

ESTUDIO SOBRE LA TENDENCIA A RESERVAR ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO EN SMART CITIES LATINOAMERICANAS

Félix Caicedo, Universidad San Sebastián (felixc47@gmail.com)
Héctor López-Ospina, Pontificia Universidad Javeriana (hectorlopez@javeriana.edu.co)
Paulo Veiga, MuleSoft (paulo.veiga@mulesoft.com)

RESUMEN

Este artículo presenta una breve revisión bibliográfica sobre Smart Parking en el actual escenario tecnológico, planteando un nuevo desafío de investigación: la reserva de espacios y los viajes programados con anticipación. Para conocer las actitudes de un grupo de viajeros hacia la opción de reservar se realizó una encuesta; el análisis estadístico descriptivo de las respuestas permite dar luces sobre cómo y por qué se realiza una reserva usando una regresión logística. Identificar los atributos más significativos en la decisión permite reflexionar sobre la definición de zonas de acceso exclusivo con reservas, precios dinámicos por reservar y la antelación.

Palabras claves: reservas, preferencias, estacionamiento

ABSTRACT

Current technological scenario defines new research fields and challenges, such as parking reservation and/or anticipating a trip. This article presents selected references on Smart Parking and reservations; and in order to understand attitudes towards making parking reservations a survey was conducted. Statistical descriptive analysis performed on respondents' answers allowed us to understand how and why parking spaces are booked, using a logistic regression. Once the significant attributes in choice making are identified the reader is gradually involved in a hypothetical debate, where exclusive access to parking reservation zones, booking and performance parking are discussed.

Keywords: reservations, preferences, parking

1. Introducción

Se denomina Ciudad Inteligente (o Smart City) aquella que utiliza tecnología de información para aumentar la eficiencia con la que se utiliza la infraestructura de apoyo para actividades económicas, sociales, o culturales. Si además cuenta con una plataforma digital, con sensores en el pavimento, postes de energía o fachadas de edificios, y con la capacidad de capturar información para optimizar procesos relacionados con el estacionamiento, esta Smart City cuenta con Smart Parking.

Bajo el concepto de Smart Parking la información sobre la disponibilidad de espacios segregada espacialmente, a través de la Internet de las cosas (IoT es el acrónimo en inglés), es finalmente contrastada por los usuarios, junto con la distancia entre el lugar de estacionamiento y el destino final, tarifa o condiciones climáticas. En este contexto ha sido posible materializar la política de “Performance parking”, término acuñado a una oferta de estacionamiento cuyo costo es variable según un objetivo prefijado, por ejemplo reducir la congestión, el número de autos buscando un lugar para aparcar o el uso incorrecto de los lugares de estacionamiento.

Un ejemplo de esta política funciona actualmente en la ciudad de San Francisco (Estados Unidos de América); con el objetivo de mantener la utilización entre 85-90% para garantizar que siempre habrá disponibilidad de espacios para aparcar, se fijan costos diferenciados según la ubicación u hora del día, de forma que las zonas con mayor demanda son más caras que aquellas con menor demanda esperando modificar las decisiones tomadas por los conductores.

Utilizando la abundante información disponible, aplicaciones (Apps) tales como “Voice Park”, “Can I Park Here?”, “PrimoSpot”, “Chicago Parking”, “Parking Mate” o “Parker” ofrecen un servicio que genera alertas, analiza imágenes para contrastar si un lugar es legal o ilegal, o permiten dirigirse rápidamente hacia la plaza de estacionamiento que se ajuste a los requerimientos del usuario (e.g.: cercanía al destino o el precio más bajo dentro de rangos de distancia y tarifa establecidas), mediante la presentación del trazado de una ruta o indicaciones de voz.

La aplicación “Monkey Parking” es en cierto sentido distinta; es una aplicación en la que los usuarios subastan espacios de estacionamiento, es decir espacios que actualmente están ocupados, a otros usuarios que están buscando un lugar para aparcar. Lo controversial de esta plataforma no es la subasta (pues este mecanismo no busca otra cosa que identificar cuál es el máximo valor a pagar por un bien entre aquellos que ofrecen y los que lo demandan), sino que los espacios subastados son públicos, por los cuales se generan (o no) ingresos para el municipio; como consecuencia varias ciudades han declarado la aplicación ilegal, alertando sobre una apropiación indebida de un bien público.

