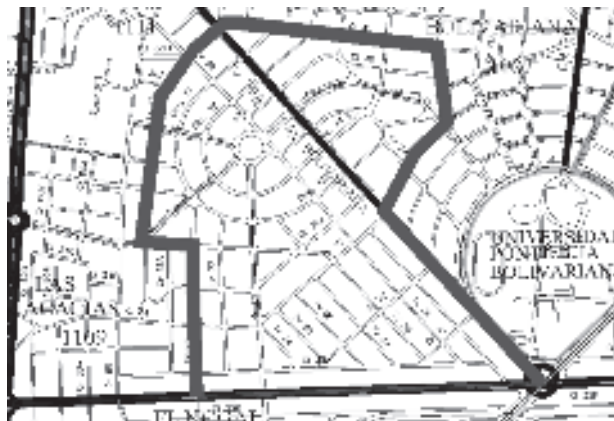


Se tomaron todas las manzanas del barrio y se separaron en dos bloques principales divididos por la avenida Bolivariana y se le dio un número a cada manzana, en total 69 manzanas. Como se observa en la figura 2 los diferentes manzanas están ubicadas entre transversales, diagonales, circulares, calles y carreras. Esto es particular de Laureles.



**Figura 1.** El barrio Laureles y sus alrededores

Fuente: Planeación Municipal



**Figura 2.** División cartográfica de Laureles

Fuente: Planeación Municipal

Como se tenía el barrio separado por bloques, se hizo el mismo número de éstos representados por números y se realizó el siguiente procedimiento estadístico para obtener números aleatorios: un encuestador sacaba un papel con un número

(había 69 papeles de una bolsa) y se dirigía al bloque que le correspondía, y sacaba otro papel de otra bolsa con los números del 1 a 40, y de acuerdo con esto se iba a la casa o edificio que le correspondía, contando de izquierda a derecha en la cuadra que se encontrara para así determinar el lugar para aplicar la encuesta en dicho bloque de manera aleatoria. Una vez ahí el encuestador aplicaba la encuesta con el fin de conocer cómo es la movilidad de los habitantes de la ciudad ante la restricción de *pico* y *placa* y detectar las preferencias de los viajeros ante nuevas situaciones hipotéticas de restricciones, racionamiento y/o modalidades de viaje (González y Ospina, 2004).

### 3.2.1 Cálculo del tamaño muestral

Cada estudio tiene un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que se pretende con una seguridad aceptable y el mínimo esfuerzo posible. Se basa en el error estándar, que mide el intervalo de confianza de cada parámetro que se analiza (media aritmética, porcentaje, diferencia de medias, etc.). La precisión estadística aumenta (el error estándar disminuye) cuando el tamaño muestral crece. Se puede aplicar la siguiente fórmula para el cálculo del tamaño muestral (si el muestreo es aleatorio y el tamaño de la población es conocido: caso de estudio):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

donde:

- N = Total de la población
- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$
- p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)
- q = 1 - p (en este caso 1-0.5 = 0.5)
- d = precisión (en este caso deseamos un 10%).

En el caso estudiado, el barrio Laureles se encuentra localizado en la comuna 11, de acuerdo con la división de Medellín. Cuenta aproxima-

damente con 3.522 viviendas distribuidas en 69 manzanas y 12.000 habitantes. Como se conoce el tamaño de la población, se utiliza la opción de calcular el tamaño muestral por medio de la fórmula del Tamaño de la población conocido. Como la población objetivo es la de conductores en el barrio Laureles, se tomó un valor de 3500 conductores, suponiendo un promedio de un conductor por vivienda. Al reemplazar en la anterior ecuación, se halló  $n=95$ , éste es el número mínimo de encuestas

a realizar para que el estudio sea representativo, por lo que se decidió realizar un valor superior, de 100 encuestas a conductores.

### 3.2.2 Formato encuesta

Se hizo una prueba piloto a 10 personas del barrio y al aplicarles la encuesta se encontró que ellos entendían claramente cada una de las preguntas formuladas.

El formato de la encuesta fue el siguiente:

Municipio de Medellín Barrio Laureles Universidad Nacional -Sede Medellín	<b>Encuesta domiciliaria</b> Preferencias declaradas	Encuesta No. Encuestador: Fecha: Día:
--	---	--

1. Cuál es su lugar (barrio) de destino en su viaje habitual entre 6-8am?
2. ¿Si se aplica *pico y placa* en las hora pico de la mañana (6-8 a.m.) y en la tarde de (5-7pm), teniendo en cuenta las siguientes opciones para ir a su lugar de destino con su respectivo costo y tiempo, usted qué haría ?

a.

