

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN UN INDIVIDUO PARA VIAJAR EN TAXI COMPARTIDO

EXPERIMENTAL STUDY BASED ON THE FACTORS THAT INFLUENCE A COMMUTER TO USE A SHARED TAXI

José Carlos Jiménez Serpa, Universidad Pontificia Bolivariana, jose.jimenez@upb.edu.co
Miller Humberto Salas Rondón, Universidad Pontificia Bolivariana, miller.salas@upb.edu.co

RESUMEN

Dentro de los modos de transporte más frecuentes que utilizan las personas para llegar a los aeropuertos están el auto particular y el taxi individual, los cuales de una u otra forma son elegidos por su disponibilidad inmediata, comodidad y seguridad. El presente artículo analiza mediante modelos econométricos el posible comportamiento del individuo frente al uso del taxi compartido. Los resultados muestran un 33% de menos viajes al aeropuerto en taxi con único pasajero, lo que genera beneficios en disminución de emisiones de CO₂, un uso eficiente de la infraestructura por carretera y la optimización de la flota de taxis.

Palabras clave: Taxi compartido, Utilidad aleatoria, Modelo logit

ABSTRACT

Among the most common transportation modes that people use to travel to airports are private cars and individual taxis, which in one way or another they are selected by its immediate availability, comfort and safety. This article analyzes the potential behavior of the use of a taxi with one occupant against the use of a shared one, employing econometric models. The results show 33% fewer trips to the airport by taxi with only passenger, generating benefits in decreased CO₂ emissions, efficient use of road infrastructure and the optimization of the taxi fleet.

Keywords: Shared taxi, Random utility, Logit model

1. INTRODUCCION

Es bien sabido que el taxi desde o hacia cualquier destino es un servicio costoso. Sin embargo, las personas normalmente hacen uso de éste modo teniendo en cuenta la disponibilidad y el servicio puerta a puerta que presta. En relación a esto, hay un buen número de individuos que realizan los viajes solos. Luego es frecuente, observar taxis entrar y salir de terminales aéreos (Skinner, 1976) y terrestres distantes de la urbe (Harvey, 1986) con una sola persona. Esta situación es ineficiente, ya que cada taxi que circula con esa mínima ocupación produce el mismo daño (congestión, emisión de contaminantes, ruido, accidentalidad, etc.) a la sociedad, que vehículos transitando con mayor ocupación (De Rus, 2003). Así pues, desde la óptica social puede justificarse el estudio de un novedoso servicio de transporte cooperativo que permita a los usuarios compartir el taxi, sin necesidad de conocerse o hablar previamente, tan solo emparejándose mediante una App (Application) informática instalada en los Smartphone o Tablets donde se satisfaga la movilidad de los usuarios para la utilización del taxi compartido (Santi et al, 2013).

En el caso colombiano este tipo de servicios no está amparado por la ley ya que el taxi debe prestar un servicio individual. Sin embargo, surge una oportunidad interesante de afectar las políticas de transporte del país implementando casos internacionales donde el viaje compartido contribuye a la movilidad sostenible del futuro (Handke, 2013), es preciso aclarar que esta situación se está presentando en Colombia de manera informal. Con la implementación del taxi compartido para diversos tipos de viajes, el flujo vehicular de taxis se reduciría y produciría entre otros, algunos beneficios ambientales y además, se optimizaría el uso del servicio y la infraestructura de la ciudad. Además, existe el antecedente legal que los servicios de taxi a los aeropuertos han contado con disposiciones especiales (Ministerio de Transporte, 2001).

Actualmente en los Aeropuerto y Estaciones de Transporte Terrestres retirados de la zona urbana de las Ciudades, están presentando una sobreoferta de taxis e invasión de carriles en las principales vías, generando reducción de la capacidad viaria, incomodidades a los usuarios y malestar entre los mismos taxistas en virtud de querer ser el primero en recoger al usuario que llega al terminal aéreo o terrestre irrespetando las colas establecidas (Kouwenhoven, 2008). A esto se le suma la utilización de vehículos particulares que hacen las veces de taxi de manera ilegal.