Cierto es que este nuevo escenario tecnológico plantea un nuevo desafío de investigación: la reserva de espacios y los viajes programados con anticipación. Para los aeropuertos esto es una realidad, y la mayoría de sus páginas web despliegan menús que permiten indicar la hora de arribo, la hora de salida, número de la patente y otros datos que permiten la identificación del vehículo; con lo cual se accede a una zona del estacionamiento destinada para este fin. Sin embargo, lo propuesto por los creadores de “Monkey Parking” apunta a la planeación de viajes y reserva de espacios en la vía pública. ¿Tiene sentido desplazarse en auto hacia una zona en la que no vas a

encontrar dónde aparcar porque todo está reservado? ¿Cuáles son los factores que afectan la decisión de realizar una reserva?

Con el objetivo de dar respuesta a algunos de estos interrogantes, durante el año 2014 se diseñó una encuesta on-line de preferencias declaradas, la cual permitió obtener más de 650 respuestas en dos ciudades colombianas (Bogotá y Medellín), considerando la posibilidad de realizar reservas de zonas de parquímetros.

El presente documento está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta una breve revisión bibliográfica sobre Smart Parking y sistemas de reservas. La sección 3 describe en términos generales los lineamientos para el diseño de la encuesta. En la sección 4 se hace un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos con la encuesta. Las secciones siguientes muestran la estimación de parámetros y fundamentos metodológicos para estimar la probabilidad de reserva usando una regresión logística. Finalmente, se presenta una sección de conclusiones y reflexiones.

2. Revisión bibliográfica sobre Smart Parking y reservas

Mientras en la gran mayoría de las grandes ciudades de Latinoamérica el número de vehículos particulares en las calles aumente a una tasa muy superior a la dotación de infraestructura e implementación de medidas para lidiar con ellos (en este caso, específicamente relacionada con estacionamientos), los viajeros tanto de transporte público como privado experimentarán las molestias del tráfico y la congestión.

La incorporación de IoT permite que objetos físicos y del entorno sean monitoreados con la implementación y tecnologías de comunicación de bajo costo; así, la recolección y análisis de dicha información permite lograr un mayor entendimiento de los patrones involucrados en las decisiones tomadas (Zheng et al., 2014). En este sentido el término Smart Parking representa un sistema de tecnologías avanzadas, equipos, protocolos de comunicación, detección, integración, pago, optimización, predicción e interfaces que permiten a los conductores encontrar los espacios libres más convenientes tanto para ellos como para el conjunto de los viajeros en condición de simultaneidad (Idris et al., 2009; Vlahogianni et al., 2015).

Smart Parking, desde la perspectiva de un consumidor conectado abarca una definición más amplia, pues describe a un viajero (posteriormente conductor) que desea eliminar cualquier tipo de preocupación relacionada a su desplazamiento: incertidumbre en torno a la disponibilidad, cercanía con el destino y cobro, etc.; estas necesidades son normalmente atendidas por medio de la georeferenciación, planeación de viajes, navegación y guiado (Bayless y Neelakantan, 2012).

Cuando Benhassine et al. (2015) proponen una red de agentes inteligentes que puede ayudar a los conductores a encontrar un lugar de estacionamiento, antes o durante sus viajes en cualquier momento y en cualquier lugar, menciona tres servicios clave: la búsqueda de un lugar de estacionamiento vacante, las indicaciones necesarias para llegar a ese lugar de estacionamiento y la reserva de espacios de estacionamiento a vehículos individualizados. Hay puntos de coincidencia entre la anterior propuesta y una encuesta sobre las necesidades de los conductores en relación al estacionamiento inteligente en zonas urbanas, realizada por Polycarpou et al. (2013); en la

mencionada encuesta los autores perfilan las últimas tendencias en gestión de la disponibilidad de aparcamiento, reserva de estacionamiento y esquemas de precios dinámicos. Anteriormente, los resultados del análisis sobre el uso de dispositivos móviles para acceder a estacionamientos de Wang et al, (2011) ya mostraban que la política de estacionamiento basada reservas tenía el potencial para simplificar las operaciones de sistemas, así como aliviar la congestión de tráfico causado por la búsqueda de espacios libres o el tiempo que innecesariamente se invierte en esta actividad.

En los sistemas de reservas que Hanif et al. (2010) proponen para en zonas comerciales los conductores reservan espacios mediante mensajes de texto (SMS), procesados por dispositivos de comunicación inalámbrica in situ, que envían el número del espacio reservado y una clave para acceder a un área específica por un periodo de tiempo predefinido. Algunos de los desafíos operativos de un sistema de reservas son descritos por (Adewumi et al., 2014): en primer lugar se debe estimar la partición de espacios que serán destinados para los usuarios que reservan, y en segundo lugar está el definir la gestión operativa a realizar para usuarios que no tienen conflicto si son asignados a un lugar específico (reasignación de la reserva) y los otros que sí lo tendrán (mantener la reserva).