Irse con otra persona en carro	
Bus actual	

b.

Bus actual	
Taxi	

c.

Irse con otra persona en carro	
Taxi	

d.

Irse con otra persona en carro	
Taxi y metro	

e.

Bus actual	
Taxi y metro	

f.

Taxi	
Taxi y metro	

g.

Otro. Cuál _____	
------------------	--

Nota: En las preguntas 1d, 1e y 1f no aplica en caso de viaje interno en el barrio.

3. Si para usted es absolutamente necesario el uso de su vehículo particular, ¿estaría dispuesto a pagar una tarifa para poder transitar en la ciudad el día que le corresponde *pico y placa*?

Sí\_\_ No\_\_

En caso afirmativo pagaría:

15.000/día Sí\_\_ No\_\_

10.000/día Sí\_\_ No\_\_

5.000/día Sí\_\_ No\_\_

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

La primera pregunta es abierta, en donde el usuario de automóvil da a entender a qué sitio se dirige en la hora pico de la mañana.

La segunda pregunta, que contiene 7 numerales, es la más importante de la encuesta, ya que le muestra a la persona unas situaciones hipotéticas en donde sólo puede usar dos modos de transporte para ir a su sitio de destino con su respectivo costo y tiempo; se le presentan al usuario del vehículo particular la elección de parejas de opciones de *pico* y *placa*, debido a que en los MPD se utiliza esto para ver incoherencias en las respuestas y, además, facilita la respuesta a elegir entre sólo dos opciones que es más sencillo que elegir entre varias. Para ello se obtuvo la tabla de costos y tiempos de viaje desde Laureles a otros barrios de la ciudad (ver tabla 1). Ésta se construyó previamente a la encuesta teniendo en cuenta el siguiente procedimiento: se tomaron los principales barrios de la misma y se

midió la distancia entre Laureles y el barrio, esta distancia se multiplicó por un factor de 1.4 debido al zigzag de las vías (la distancia entre barrios no es en línea recta) y se calculó el tiempo de recorrido de acuerdo con la velocidad promedio de los vehículos en hora pico: taxis 25Km/h, bus 15 km/h, Metro 38km/h. El precio del taxi se calculó en el precio por cada 90m de recorrido más el banderazo inicial. El precio del bus en el valor promedio al igual que el Metro con un tiquete sencillo.

Se le mostró a cada usuario el tiempo aproximado que se demoraría en ir a su sitio habitual en cada modo de transporte y el rango del costo que le valdría en taxi, ya que en bus y Metro la tarifa es fija. Para cada numeral se le pedía que mirara la tabla y de acuerdo con el costo, el tiempo y otros factores como comodidad y seguridad eligiera cuál de las dos opciones escogería para ir a su lugar de destino.

**Tabla 1.** Tiempos y costos aproximados de viajes de usuarios a su sitio habitual de destino

DE LAURELES AL BARRIO	DISTANCIA (m)	TIEMPO TAXI (min)	VALOR TAXI Valor mínimo	VALOR TAXI Valor máximo	TIEMPO BUS (min)	TIEMPO TAXI+METRO (min)	VALOR TAXI+METRO
Barrio (Ej. BELÉN)	5955	20	\$ 5,500	\$ 6,000	43	23	\$ 3,500

Fuente: el Autor

El último numeral (g) era una pregunta abierta para ver si la persona respondía con otra alternativa a las propuestas como, por ejemplo, cambiar el horario de trabajo, comprar otro vehículo, etc.

La pregunta tres da alusión a, si para el usuario del automóvil es absolutamente necesario el uso de su vehículo particular, éste estaría dispuesto a pagar una tarifa para poder transitar en la ciudad el día que le corresponde *pico* y *placa*. Y en caso afirmativo pagaría una tarifa de \$15.000/día, \$10.000/día, o de \$5.000/día para que se levante la restricción. Esta es una especie de medida de la disposición a pagar un peaje urbano en horas pico por transitar en esas horas.

Ya habiendo encuestado a la población, se procedió a tabular las encuestas, para ver cuál es la información que se obtuvo en éstas. Se analizaron los resultados para extraer conclusiones y evaluar su impacto en la movilidad global.