Con la implementación del taxi compartido desde y hacia los centros de mayor generación de viajes, el tránsito vehicular de taxis puede ser reducido resultando beneficios ambientales y optimizando así el uso del servicio y la infraestructura de la ciudad. En este experimento se pretende identificar los parámetros que influyen en el individuo en la elección del taxi compartido aprovechando el uso generalizado de teléfonos inteligentes y sus capacidades para ejecutar aplicaciones en tiempo real (apps) e implementando medidas de sistemas de transporte inteligente basado en el intercambio de modo Aéreo-Terrestre en donde existen demandas de movilidad individual (Dowling, 2013). Sin embargo, el uso del taxi compartido se enfrenta al temor que tienen las personas a utilizar el servicio con un desconocido (John, 2013), situación ésta que se neutraliza con los incentivos del ahorro económico al compartir el servicio (Dueker, 1977). Con este experimento del uso compartido del taxi, se espera una disminución significativa de la congestión, menos costos de operación, tarifas divididas, y un medio ambiente menos contaminado y más limpio en los aeropuertos y terminales de transporte terrestre contribuyendo

así a un mejor bienestar social y disminución de externalidades negativas en las metrópolis (Busquin, 2003).

2. CONTEXTO DE ESTUDIO

El experimento fue realizado en terminales de transporte terrestre y aéreo, ubicados en el departamento de Santander (Colombia), en los Municipios de Bucaramanga, Girón, Floridablanca y Lebrija. Se determinó el volumen horario de máxima demanda promedio en 7.192 vehículos mixtos, distribuidos en un 75% de vehículos livianos (particulares y taxis), 7% buses y 17 camiones (Invias, 2011), presentando una ocupación para autos particulares de 2 a 3 personas y taxis con un ocupante. La terminal de transporte aéreo internacional Palonegro entró en operación desde el año 1.974 y pasó a ser internacional desde Octubre de 2.007 e integra los municipios mencionados anteriormente. En la actualidad se llevan a cabo entre 50 y 60 vuelos diarios distribuidos en cinco líneas aéreas regulares para diferentes destinos nacionales e internacionales: Copa Airlines Colombia, Avianca, EasyFly, Aires y LAN Colombia los cuales viajan en promedio con 115 pasajeros por hora saliendo diario de la terminal 6.900 usuarios y entrando aproximadamente 5.450 usuarios (Aerocivil, 2015).

Para acceder a éste terminal aéreo desde los diversos municipios del área metropolitana se tiene una distancia media de recorrido de Bucaramanga (Intersección de Los Bucaros) hacia el aeropuerto de 20,7 km, con un tiempo de viaje de 50 min desplazándose en bus (Transgiron-Aeropuerto), y de 30 min viajando en taxi o vehículo particular. La ubicación de los municipios en la zona de estudio y la infraestructura existente se observan en la Figura 1.

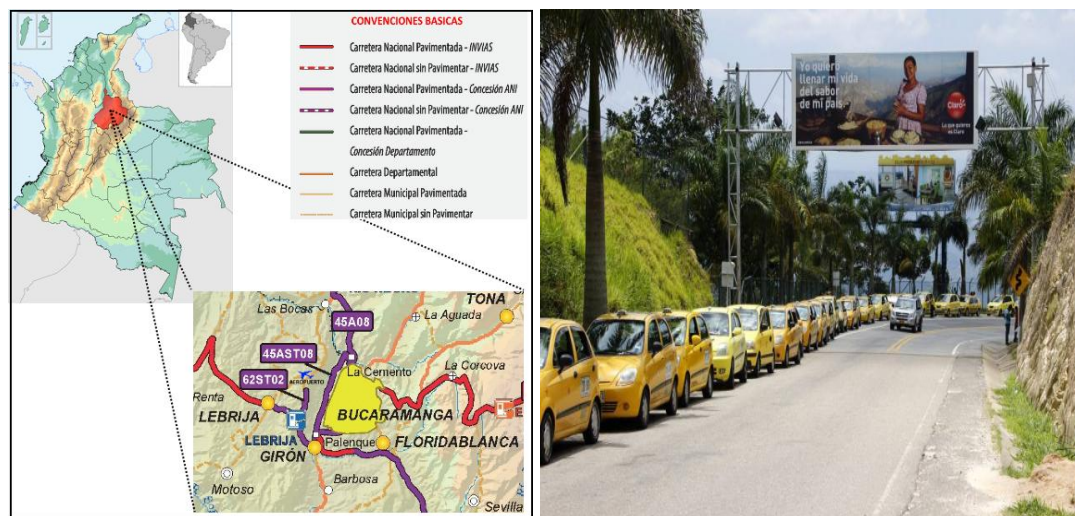


Figura 1. Zona de influencia del estudio e infraestructura de transporte

3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

El modelo teórico postulado para realizar las estimaciones y los pronósticos se basa en la teoría de la utilidad aleatoria y argumenta que, el individuo elige la alternativa que maximiza su utilidad