Distinto a la reserva que logra SF Park en las calles de San Francisco por medio de la gestión de tarifas, o la reserva que se logra al manipular información de disponibilidad en torno a ubicación, tiempo y cantidad de Ni et al. (2015), en ciertos ámbitos, los mecanismos de reservas en estacionamientos son conocidos como E-parking (los mencionados SMS o Internet), en los que los usuarios consultan la disponibilidad y reservan espacios en el estacionamiento deseado según sus preferencias durante la planeación o en plano desplazamiento (Shaheen et al., 2005; Tamil e Idna, 2007); lo que cuenta al final de todo es que contar con un lugar disponible al llegar a la zona de destino.

Naturalmente, los cimientos para conceptualizar las reservas en estacionamientos provienen de situaciones que han sido superadas. Por ejemplo, tratando de optimizar el uso de un recurso escaso, y para analizar la posible respuesta a medidas de gestión que iban a ser implementadas en un campus universitario, Van der Waerden et al. (2006) calibraron modelos de comportamiento y actitudes en respuesta al uso de barreras, identificación de conductores o cobro por el estacionamiento –que históricamente fue gratuito. Otra de las primeras experiencias reportadas en la literatura describe un proyecto que vinculó Smart Parking y gestión vial con manejo de información, todo esto con el objetivo de reducir tiempos de viaje y aumentar la ocupación en vehículos privados (Shaheen, 2005).

Gran parte de las referencias presentadas en esta sección describen situaciones de elección en las que está implícita cierta analogía a los beneficios de contar con una reserva de estacionamiento. Notamos que el cómo acceder al lugar más conveniente, eficientemente, define una disciplina concreta de estudio en la que los atributos involucrados, según Shin y Jun (2014), son la distancia que el conductor será guiado, el costo esperado por el estacionamiento, disponibilidad probable y las condiciones del tráfico –cada vez más a menudo desde una perspectiva medioambiental (Wu et al., 2014). En otro ejemplo, Geng y Cassandras (2011), describen un sistema de asignación y reservas de plazas de estacionamiento para un usuario (conductor) basado en una función objetivo

que combina la proximidad al destino y el costo de estacionamiento, buscando garantizar que la capacidad de estacionamiento se utilice eficientemente.

Cierto es que, si bien encontramos muchas referencias que resaltan el carácter novedoso y los beneficios que ofrece un sistema de reservas (tal así que el mayor proveedor de reservas opera en 39 países, 1223 estacionamientos y tiene un millón quinientos mil usuarios; Park Cloud, 2015), llama irremediamente la atención no haber encontrado referencias explícitas al proceso de reservar desde la perspectiva de una decisión tomada –en la que algunos atributos pueden parecer obvios a priori, y no son significativos en la práctica.

3. La encuesta

El nuevo escenario tecnológico en el que estamos plantea un nuevo desafío de investigación: la reserva de espacios y los viajes programados con anticipación, y la sección 1 de este artículo presenta al finalizar, dos preguntas gatilladoras. Con el objetivo de enfrentar este desafío de investigación, durante el año 2014 se diseñó una encuesta de preferencias declaradas, la cual permitió obtener más de 650 respuestas en dos ciudades colombianas, considerando la posibilidad de realizar reservas de zonas de parquímetros. Se trató, específicamente, de responder un cuestionario de Preferencias Declaradas (PD), planteado situaciones que no son reales, hipotéticas, en los cuales hay que suponer la realidad de un evento o de un proyecto.

En el texto introductorio se contextualiza a los participantes; ellos tendrán el rol de conductores de automóvil o pasajeros. Normalmente, cuando realizan un desplazamiento en auto y llegan al destino para realizar un trámite dicho vehículo debe quedarse en un estacionamiento. Se les pide, entonces y como parte de la situación de decisión, que imaginen que deben ir al centro a realizar un trámite; quieren o deben ir en auto y no tienen un garaje propio o cochera para dejarlo. No son el/la/los/las únicos/as que va en auto, y la capacidad de los estacionamientos es limitada. Si tienen “suerte”, información en tiempo real o van fuera de la hora “peak” encontrarán rápidamente un lugar para el auto; de otra forma llegarán a un estacionamiento que está lleno y en consecuencia deberán conducir hacia otro lugar.