### 3.3 Resultados encuesta a usuarios del transporte urbano usando MPD

Al aplicar las 100 encuestas domiciliarias en el barrio Laureles utilizando MPD se encontró lo siguiente referente a las preferencias de las personas a la hora de responder a ciertas situaciones hipotéticas que se les presentaban.



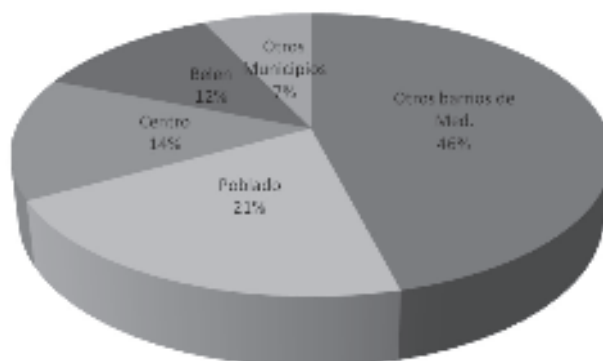
Se encontró que Laureles es un barrio altamente motorizado por lo que es un barrio candidato a estudiar posibles estrategias tarifarias y/o racionamiento del uso del vehículo particular por la aplicación de *pico y placa*, porque contribuye en gran medida a la congestión. Esto es lo que se había planteado y fue confirmado a la hora de hacer la encuesta, ya que en la gran mayoría de los hogares encuestados (90%) había por lo menos un automóvil particular. También es de destacar que en Laureles en general no hay problemas de congestión: se tienen vías bastante amplias, donde fácilmente pueden estar parqueados carros a ambos lados de la vía y queda suficiente espacio para transitar. Lo que sucede es que los usuarios del vehículo particular son participantes en la congestión en otras vías a las que tienen acceso cuando salen del barrio, por ejemplo, cuando se dirigen al barrio El Poblado.

Se pudo observar que las personas en general no están de acuerdo con la restricción vehicular de *pico y placa*, ya que las afecta directamente y están demasiado acostumbradas al carro particular, pues, según ellos, es una comodidad que ya les es propia, aunque sea más lento y costoso que otros medios de transporte.

Al aplicar la encuesta utilizando MPD se encontró lo siguiente:

### 3.3.1 Lugar de destino

En general, en la figura 3 se puede observar que el 21% de las personas encuestadas se dirigen a El Poblado, el 14% se dirigen al centro de la ciudad, el 12% a Belén, el 7% a otros municipios aledaños como Itagüí, Sabaneta, Envigado, Bello, etc., y el resto (46%) a otros barrios de la ciudad en la hora pico de la mañana (6-8 am)



**Figura 3.** Destinos habituales de los conductores de Laureles en la hora pico de la mañana

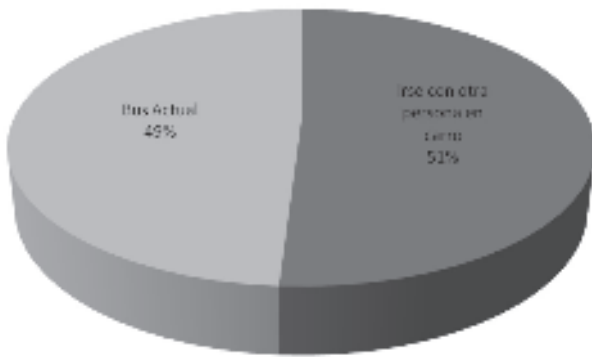
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2 Restricción de *pico y placa*

Se puede observar, además, con la encuesta que dadas unas condiciones hipotéticas de que exista *pico y placa* y sólo se tengan dos opciones, las personas eligen una de las dos opciones de acuerdo con su respectivo costo, tiempo, comodidad y seguridad para dirigirse a su lugar habitual de destino. A muchas personas no les interesa tanto el costo, pero sí la seguridad y la comodidad, y llegar a tiempo.