una vez que se confronta con el ejercicio de elección, dados los atributos de los modos considerados y sus características¹. La expresión utilidad aleatoria (Huw, 1977):

$$W_{jq} = V_{jq} + \eta_{jq} = U_{jq} + \tau_{jq} \quad (1)$$

dónde: V_{jq} es la parte mensurable determinística, sistemática o representativa de la utilidad aleatoria W_{jq} , η_{jq} es un error aleatorio que refleja la idiosincrasia y los gustos individuales de los individuos en cada situación de elección. U_{jq} es una pseudo-utilidad obtenida de un modelo de Preferencias Declaradas (PD) y τ_{jq} representa el error de medición en la variable dependiente asociado al experimento de Preferencias Declaradas resultado por ejemplo del efecto fatiga en las respuestas. El subíndice j se refiere a la alternativa (taxi compartido) considerada y q se refiere al individuo q -ésimo en la muestra. Asumiendo τ_{jq} homocedásticas, la ecuación puede re-escribirse como:

$$W_{jq} = V_{jq} + (\eta_{jq} - \tau_{jq}) = V_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (2)$$

Para realizar predicciones o pronósticos resulta crucial una comprensión acabada de la magnitud τ_{jq} y de la forma de estimar los η_{jq} y τ_{jq} en forma separada usando datos de PD para estimar el modelo. Diseños experimentales cuidadosos pueden hacer que τ_{iq} sea insignificante en relación a ε_{iq} y el modelo estimado podrá usarse entonces para realizar pronósticos. Como se afirma en (Ortuzar, 2008) respecto a la descomposición de la utilidad y a la utilidad determinística: “...para que la descomposición sea correcta necesitamos una cierta homogeneidad en la población bajo estudio. En principio requeriremos que todos los individuos compartan (enfrenten o tengan disponible) el mismo conjunto de alternativas y las mismas restricciones, y para llegar a esto quizás sea necesario segmentar el mercado”. Por lo tanto, el individuo q elegiría la alternativa j en el caso en que perciba que le otorgará una mayor utilidad que la alternativa i . Entonces, la parte sistemática (o determinística) de la utilidad individual a menudo se supone como una función aditiva lineal en los atributos, como:

$$V_{jq} = ASC_j + \sum_k \theta_{kj} x_{jkq} \quad (3)$$

En la cual los parámetros θ se asumen constantes para todos los individuos pueden variar entre alternativas. La ASC_j es la denominada “*constante específica de la alternativa*”, que representa la influencia neta de todas las características no observadas del individuo o de la alternativa en el modelo especificado, como son: comodidad y conveniencia de uso de un modo de transporte específico. El individuo q elige la alternativa que maximiza su utilidad, es decir:

$$U_{jq} \geq U_{iq} \quad (4)$$

Donde los subíndices “ i ” y “ j ” se refieren a las alternativas en el modelo binario. Esto es:

¹ En el caso de la aplicación del experimento es una función de los atributos de las alternativas (Taxi compartido)

$$V_{jq} + \varepsilon_{jq} \geq V_{iq} + \varepsilon_{iq} \quad (5)$$

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq} \quad (6)$$

Dado que el individuo elige la opción que maximiza su utilidad, no conocemos el valor del lado derecho de la última desigualdad presentada y el procedimiento para determinar la probabilidad de elegir el modo j (alternativa j) por el individuo q viene dado por:

$$P_{jq} = \Pr ob(\varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq} \leq V_{jq} - V_{iq}, \forall i, j) \quad (7)$$

Hasta aquí no es posible derivar una expresión analítica para el modelo sin conocer la distribución de los residuos ε . Entonces, asumiendo que los residuos asociados a cada alternativa tienen una distribución de Valor Extremo de Tipo I (o distribución Weibull), tiene las mismas varianzas y no están correlacionados, puede utilizarse el modelo LOGIT para la estimación. El modelo logit multinomial MNL para la elección entre k alternativas expresa la probabilidad de que un individuo elija alguna alternativa j como una función de las utilidades de las k alternativas disponibles:

$$P_j = \frac{e^{V_j}}{\sum_k e^{V_k}} \quad (8)$$

4. ESPECIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE MODELOS

4.1 Aporte del trabajo en relación a la literatura existente

Estudios realizados en Europa muestran que alrededor del 50% de los clientes de movilidad urbana prefieren el taxi para viajar al aeropuerto (Costa, 2009), lo que es un servicio de enlace al aeropuerto casi especializada (Cardon, 2007). Para la estimación del Valor Subjetivo del Tiempo (VST) de viaje en taxi, (Carstens, 2014) se indica que este corresponde a \$206,7 COP (\approx US\$0,08)². No obstante, otros estudios han centrado su atención en el modo de acceso que los usuarios toman para desplazarse a los aeropuertos (Gaonkar, 2013), (Gupta et al, 2008), (Mamdoohi et al, 2012) y (Tam et al, 2011), utilizando un enfoque de preferencias declaradas para establecer los modelos de acceso y la elección de los pasajeros referente a los atributos tales como el tiempo, gastos, fiabilidad del viaje y acompañante.