Consecuentemente, se les pide imaginar que hay un sistema que permite “reservar” un espacio individualizado en zona de parquímetros por el tiempo deseado: 30 minutos, 2 horas, etc., en el que todos los aspectos técnicos están resueltos, así que nadie más que quien reserva podrá ocupar dicho espacio. Posteriormente, se espera que indiquen si realiza o no realizan la reserva en escenarios definidos (diseño experimental) en base a los siguientes atributos:

- La antelación con la que se planifica el viaje en auto: 1, 3 o 7 días
- La duración del trámite que se realizará: 1.5, 2.5 u 8 horas
- El número de cupos de reserva disponibles, que puede entenderse como el estado general de congestión en la zona de destino: 1, 4 o 9 plazas
- El tamaño de la zona de reserva: 50 u 80 plazas
- El costo de hacer la reserva en base la tarifa horaria: 1000 COP, 2000 COP o 4000 COP (1CLP = 4COP)
- El tiempo que normalmente requiere un conductor para encontrar un lugar para aparcar cuando no reserva: 10 o 20 minutos

Son doce el total de escenarios o situaciones de elección presentados, cuyas respuestas permiten estimar parámetros para calibrar un modelo de comportamiento de conductores, capaz de indicar cuáles son los atributos significativos en la elección y su correspondiente peso.

4. Los participantes

La mayoría de los participantes tiene entre 30 y 49 años, siendo mayor el grupo etario comprendido entre 30 y 39 años; la suma de los grupos etarios en los extremos, es decir mayores de 60 o en rango comprendido entre 20 y 29, es ligeramente superior al 10% (ver Figura 1).

Más del 92% de los encuestados cuenta con estudios superiores universitarios completos, de los cuales 82% tiene estudios de posgrado. Solamente un 8% de los encuestados está realizando los estudios universitarios, lo cual puede deberse a que las personas encargadas de difundir la encuesta son amigos, contactos o profesores universitarios (ver Figura 2). Por otro lado, el 91.8% de los encuestados tiene un vehículo, llámese auto o moto (ver Figura 3), sin embargo, solo el 61% de los encuestados utiliza estos modos de transporte para ir al lugar de trabajo; el 4% camina, el 18% utiliza algún tipo de transporte público, y el 16% utiliza más de un modo para desplazarse (ver Figura 4).