### 3.3.3 Irse con otra persona en carro o irse en bus actual

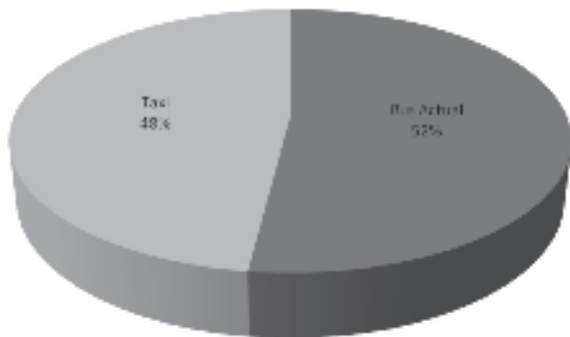
Al preguntarle al usuario de vehículo particular si prefería irse con otra persona en carro o irse en bus actual a su lugar de destino y teniendo sólo estas opciones con sus respectivos costos, tiempos, seguridad y comodidades, se puede observar en la figura 4 que las proporciones son muy similares: 51% prefiere irse con otra persona en carro ya que tiene alguien quien lo lleve y el 49% prefiere irse en bus actual, porque lo prefiere o porque no tiene alguien que lo lleve por seguridad.



**Figura 4.** Dado *pico* y *placa*, preferencias de usuarios del vehículo particular entre irse con otra persona en carro o irse en bus actual  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4 Irse en bus actual o irse en taxi

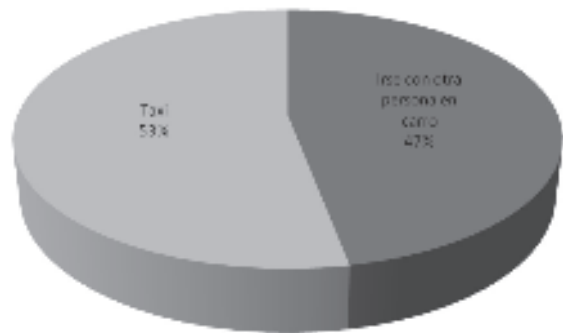
Al preguntarle al usuario de vehículo particular si prefería irse en bus actual o irse en taxi a su lugar de destino y teniendo sólo estas opciones con sus respectivos costos, tiempos, seguridad y comodidades, se puede observar en la figura 5 que las proporciones son muy similares, ya que un 52 % prefiere irse en bus porque el servicio es bueno y el 48 % prefiere irse en taxi porque es más rápido, cómodo y hay menos probabilidad de un atraco.



**Figura 5.** Dado *pico* y *placa*, preferencias de usuarios del vehículo particular entre irse en bus actual o irse en taxi.  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.5 Irse con otra persona en carro o irse en taxi

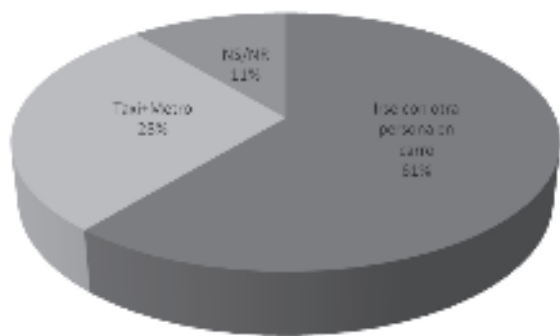
Al preguntarle al usuario de vehículo particular si prefería irse con otra persona en carro o irse en taxi a su lugar de destino y teniendo sólo estas opciones con sus respectivos costos, tiempos, seguridad y comodidades, se puede observar en la figura 6 que hay un poco más de preferencia de irse en taxi, pues un 47% prefiere irse con otra persona en carro porque tiene alguien quien lo lleve y no hay que pagar y el 53% prefiere irse en taxi, y la seguridad es muy similar en ambos casos.



**Figura 6.** Dado *pico* y *placa*, preferencias de usuarios del vehículo particular entre irse con otra persona en carro o irse en taxi  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.6 Irse con otra persona en carro o irse en taxi y metro

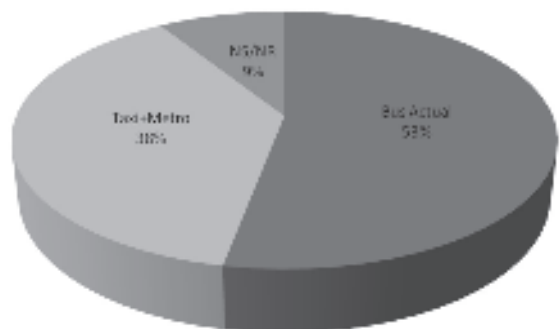
Al preguntarle al usuario de vehículo particular si prefería irse con otra persona en carro o irse en taxi y Metro a su lugar de destino y teniendo sólo estas opciones con sus respectivos costos, tiempos, seguridad y comodidades, se puede observar en la figura 7 que hay una preferencia marcada de 61% de irse con otra persona en carro pues tiene a alguien quien lo lleve, y es mucho más cómodo y rápido; hay un 28% que prefiere irse en taxi y Metro, y un 11% no sabe o no responde ya que puede que no le sirva el Metro.