Con éste experimento se pretende identificar los parámetros que influyen en la elección del taxi compartido aprovechando el uso generalizado de teléfonos inteligentes y sus capacidades para ejecutar aplicaciones en tiempo real (apps) e implementar sistemas de transporte inteligente basado en el intercambio de modo Aéreo-Terrestre en donde existen demandas de movilidad individual (Dowling, 2013). Sin embargo, dada las dificultades que se tiene en un taxi compartido referente al temor de las personas al utilizar el servicio con un desconocido (John, 2013). Ésta

² Para efectos de este trabajo se adopta US\$1 equivalente a \$2.584 COP a 28 de Junio de 2015.

situación, puede cambiar mediante el incentivo del ahorro económico al compartir el servicio (Dueker, 1977). Con éste trabajo se espera que el uso compartido del taxi, produzca un mayor beneficio social al producir reducciones significativas en polución, congestión, consumo de energía y costos de operación.

4.2 Metodología de Trabajo

Teniendo en cuenta los comportamientos individuales descritos en procesos de elección, en el que el decisor genera una única alternativa (Márquez, 2012) o juicios (datos) declarados de cómo actuaría el individuo frente a diferentes situaciones hipotéticas que le son presentadas y que deben ser lo más aproximadas a la realidad (Ortuzar, 2008), se planteó un experimento en el que se supone que existe una aplicación de software (apps) que se instala en los móviles o tabletas para ayudarle al individuo a desplazarse en la ciudad mediante el uso de un taxi compartido con otra persona en el cual conocerá además de su destino, el sexo, la hora del viaje, duración y tarifa a pagar en aras de utilizar la misma ruta para los acompañantes.

Las situaciones analizadas consistieron en responder si usaría o no un taxi compartido. En cada situación se le presentaron varios escenarios los cuales correlacionan el ahorro de costos de traslado (en dólares americanos), la duración del trayecto (en minutos), el sexo del acompañante y la hora del viaje. Para este experimento se genera inicialmente una prueba piloto mediante una encuesta de preferencias declaradas PD (Kenneth, 2003). En ella se supuso el ahorro en la tarifa del servicio, el tiempo de viaje, el sexo de los acompañantes y el periodo del viaje en el taxi compartido (Moreno, 2011). Estas variables se correlacionan con el servicio del taxi actual y el uso del vehículo particular, una vez analizada la población objetivo se obtienen los parámetros de interés a partir de la estimación de modelos econométricos de elección discreta (Pompilio, 2006), los cuales permitirán una mejor representación de los patrones de comportamiento de los individuos en la elección (Brownstone, 2000) y (Kenneth, 2003), dentro del conjunto disponible de alternativas mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivas. En este caso, se plantearon dos alternativas donde se presentaron nueve escenarios para lo cual el individuo debería elegir su preferencia de forma favorable (Si) o desfavorable (No) con miras a maximizar el bienestar económico y social (Marquez, 2013). Asimismo, el proyecto experimental mostró los beneficios entre la reducción de los costos, disminución de la congestión en las zonas metropolitanas de la ciudades colombianas y el mejoramiento de la situación ambiental (Calmet, 2011).

Tabla 1. Diseño Ortogonal de Efectos Principales

Tratamiento	Taxi Compartido				Codificación en Forma Binaria			
	Costo	Tiempo	Acompañante	Periodo	Costo	Tiempo	Acompañante	Periodo
1	3000	25	Hombre	Diurno	0	0	0	0
2	3000	30	Mujer	Diurno	0	1	1	0
3	3000	35	Hombre	Nocturno	0	2	0	1
4	9500	25	Mujer	Nocturno	1	0	1	1
5	9500	30	Mujer	Diurno	1	1	1	0
6	9500	35	Hombre	Diurno	1	2	0	0
7	16000	25	Hombre	Diurno	2	0	0	0
8	16000	30	Hombre	Nocturno	2	1	0	1
9	16000	35	Mujer	Diurno	2	2	1	0

Por otro lado, se obtuvo información adicional para caracterizar el viaje y nutrir el modelo (Guerrero, 2013), garantizando que la metodología y aplicación estimada satisfaga la relación entre taxi-compartido, tiempos de espera, demanda de los clientes y la oferta. (Wong, 2008). El diseño de la encuesta se basó en los principios de ortogonalidad que muestra la Tabla 1. La combinación de estos cuatro atributos y sus niveles de variación dio lugar a un diseño fraccional factorial de $3^2 \times 2^2$ con un total de 36 tratamientos (Kocur et al, 1982).