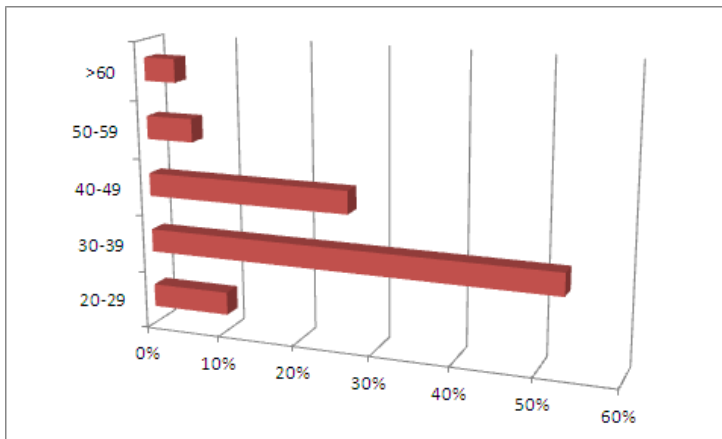


Figura 1 Composición de la edad de los participantes de la encuesta

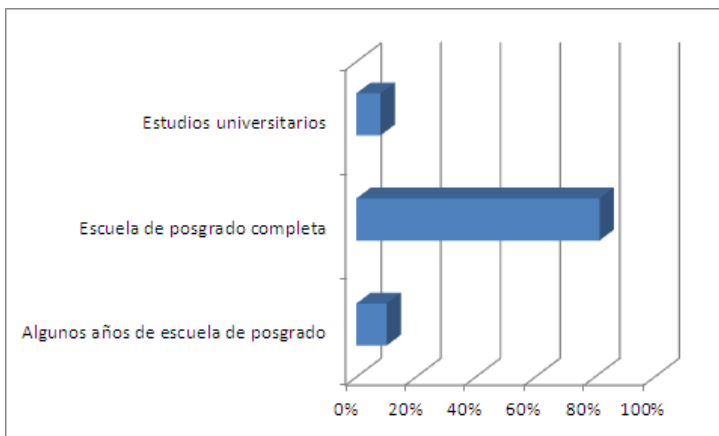


Figura 2 Nivel de estudios

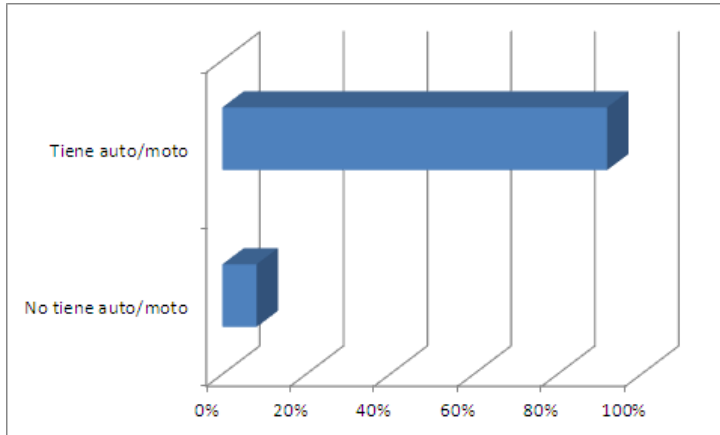


Figura 3. Grado de motorización

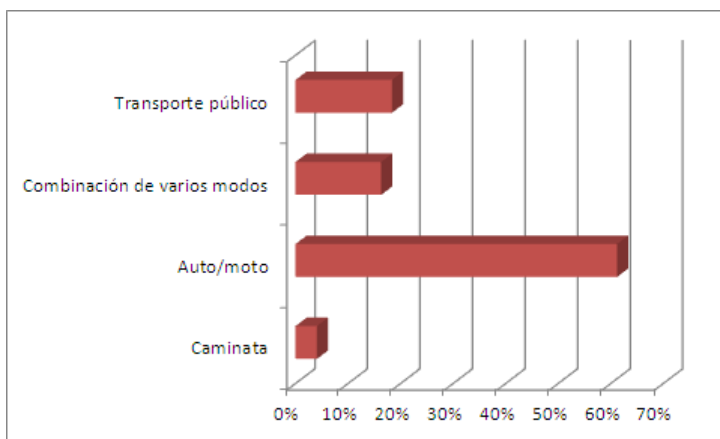


Figura 4 Patrones de movilidad actual

5. El modelo de elección binaria para realizar reservas

El modelo utilizado para analizar y predecir la elección de reservar (o no) dado un contexto socioeconómico es la regresión logística, por su capacidad de segmentar en grupos dependiendo del tipo de decisiones y del sustento microeconómico que tiene soportado en la teoría de elecciones discretas; el objetivo es modelar la utilidad que le genera a un tomador de decisiones el proceso de reserva.

Para ser más exactos, los modelos de regresión logística están enmarcados en técnicas econométricas y de minería de datos que hacen parte de los modelos de elecciones discretas como el logit multinomial, probit, tobit, etc. (Hair et al., 1999; Tan et al., 2006; Pérez y Santín, 2007); buscan, a través de técnicas estadísticas, encontrar una expresión matemática funcional para obtener una probabilidad de pertenecer a una clase en un problema de clasificación.

La regresión logística se caracteriza por tres elementos importantes (i) establecer la presencia o ausencia de relación entre una ó más variables independientes (x) ya sean de tipo cuantitativo o cualitativo con una variable dependiente dicotómica (y), permitiendo trabajar con dos categorías excluyentes; (ii) medir el signo y el impacto de dicha relación, en caso que exista; y (iii) estimar o predecir la probabilidad de que se produzca una reserva, dado el conjunto de atributos o variables

independiente del individuo y de la respectiva opción (suceso definido como " $y = 1$ "). En nuestro caso, el modelo de regresión logística permite, predecir o estimar la probabilidad de que un individuo haga una reserva en función de determinadas características individuales (x) tales como la edad, tenencia de auto, características del viaje. etc.

Los fundamentos teóricos de los modelos de regresión logística parten de la regresión lineal múltiple. Por otro lado, en los modelos de elecciones discretas cuando se tienen dos alternativas (variables dicotómicas), tal como los que se presentan en este trabajo, que son excluyentes {Reservar= 1; No reservar= 0}, se puede suponer que la variable explicativa es una variable aleatoria Bernoulli con parámetro p , por lo que el modelo de regresión logística parte de la hipótesis de que los datos siguen el siguiente modelo:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n + u$$

$$p = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n)}$$

Entonces la función de distribución logística es la siguiente:

$$F(z) = \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)} ; z = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n$$

La regresión logística se estructura en base a los atributos identificados en la encuesta de preferencias declaradas e información del participante, tal que:

$$z = \beta_0 + \sum_K \beta_{1k}\theta_k + \beta_2\varrho + \beta\varepsilon + \sum_A \beta_{4a}\pi_a + \beta_5\varphi + \beta_6t + \beta_7\zeta + \beta_8\eta + \beta_9\mu + \sum_L \beta_{10l}\sigma_l$$

donde,

β_n : son parámetros para cada atributo

θ_k : representa la pertenencia a un grupo etario entre los K identificados, tal que θ_k es entero {1;0} y $\sum_K \theta_k = 1$