**Figura 7.** Dado *pico* y *placa*, preferencias de usuarios del vehículo particular entre irse con otra persona en carro o irse en taxi y Metro  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.7 Irse en bus actual o irse en taxi y metro

Al preguntarle al usuario de vehículo particular si prefería irse en bus actual o irse en taxi y Metro a su lugar de destino y teniendo sólo estas opciones con sus respectivos costos, tiempos, seguridad y comodidades, se puede observar en la figura 8 que más de la mitad prefieren irse en bus actual (53%) ya que no significaría hacer un trasbordo y sale más económico, hay un 38% que prefiere irse en taxi y Metro porque hay más seguridad que en el bus y un 9% no sabe o no responde porque puede que no le sirva el Metro.



**Figura 8.** Dado *pico* y *placa*, preferencias de usuarios del vehículo particular entre irse en bus actual o irse en taxi y Metro  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.8 Irse en taxi o irse en taxi y Metro

Al preguntarle al usuario de vehículo particular si prefería irse en taxi o irse en taxi y Metro a su lugar de destino y teniendo sólo estas opciones con sus respectivos costos, tiempos, seguridad y comodidades, se puede observar en la figura 9 que la gran mayoría prefieren irse en taxi (57%) ya que es mucha más la comodidad, no hay que hacer trasbordos ni estar de pie; hay un 32% que prefiere irse en taxi y Metro porque puede ser más rápido en hora pico y el Metro no sufre de congestión del tráfico vial; y un 11% no sabe o no responde porque puede que no le sirva el Metro por tratarse de un viaje interno al barrio o a un sitio donde no le sirva el Metro.

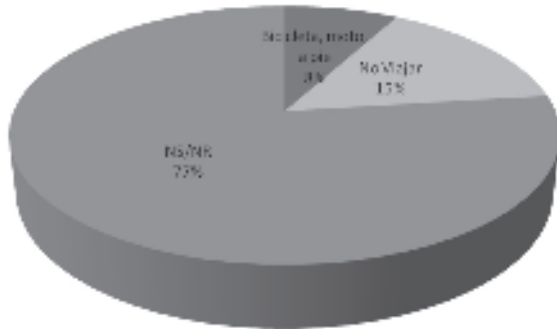


**Figura 9.** Dado *pico* y *placa*, preferencias de usuarios del vehículo particular entre irse en taxi o irse en taxi y Metro  
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.9 Otras opciones

Se le preguntó al usuario de vehículo particular que, fuera de las opciones dadas, si tenía una opción para el día que le correspondiera *pico* y *placa*. Se puede observar en la figura 10 que muchos contestaron que no se les ocurría nada (77%); sin embargo, un gran número (23%) dio otras opciones tales como no viajar en esa hora, cambiar su horario, comprar otro vehículo o simplemente viajaría otro día (15%); el restante 8% afirmó que utilizaría bicicleta, que utilizaría moto, o caminaría ya que hace tiempo que no camina y en realidad para ellos son distancias cortas a su lugar de destino y no se justificaría tomar

un taxi, sería para algunos colaborar con el medio ambiente y caminar como lo hacían antes.



**Figura 10.** Otras opciones frente a la restricción vehicular de *pico y placa*

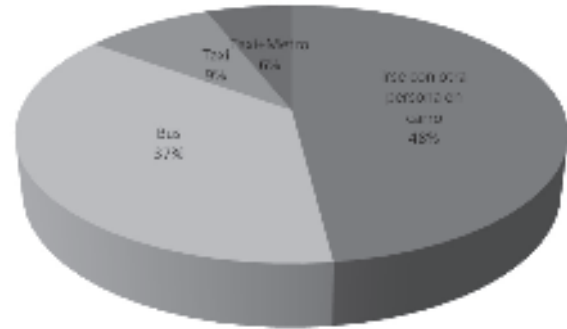
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.10 Mejor opción definitiva elegida frente al *pico y placa*

Se puede observar en la figura 11 que a los usuarios del vehículo particular no les gusta la idea del *pico y placa*, pero harían algo para viajar, preferiblemente escogerían la opción de irse con otra persona en carro, si la tiene (48%) por la comodidad del vehículo particular; luego escogerían la opción del bus (37%) ya que es un servicio bueno aunque con un poco de inseguridad. El 9% iría a su lugar de destino sólo en taxi por la comodidad y seguridad que se tiene y el 6% restante se iría en taxi y Metro aunque eso implicara trasbordo ya que les toca desplazarse grandes distancias. Ahora, si los que desean irse con otra persona en carro no pueden lograrlo debido a que esas personas tienen *pico y placa*, y asumimos que sea un 20% como la probabilidad de estar restringido, un 20% del 48% tendría que optar por la segunda opción que es el taxi (en la encuesta la segunda opción para los que elegían irse con otro era el taxi).