El diseño se presentó al individuo mediante elecciones de 9 alternativas de diferentes casos de forma aleatorios (Sartori, 2006), en la Figura 2 se muestra la forma como se presentó una de las 9 alternativas de elección de la encuesta de PD.

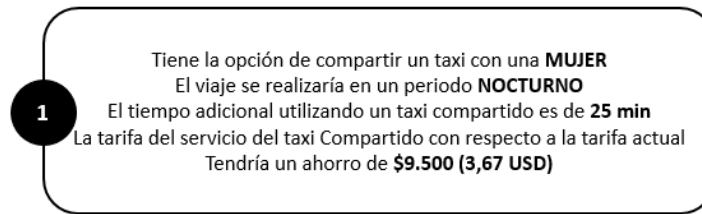


Figura 2. Ejemplo de presentación del Experimento al Individuo (Diseño PD)

En esta encuesta también se indagó acerca de los atributos socio-demográficos permitiendo conocer las características del viaje. En el experimento se incluyeron preguntas de tipo elección donde el individuo escoge la alternativa que considera mejor, Tabla 2. Para mayor detalle consultar Anexo 1.

Tabla 2. Presentación de un conjunto de alternativas con única selección.

Califique la tarifa del servicio de taxi al aeropuerto				
Muy alta			Muy baja	
1	2	3	4	5

5. DESCRIPCIÓN DE DATOS A UTILIZAR

Se estima un modelo binario que incluya la elección entre las dos alternativas de utilizar el taxi compartido sí o no. Luego la especificación de la función de utilidad es:

$$V_{jq} = ASC_j + \sum_k \theta_{kj} x_{jkq} \quad (9)$$

$$V_{no} = 0 \cdot ASC_{no}$$

$$V_{si} = ASC_{si} + \theta_c \cdot CostAh + \theta_p \cdot Periodo + \theta_s \cdot SexoAc + \theta_t \cdot TiempAh \quad (10)$$

Este modelo simple especifica coeficientes genéricos y efectos principales entre las variables independientes o atributos, que son los siguientes:

- ASC, θ : Constantes o coeficientes

- *CostAh*: costo de ahorro en pesos colombianos (COP\$) al compartir un taxi
- *Periodo*: hora del viaje del individuo diurno o nocturno
- *SexoAc*: sexo de las personas para compartir el taxi.
- *TiempAh*: Tiempo adicional de ahorro utilizando varias alternativas de taxi compartido

También fueron estimados modelos mixtos o de parámetros aleatorios ML, para lo cual se usó el software de uso libre BIOGEME, maximizando la función de Log-verosimilitud que se muestra a continuación:

$$l(\theta^*) = \sum_{q=1}^Q \sum_{A_j \in A(q)} g_{jq} \ln(P_{jq}) \quad (11)$$

Donde, $g_{jq} = 1$ si la probabilidad P_{jq} aparece en la ecuación y 0 en otro caso. En cada uno de los modelos obtenidos se verificó la consistencia de los signos y la significancia de los parámetros estimados.

6. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que para el experimento se realizaron 468 observaciones de individuos de los cuales se analizó que el promedio de edad a nivel de educación media fue de 17 años, para nivel educativo técnico fue 21 años, para nivel universitario fue de 23 años y para individuos de nivel educativo con posgrado superior a 30 años. Lo cual muestra un comportamiento acorde a las estadísticas realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE con relación a la Edad vs Nivel Educación, tal como se ilustra en la Figura 3.