ϱ : es una variable binaria {0; 1} que representa la tenencia de un automóvil

ε : representa el valor nominal de la estadía (duración del trámite) según el escenario de elección planteado [horas]

π_a : representa un modo de transporte utilizado actualmente entre A disponibles, tal que π_a es entero {1;0} y $\sum_A \pi_a = 1$

φ : representa la antelación con que se planifica el viaje [días]

t : representa el tiempo que normalmente requiere un conductor para encontrar un lugar para aparcar cuando no reserva [minutos]

ζ : representa el número de cupos de reserva disponibles [unidades]

η : representa el tamaño de la zona de reserva [unidades]

μ : representa el costo de hacer la reserva en base la tarifa horaria [COP]

σ_l : representa el máximo nivel de educación del participante entre L opciones presentadas, tal que σ_l es entero {1;0} y $\sum_L \sigma_l = 1$

6. Estimación de parámetros

Cada opción representa una utilidad para quien toma la decisión, y dicha utilidad es usada posteriormente para calcular la probabilidad que una reserva se realice. De forma simultánea se consideran los atributos descriptivos del participante, así como los atributos que definen el escenario de elección.

Para estimar los parámetros se utilizan estrategias de máxima verosimilitud y optimización matemática ya que se encuentra las condiciones de primer orden de este problema. El software utilizado para realizar el análisis estadístico es SPSS, el cual permite, entre otras cosas considerar un modelo de elección binaria -que para nuestro caso es usando un modelo de regresión logística, correspondiente a la intención de reservar ($Y=1$) o no reservar ($Y=0$).

El listado de parámetros significativos se presenta en la Tabla 1.

7. Análisis de resultados

Según la Tabla 1, la opción de reservar presenta una constante de valor positivo (4.276), en relación al valor de referencia (cero) que se establece para la opción de no reservar. Esto es extremadamente relevante, pues sugiere que los participantes que están inmersos en un entorno de reserva tenderán a realizarla.

Es significativo en la decisión de reservar el tiempo que un conductor deberá invertir en la búsqueda si la reserva no se realiza; el parámetro que pondera este atributo es positivo (0.06), indicando que en la medida que el tiempo esperado o percibido es mayor aumenta la probabilidad de realizar una reserva. También resultó significativo el atributo relacionado con el costo de realizar una reserva, con signo negativo (-0.001), razonablemente indicando que a mayor costo por este ítem menor es la probabilidad de realizar una reserva. Dicho costo fue presentado de forma tal que puede ser relacionado con referencia a la tarifa horaria del servicio de estacionamiento.

En relación con la duración de la estadía, de la actividad que motiva el viaje, el parámetro que acompaña dicho atributo resultó significativo y con signo negativo (-0.086), lo que indica una mayor tendencia a reservar cuando las estadías son cortas. Sobre el grupo etario al cual pertenece la persona que está tomando la decisión, aporta más utilidad a la probabilidad de realizar una reserva el comprendido entre los 30 y 39 años; otros dos grupos etarios resultaron significativos, tales como el comprendido entre 20 y 29, y 40 y 49.

También resultó significativo, en la decisión, el contar o no contar con un vehículo; así como la forma en que quien toma la decisión se desplaza normalmente. Los signos obtenidos no indican claramente una intención o una interpretación; observemos por ejemplo el signo asociado al atributo descriptivo al grado de motorización del participante es negativo, siendo contraintuitivo pues se esperaría que todo aquel es propietario de un vehículo estaría inmediatamente dispuesto a reservar. Sin embargo, se entiende mejor el signo obtenido por el atributo relacionado con la movilidad en auto (+2.074), que podría sugerir que para quien viaja en auto es útil reservar y evitar la inversión de tiempo inútil en la búsqueda de un lugar.

Tabla 1 Resultados de la estimación de parámetros

Variabes en la ecuación						
	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Grupo etario 20-29	-2,486	,458	29,415	1	,000	,083
Grupo etario 30-39	-1,376	,379	13,150	1	,000	,253
Grupo etario 40-49	-2,165	,405	28,532	1	,000	,115
Propietario de auto	-1,840	,469	15,405	1	,000	,159
Viaja en auto	2,074	,386	28,867	1	,000	7,953
Variable ficticia 1 (tiene auto-viaja en transporte público)	1,819	,443	16,851	1	,000	6,169
Combinación de modos	1,837	,491	14,000	1	,000	6,275
Duración de estadía (horas)	-,086	,037	5,332	1	,021	,918
Costos de la reserva	-,001	,000	64,270	1	,000	,999
Tiempo de búsqueda si no reserva (min)	,060	,030	4,114	1	,043	1,062
Constante	4,276	,632	45,717	1	,000	71,965

Es bastante común que una persona que viaje en transporte público sea propietaria de un auto. Por lo tanto el análisis incluyó una variable ficticia representando dicha situación en los participantes. La variable ficticia resultó significativa y con signo positivo (1.819); de hecho, todas las variables significativas relacionadas con la movilidad resultaron positivas, siendo la que mayor peso tiene desplazarse en auto.