En resumen, el taxi captaría un 9.6% por los que no se puedan ir con otra persona, un 9% que lo tienen como primera opción y un 6% que lo

utilizan como una etapa para llegar al Metro, es decir, que en total un 24.6% utilizaría taxi.



**Figura 11.** Mejor opción definitiva elegida frente al *pico y placa*

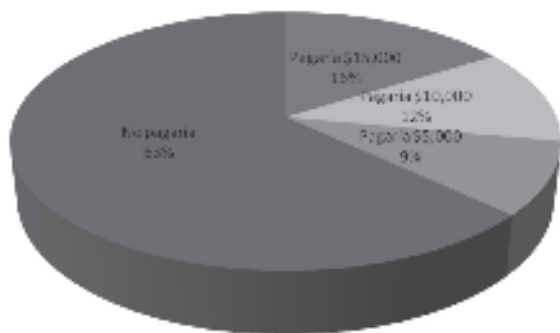
Fuente: elaboración propia.

### 3.3.11 Tarifa para poder transitar el día que le corresponde *pico y placa*

Para muchas personas es absolutamente necesario el uso del vehículo particular (Sarmiento y Robusté, 1999). Muchos de los encuestados decían que no dejaban el carro aunque los multaran, ya que ellos hacían demasiadas vueltas en su carro particular durante el día. Para otras personas sería un abuso del gobierno, ya que afirman que esa plata es para que los políticos se la malgasten y que no se debe pagar para contribuir a la descongestión de la ciudad a las horas pico, que todos deberíamos colaborar.

Al realizarle esta pregunta a los usuarios del vehículo particular se puede observar en la figura 12 una gran respuesta negativa de pagar la tarifa por transitar el día que le corresponde la restricción vehicular (63%), el resto (37%) afirmó que sí pagaría una tarifa por transitar debido a sus múltiples ocupaciones. Se les preguntó primero si pagarían \$15.000 por transitar ese día, a lo cual un 16% respondió que sí, a los que respondieron que no a esa pregunta se les preguntó si pagarían \$10.000 y 12% ahora respondió que sí y, por último, los que dijeron que no a la tarifa de \$10.000

(9%) accedieron a pagar \$5.000 por transitar en el día que le correspondiera el *pico y placa*.



**Figura 12.** Tarifa para poder transitar el día que le corresponde *pico y placa*

Fuente: elaboración propia.

En general se puede observar que los usuarios del vehículo particular no les gusta la idea del *pico y placa*, pero, tocándoles harían algo para mejorar la situación de caos del transporte en la ciudad, preferiblemente irse con otra persona en carro si lo tiene, y colaborando ellos a las otras personas para transportarlos cuando les toque a ellos. Afirman que el servicio de bus es bueno, sólo que la inseguridad le ha jugado un mal partido al transporte público, pero se podría volver a restablecer y sería mucho más económico, junto con el Metro, que el taxi, ya que algunas distancias son largas y es mejor hacer un trasbordo que pagar una gran cantidad de dinero para demorarse prácticamente el mismo tiempo que usando es transporte público.

Un 37% de los encuestados estaría dispuesto a pagar mínimo \$ 5.000 por transitar el día que le corresponda *pico y placa* (si está dispuesto a pagar \$ 10.000 o \$ 15.000, también está dispuesto a pagar \$ 5.000) si se aplica esto en un año, es decir, en un período de 50 semanas y con 250.000 vehículos se tiene un ingreso por año de 23.125.000.000. Se sabe que un km de Metroplus vale aproximadamente 3.5 MUSD, es decir aproximadamente 7.000.000.000 de pesos y como el Municipio aporta el 30% para las obras públicas se podrían

construir aproximadamente 9 km de Metroplus en un año aproximadamente.