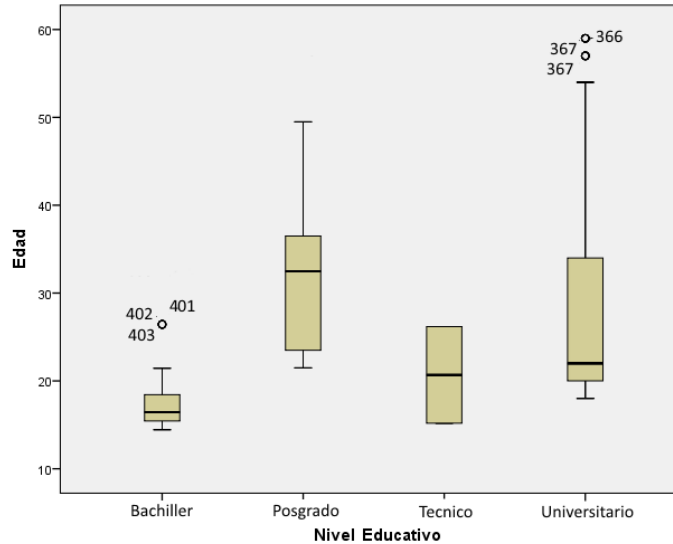


Figura 3. Correlación de datos Edad Vs Nivel educativo

Al analizar las alternativas de elección presentadas, donde las escalas de valoración se realizaron de 1 a 5 donde 1 correspondía a Muy probable y 5 a Improbable se obtuvo los siguientes

resultados, (ver figura 4 en el Anexo 2, donde se muestra el comportamiento estadístico de los individuos).

- (i). Para la tarifa del servicio de taxi al aeropuerto se observó que los individuos respondieron que era muy alta, notándose que las edades promedios que se inclinaron por esta opción variaban entre 20 y 30 años.
- (ii). Para la probabilidad de que el taxi al aeropuerto sufra un accidente la mayoría de los individuos con edad promedio superior a 30 años se identificaron que esto era poco probable y en una menor cuantía los individuos con 20 años afirmaron que era muy probable.
- (iii). Referente a compartir el taxi con otra persona disminuía la comodidad, la mayoría de encuestados con edad superior a 30 años optaron por afirmar que medianamente se sentían incómodos y un bajo porcentaje de individuos de 20 años se sentía muy incómodos.
- (iv). Con relación a la pregunta que probabilidad existe que el individuo sea robado en un taxi compartido con un desconocido las elecciones fueron distribuidas aproximadamente iguales entre muy probable, medianamente probable e improbable donde la edad promedio característica de esta afirmación vario entre 22 y 35 años siendo este último los que afirmaban que era improbable.
- (v). Para la alternativa que indica si compartir el taxi al aeropuerto es perjudicial para el gremio de taxistas, los encuestados se dividieron en afirmar que en algunos caso era muy perjudicial afirmación realizada por los individuos con edad promedio de 25 años y en otros casos no perjudicaba afirmación realizada por individuos de edad promedio de 42 años.
- (vi). Para la pregunta si compartir el taxi con otra persona ayuda al medio ambiente la elección de los individuos con edad de 25 años se centró en que ayuda mucho.

Ahora referente al análisis de las encuestas de preferencia declaradas (PD), se trabajó con un total de 468 observaciones. La tabla 3, resume los resultados de estimación de los modelos, obtenidos mediante la técnica de maximización de la verosimilitud, junto a cada parámetro estimado donde se muestra el estadístico t entre paréntesis y al final se presenta los test de bondad de ajuste que permitieron elegir el mejor modelo.

El análisis de los resultados consolidados en la tabla 3 llevó a elegir el modelo de coeficientes aleatorios ML puesto que presentó la máxima logverosimilitud y los mejores test de bondad de ajuste al ser comparado con los demás modelos estimados. Todos los signos obtenidos son consistentes con el comportamiento esperado de las variables y en general los parámetros estimados son estadísticamente significativos. Siendo así, el modelo predictivo para utilizar el taxi compartido será:

$$V_{si} = -0,876 + 0,00025 \cdot CostAh + 0,938 \cdot Periodo - 1,58 \cdot SexoAc + 0,557 \cdot TiempAh \quad (12)$$

Para lo cual se tiene un Valor Subjetivo del Tiempo (VST) del taxi compartido de COP\$222,80/min (US\$0,086). Al analizar los resultados del uso del taxi compartido en la noche con una mujer pagando la tarifa máxima compartida de COP\$16.000 (US\$6,17) con un tiempo de ahorro de 35min la probabilidad de compartirlo sería 76,4%, pero al analizar la misma situación variando el acompañante por un hombre los individuos lo elegirían en un 40% para lo cual se podrá afirmar los temores que existirían en los individuos en el periodo nocturno según su acompañante, ahora para el caso que el periodo sea diurno manteniendo la tarifa máxima y

variando el acompañante la diferencia de probabilidades se aumenta utilizándolo en compañía de una mujer en un 89,2% y en compañía de un hombre en 63,0%.

Tabla 3. Resultados de la estimación de Modelos Basados en las Encuestas de Preferencias Declaradas (PD).