Se analizó un caso especial, excluyendo las respuestas de aquellos que no son propietarios de un automóvil, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2. Dentro de este subgrupo, resultan significativos la constante relacionada con realizar la reserva y el costo de realizar la reserva; y en relación con los atributos que describen al participante de la encuesta resulta significativo un nuevo grupo etario comprendido entre 50 y 59 años -con una actitud todavía más favorable para realizar una reserva en comparación al grupo etario comprendido entre los 30 y 39 años. Finalmente, el grupo etario comprendido entre los 20 y 29 años sigue siendo aquel que presenta menos propensión a realizar la reserva.

Tabla 2. Caso especial considerando solo respuestas de propietarios de auto

VARIABLES EN LA ECUACIÓN						
	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Grupo etario 20-29	-22,192	7731,135	0,000	1	0,998	0,000
Grupo etario 30-39	-20,652	7731,135	0,000	1	0,998	0,000
Grupo etario 40-49	-21,358	7731,135	0,000	1	0,998	0,000
Grupo etario 50-59	-19,512	7731,135	0,000	1	0,998	0,000
Modo auto	2,573	,596	18,664	1	,000	13,105
Modo transporte público	2,098	,660	10,112	1	,001	8,151
Combinación de modos	2,045	,631	10,496	1	,001	7,730
Valor de la reserva	-0,001	,000	62,486	1	,000	,999
Constante	21,659	7731,135	0,000	1	,998	2549957943

8. Conclusiones y reflexiones

Queremos ser cautelosos y considerar que tanto el desarrollo metodológico presentado en este artículo como los resultados que de ello hemos obtenido, no representan de forma generalizada las preferencias de movilidad de los habitantes de dos grandes ciudades latinoamericanas como son Bogotá y Medellín; las dos principales razones son: la cantidad de respuestas que recibimos (650 de casi 9 millones de habitantes al sumar ambas ciudades) y el perfil de las personas que participaron, y esto naturalmente impide la generalización.

Rescatamos, eso sí, la posibilidad de generar respuestas parciales a dos interrogantes de investigación que fueron planteados, y efectivamente fueron la fuente de motivación de este ejercicio. De esta forma, las respuestas recibidas indican que existen atributos claves en el momento de existir la opción reservar un espacio de estacionamiento con antelación. Algunos atributos que resultaron significativos no sorprenden; es el caso de viajar actualmente en auto -al referirse a personas que vislumbran un beneficio directo en términos de reducción del tiempo que invierten en la búsqueda (cuyo estimador también fue significativo).

Asimismo es interesante confirmar, como es habitual en estudios sobre factores influyentes en movilidad, el carácter significativo del pago por la reserva de un espacio de estacionamiento; esto hace pensar que un sobrecargo variable por la reserva puede ser considerado como herramienta de regulación en una zona exclusiva de reservas –la variabilidad de precios es cada vez más común en el transporte público interurbano terrestre y en las aerolíneas.

Analizando estrictamente los parámetros estimados, según los participantes, puede decirse que la tendencia por reservar es clara especialmente entre personas que viajan en auto, dispuestas a interactuar en un entorno o interfaz de reserva de plazas de estacionamiento, y su edad se sitúa entre 30 y 59 años; vale la pena preguntarse si esto es en principio perjudicial (i.e.: que reservar espacios pueda ser entendido como una opción que incentive el uso del vehículo privado), o no (i.e.: la opción de reservar se relaciona con un uso más eficiente de la oferta y una fuerte apuesta por la regulación de la demanda de transporte), desde el punto de vista de la planificación urbana; sobre todo considerando que la oferta de plazas de estacionamiento se mantiene constante o no crece a gran velocidad (e.g.: procesos de licitación implícitos, permisos, tiempo de construcción, etc.), y sobre todo que en una eventual zona de reservas (i.e.: un lugar solo puede ser ocupado por quienes hicieron la reserva), no tendrá sentido realizar búsquedas infructuosas.