Por otro lado, la gasolina cada día está más costosa, por lo que gran número de usuarios afirmó que es buena idea dejar el carro guardado tan siquiera un día de la semana, y hacer como la gente común que se desplaza en servicio de transporte público como lo hacen en grandes ciudades como New York o París (Sarmiento y Robusté, 1999).

### 3.3.12 Análisis de la aplicación del *pico y placa*

Al hacer un análisis del incremento de vehículos en la ciudad versus la efectividad del *pico y placa* en un período de tiempo, esta medida se vuelve obsoleta por el incremento anual de vehículos que se presenta en la ciudad, por lo que es una medida temporal.

Si se tiene en cuenta un flujo homogéneo, donde la medida de *pico y placa* reduce en teoría en un 20% el flujo vehicular pero a la vez en promedio el parque automotor aumenta cada año aproximadamente un 6-7%, la medida está permitiendo circular más o menos el 85% de los vehículos, es decir, la medida sólo reduce aproximadamente el 15% del flujo vehicular. Además, hay que tener en cuenta que a varios vehículos oficiales, ambulancias, entre otros, no se les aplica la medida restrictiva. Teniendo en cuenta lo anterior se procede al siguiente análisis:

Si existen aproximadamente 262.166 vehículos particulares en la ciudad y se aplica el *pico y placa* para reducir el número de vehículos particulares en un 20%, y se da un crecimiento anual del 7.2% en el número de vehículos particulares por año, se puede observar en la tabla 2 el crecimiento de vehículos particulares que circulan en horas pico, del año 0 parte de 209733 vehículos a 259099 en el año 3 (4 años después), casi el mismo número inicial de automotores que generaban congestión en la ciudad (259099 frente a 262166). Por tanto,



a partir del año 4 (año 2008) se debe hacer un incremento en la restricción al 40% y se muestra el comportamiento en la tabla 3.

**Tabla 2** Incremento de vehículos particulares por año que circulan dado el *pico y placa* (restricción del 20%)

Año	Vehículos/año	Vehículos que pueden transitar en el pico y placa
0	262166	209733
1	281304	225043
2	301839	241471
3	323874	259099
4	347516	278013

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3** Incremento de vehículos particulares por año que circulan dado el *pico y placa* (restricción del 40%)

Año	Vehículos/año	Vehículos que pueden transitar en el pico y placa
5	347516	208510
6	372885	223731
7	400105	240063
8	429313	257588
9	460653	276392
10	494280	296568
11	530363	318218
12	569079	341448

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar como el número de vehículos se incrementa de nuevo, y cuando se llega a un 50% de restricción, es decir, cuando sólo pueden salir a circular por la vías los vehículos particulares con placas pares o impares ya no es efectiva la medida, ya que las personas compran otro carro con placa distinta a la que tienen y siguen saliendo a hacer la misma congestión que se hacía antes. Se puede afirmar, entonces, que el crecimiento de vehículos automotores reduce con el tiempo la

efectividad de la medida de los sistemas tarifarios (González et al., 2007).

Los efectos del exceso de vehículos en la ciudad son incalculables desde una dimensión pública. Se reflejan no sólo en una mayor congestión vehicular que implica mayores tiempos en los desplazamientos en algunos sectores. También en más contaminación atmosférica por fuentes móviles y mayor uso de combustibles (Salazar y García, 2004). Por si fuera poco, la mayor circulación implica, a su vez, un mayor deterioro de las vías y de esta manera mayores recursos para financiar sus reparaciones. De igual forma, los excesos de oferta de transporte público generan menores posibilidades de conseguir el ingreso diario a quienes dependen de estas actividades, además, la accidentalidad en las vías se incrementa y genera mayores costos en la administración de tránsito, compañías de seguros y el sistema judicial.

La restricción por sí sola no resuelve la crisis de la circulación en la ciudad que se origina en el exceso de vehículos, la falta de personal para controlar el flujo automotor y la ausencia de una cultura ciudadana en los conductores. Pero por alguna parte se debe empezar, para acabar con el insufrible desorden en las vías. Con un buen sistema de transporte masivo en la ciudad la medida puede dar resultados.