Coeficientes Estimados para los Modelos Analizados			
Descripcion	Notacion Parametro	MNL Modelo Logit binario	ML Modelo de coeficientes aleatorios
Constante especifica taxi	ASC_1	0 -	0 -
Constante especifica Taxi Compartido	ASC_2	-0,802 (-0,90)	-0,876 (-0,93)
*Media de la variable aleatoria Costo de Ahorro	θ_c	0,00022 (8,96)	0,00025 (8,88)
*Media de la variable aleatoria Periodo de Viaje	θ_p	0,819 (3,29)	0,938 (3,51)
*Media de la variable aleatoria Sexo Acompañante	θ_s	-1,37 (-5,90)	-1,58 (-6,13)
*Media de la variable aleatoria Tiempo Ahorrado	θ_t	0,0479 (1,57)	0,0557 (1,71)
*Parámetro coeficiente aleatorio Tiempo	σ_t	- -	-0,0287 (-4,52)
Rho cuadrado	ρ^2	0,217	0,254
Log-verosimilitud inicial	$L(0)$	-321,717	-324,393
Log-verosimilitud en convergencia	$L(\theta)$	-248,84	-241,929
Razón de log-verosimilitud	LR	145,754	164,928
Chic cuadrado	χ^2	11,070	12,592
Observaciones	n	468	468

* θ_k es significativamente distinto de cero. Si $t > 1,96$ para un 95% de confianza se rechaza la hipótesis nula $\theta_k=0$ y se acepta que el atributo X_k tiene un efecto significativo.

Dada la utilidad en las diferentes condiciones expuestas para compartir el taxi, se podría planificar la operación de una flota de taxis compartidos en los cuales se tendría que contar con una reducida cantidad de vehículos para el periodo diurno con acompañantes mixtos y para el periodo nocturno con acompañante mujer disminuyendo el parque automotor en aproximadamente un 33%. Al presentarse ésta situación, se estima que al optimizar el uso del taxi (compartirlo) al aeropuerto, se dejaría de emitir el CO2 equivalente a la energía que consumen 5 casas todo el día. Se tienen antecedentes que la Aerolínea Iberia en España mediante el uso de taxi compartido refuerza su compromiso con el medioambiente. La aerolínea ha reducido las emisiones de CO2 por pasajero en un 12% acumulado durante los últimos cinco años, los cuales desde el momento de escoger un Taxi, se visualiza el ahorro económico y la reducción de emisiones de CO2 acumulada por el usuario a partir de sus viajes compartidos logrando una sostenibilidad del transporte utilizado con base a la del resto de países (Joinuptaxi, 2015).

7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mediante el análisis experimental de los factores que influyen en un individuo para tomar un taxi compartido, se puede utilizar como un precedente para Colombia en el costo de acceso generalizado al utilizar un vehículo particular o taxi con respecto a optar por recurrir a un taxi compartido. De igual manera las variables aplicadas sirven como insumo para modelos de elección al aeropuerto y se ajusta a los casos internacionales realizados para tales fines tal como sucede en estudios realizados por Carstens (2014), donde el VST del taxi compartido se estima en \$206,7/min COP (\approx US\$0,080) aproximadamente el valor estimado en Colombia, el cual fue calculado en \$222,80/min. COP (\approx US\$0,086).

Ahora al analizar la elección de un individuo referente al acompañante, éste tiene una influencia significativa sobre las personas que se desplazan desde y hacia al aeropuerto sobre el tipo de sexo con el que deseen compartir el taxi, la mayor elección se inclinó por elegir un acompañante de sexo mujer tanto en los periodos nocturnos como diurnos con una probabilidad promedio de 82,8% sobre una elección de sexo hombre de 17,2%. Situación está que el investigador puede tener en cuenta en términos de desarrollo de la infraestructura de transporte y la planificación de la ciudad futura, aportando alternativas de modos que satisfagan la necesidad de los usuarios y a la vez que contribuyan a la disminución de CO₂ y mejorando la sostenibilidad del transporte terrestre el cual se vería optimizado con una reducción del parque automotor hacia el aeropuerto en 2.373 vehículos entre particulares y taxis individuales del 7.192 que actualmente circulan desde y hacia el aeropuerto.

El uso de taxi compartido debe ser implementada mediante una aplicación móvil que le permita al individuo solicitar un viaje compartido seleccionando la opción “*compartir*” del menú de inicio y seguidamente mostrarle los viajeros que ya están esperando compañeros. De igual manera el software deberá permite al usuario filtrar por destino o ruta, sexo, periodo (diurno/nocturno) y fecha.