En consecuencia, y de ser interés para una municipalidad, estimamos prudente dar continuidad a esta línea de investigación con el objetivo de obtener respuestas a nivel de muestra del universo de viajeros de una ciudad. Por el momento, sabemos que aquellos que reservan son sensibles al costo de la reserva y a las condiciones del tráfico que impactan en los tiempos de búsqueda.

9. Referencias bibliográficas

- Adewumi, A. O., Joel, L. O., Sawyerr, B. (2014). Campus parking space allocation distribution using pattern search and particle swarm pattern search algorithms. In *Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS), 2014 Joint 7th International Conference on and Advanced Intelligent Systems (ISIS), 15th International Symposium on* (pp. 196-203). IEEE.
- Bayless, S.; Neelakantan, R. (2012). Smart Parking and the Connected Consumer. Opportunities for Facility Operators and Municipalities. <http://connectedvehicle.itsa.wikispaces.net/file/view/Smart+Parking+and+the+Connected+Consumer+ITS+America+Bayless+2012.pdf/391361888/Smart%20Parking%20and%20the%20Connected%20Consumer%20ITS%20America%20Bayless%202012.pdf>
- Benhassine, S., Mraïhi, T., Mraïhi, R. (2015). Optimize the occupation of parking lots by a network of multi-agents system. In *Advanced Logistics and Transport (ICALT), 2015 4th International Conference on* (pp. 333-338). IEEE.
- Geng, Y., Cassandras, C. (2011, October). A new “smart parking” system based on optimal resource allocation and reservations. In *Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2011 14th International IEEE Conference on*(pp. 979-984). IEEE.
- Hair, J.; Anderson, R.; Tatham R.; (1999). *Análisis Multivariante*. Quinta edición. Prentice Hall. Madrid, España. ISBN: 9788483220351
- Hanif, N. H. H. M., Badiozaman, M. H., Daud, H. (2010, June). Smart parking reservation system using short message services (SMS). In *Intelligent and Advanced Systems (ICIAS), 2010 International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.
- Idris, M. Y. I., Leng, Y. Y., Tamil, E. M., Noor, N. M., & Razak, Z. (2009). Car park system: A review of smart parking system and its technology. *Information Technology Journal*, 8(2), 101-113.
- Ni, X. Y., Sun, D. J., Peng, Z. R. (2015). An improved incremental assignment model for parking variable message sign location problem. *Journal of Advanced Transportation*.
- Park Cloud (2015). <http://www.parkcloud.com/>
- Pérez, C; Santin, D. (2007). *Minería de datos: Técnicas y herramientas*. EDICIONES PARANINFO. ISBN: 9788497324922

- Polycarpou, E., Lambrinos, L., Protopapadakis, E. (2013, June). Smart parking solutions for urban areas. In *World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2013 IEEE 14th International Symposium and Workshops on a* (pp. 1-6). IEEE.
- Shaheen, S. (2005). Smart parking management field test: A bay area rapid transit (bart) district parking demonstration. Institute of Transportation Studies.
- Shin, J. H., & Jun, H. B. (2014). A study on smart parking guidance algorithm. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 44, 299-317.
- Tamil, E.M., D. Salleh and M.Y. Idna, 2007. CaTSys 1.0-a mobile vehicle tracking system with GPS technology. *Proceedings of the SCORED 2007, May 14-15, 2007, Universiti Tenaga Nasional, Malaysia*, pp: 1-11.
- Tan, P; Steinbach, M; Kumar, V (2006). *Introduction to data Mining*. Pearson Education. Boston. USA. ISBN-13: 978-0321321367
- Van der Waerden, P., Borgers, A., Timmermans, H. (2006). Attitudes and behavioral responses to parking measures. *European journal of transport and infrastructure research*, 6(4), 301-312.
- Vlahogianni, E. I., Kepaptsoglou, K., Tsetsos, V., Karlaftis, M. (2015). A Real-Time Parking Prediction System for Smart Cities. *Journal of Intelligent Transportation Systems*. DOI:10.1080/15472450.2015.1037955.
- Wang, H., He, W. (2011, April). A reservation-based smart parking system. In *Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), 2011 IEEE Conference on* (pp. 690-695). IEEE.
- Wu, E. H. K., Sahoo, J., Liu, C. Y., Jin, M. H., Lin, S. H. (2014). Agile urban parking recommendation service for intelligent vehicular guiding system. *Intelligent Transportation Systems Magazine, IEEE*, 6(1), 35-49.
- Zheng, Y., Rajasegarar, S., Leckie, C., Palaniswami, M. (2014). Smart car parking: Temporal clustering and anomaly detection in urban car parking. In *Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing (ISSNIP), 2014 IEEE Ninth International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.