Sin transporte masivo como soporte de una política de *pico y placa* generalizada, se puede llegar, incluso, a generar mayores estímulos y mayores presiones para crear nuevas licencias de circulación de taxis en la ciudad, impulsar el uso de los llamados taxis “piratas” y, en general, deteriorar aún más la calidad del servicio. Con pocos taxis, pocos vehículos particulares, pocos buses y busetas y sin transporte masivo la situación es perfecta para generar un espacio caótico en el sistema de transporte. En las circunstancias actuales, cuando el proyecto para dar solución a las deficiencias del transporte masivo en la ciudad sigue siendo eso, un proyecto del que además no se tiene una solu-



ción concreta a la vista, el remedio del *pico y placa* generalizado corre el riesgo de convertirse en un remedio peor que la enfermedad si no se maneja adecuadamente (González et al., 2007).

#### 4 CONCLUSIONES

- La medida afecta directamente al usuario del transporte privado ya que lo priva un día a la semana de usar su vehículo y él tiene que buscar la manera de ir a su lugar de destino sin usar su vehículo. Al hacer esto tiene que recurrir a otros modos de transporte que al principio le pueden resultar incómodos, pero a largo plazo no lo hacen tanto. El usuario se va a ver beneficiado ya que los otros cuatro días que utilice su automóvil va a haber un 20% menos de carros en las vías por las que transita y por lo tanto la velocidad aumentará y el tiempo disminuirá. Además, se está contribuyendo al medio ambiente al disminuir un poco la contaminación.
- En general se puede observar que en la hora pico de la mañana (6-8 am) el 21% de las personas encuestadas (conductores) se dirigen a El Poblado, el 14% se dirigen al centro de la ciudad, el 12% a Belén, el 7% a otros municipios aledaños como Itagüí, Sabaneta, Envigado, Bello, etc. y el resto (46%) a otros barrios de la ciudad.
- Las opciones elegidas por los usuarios del vehículo particular son las siguientes frente a la situación hipotética de aplicar *pico y placa* en Medellín: irse con otra persona en carro, si la tiene (48%), bus (37%) taxi (9%), taxi y Metro (6%). Si las personas no pueden irse con otra persona porque también tiene *pico y placa*, el porcentaje de uso de taxi podría aumentar a más de 18% que junto con los que van en Metro suman más del 24%.

- Se puede afirmar que el crecimiento de vehículos automotores reduce con el tiempo la efectividad de la medida del *pico y placa*; a diez años esta medida sería obsoleta, por lo que es una medida temporal. En la actualidad (2008) ya habría que aumentar la medida restrictiva al 40% de los vehículos.
- El *pico y placa* puede combinarse con la posibilidad de pagar un peaje urbano por circular en horas pico para aquellos que quieran evitar la prohibición de circular. Eso puede generar unos ingresos importantes a la Administración municipal que servirían para financiar nuevas calzadas del sistema de buses Metroplús.
- Los beneficios que se han logrado con la aplicación de la restricción vehicular en la ciudad son: desestimular el uso del transporte particular para los días que le corresponda restricción con la correspondiente mejora en los tiempos de viaje, disminuir los riesgos de accidentalidad y reducir de la contaminación.
- Para aplicar el *pico y placa* se necesita ofrecer opciones diferentes como un transporte público accesible y seguro u ofrecer estructuras que permitan utilizar modos no motorizados como ir caminando o ir en bicicleta.
- Medellín necesita cambiar su forma de administrar y decidir el futuro de su circulación vehicular. El esfuerzo tiene que dirigirse también a crear cultura ciudadana entre los usuarios del espacio público. De lo contrario, el caos no podrá ser vencido.

#### REFERENCIAS

- GONZÁLEZ, C., OSPINA, F., (2004). Estrategias tarifarias y/o uso del vehículo particular por medio del sistema de restricción del pico y placa con aplicación a algunas zonas de Medellín. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

- GONZÁLEZ, C.; SARMIENTO, I y OSPINA, F. (2007). Evaluación de la medida de *pico y placa* en Medellín. VIII Simposio Colombiano de Ingeniería de Tránsito y Transporte. Popayán.
- HUNT, J.D. Y OTROS. (1994). Stated Preference Investigation of Influences on Attractiveness of Residential Locations. *Transportation Research Record*, (1466): 79-87.
- ORTÚZAR, Juan de Dios. (2000). Modelos de demanda de transporte. 2ª Edición. México: Ediciones Universidad Católica de Chile. Alfaomega.
- SALAZAR, C. y GARCÍA, J. (2004). Consecuencias en la restricción del ingreso de automóviles particulares al centro de la ciudad de Medellín. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.
- SARMIENTO, I, y ROBUSTÉ, F. (1999). Sistemas tarifarios del vehículo privado en medio urbano. Madrid: Editorial Ministerio de Fomento.