Por último se estima que el compartir un taxi es una decisión que se podría implementar siempre y cuando el Estado colombiano fije unas políticas que incidan un efecto en la demanda del transporte y en los beneficios que éste sistema aportaría al bienestar social y el medio ambiente. Atendiendo la necesidad que se está presentando con relación al taxi compartido, mediante la implementación de una aplicación móvil para todas las ciudades de Colombia, se ampliarían las oportunidades para compartir los viajes en taxi con las mínimas molestias de pasajeros. Esto, sin tener que recurrir a una exigente tecnología computacional, haciendo el uso del taxi cada día más eficiente y asequible a todos los estratos, logrando una disminución de las externalidades negativas en las ciudades. Futuros trabajos deben apuntar a evaluar con más detalle las limitaciones psicológicas de compartir un taxi, para entender las condiciones y sistemas de incentivos apropiados bajo las cuales los individuos están dispuestos a compartir el mismo vehículo.

REFERENCIAS


Aerocivil (2015). <https://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Estadisticas/Estadisticas-Operacionales/Transporte-Aereo/Paginas/Inicio.aspx>. Visitado en Febrero 10 de 2015.

- Busquin P. (2003). **External costs**. Belgium: European Communities. European Commission.
- Brownstone, D.. (2000). Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative - fuel vehicles. **Transportation Research**, 34, 315-338.
- Calmet, D.. (2011). El tiempo es dinero: calculo del valor social del tiempo en Lima metropolitana para usuarios de transporte urbano. **Estudios Economicos**, 20, 73-86.
- Cardon, N. (2007). The place of the taxi through urban mobility:its practices, positioning & potential for expansion, City on the move. **Institut de la Ville en Mouvement**. Lisboa.
- Carstens, S. (2014). Domestic airport passenger access mode choice decisions in a multi-airport region of South Africa. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, 8 , 1-7.
- Costa D. (2009). Performance and design of taxi services at airport passenger terminals. Lisbon: **Master in CTIS**, IST.
- De Rus Gines . (2003). **Economia del Transporte**. 1st Ed. Barcelona, España
- Dowling R. (2013). Shift the way you move: reconstituting. **PNAS**, 13290–13294.
- Dueker, K.J. (1977). Psychological factors. **Transportation Research Board**, 685–692.
- Gaonkar, P.D. (2013). Analysis of airport ground accessibility in India by explicating the case of CSI Airport, Mumbai. **International Journal of Scientific and Research Publications**, 7, 1-7.
- Guerrero, T. (2013). Modelación de viajes interurbanos de pasajeros en sistemas intermodales de baja demanda. **Revista EIA**, 10, 101-110.
- Gupta S., Vovsha P. &, Donnelly R.M. (2008). Air passenger preferences for choice of airport and ground access mode in the New York City Metropolitan region. **Transportation Research Board**. 2042, 3-11.
- Handke V. (2013). Flexible Ridesharing: **Springer Berlin Heidelberg**. Berlin.
- Harvey G. (1986). Study of airport access mode choice. **Journal of transportation Engineering**, 112, 525-545.
- Huw, W. (1977). On the formation of travel demand . **Enviroment and planning** 9A, 285-344.
- Invias. (2011). Volúmenes de Transito. **Ministerio de transporte**, Colombiano.
- John, N.A. (2013). The social logics of sharing. **The Communication Review**, 16, 113–131.
- Joinuptaxi (2015). <http://www.joinuptaxi.com/ciudad/taxi-en-madrid/>. Visitado en Febrero 20 de 2015.
- Kenneth, T. (2003). **Metodos de eleccion discreta con simulacion**. 1st Ed. España
- Kocur, G., T. Adler, W. Hyman y B. Aunet (1982). **Guide to forecasting travel demand with direct utility assessment**. Technical Report. U.S. Department of Transportation. UMTA-NH-11-0001-2-1.
- Kouwenhoven M. (2008). **The Role of Accessibility in Passengers' Choice of Airports**. Paris: OECD Discussion Paper.
- Mamdoohi A.R., Saffarzade M., Tahepour A. & Yazdan Panah M. (2012). Modeling air passengers ground access mode choice: A case study of IKIA. **International Journal of Modeling and Optimization**, 2(2), 147-152.
- Márquez, L.G. (2012). Experimental analysis of factors affecting mobile. **Revista Facultad de Ingeniería**. Universidad de Antioquia, 62, 55-65.
- Marquez Luis . (2013). Disposición a pagar por reducir el tiempo de viaje en Tunja (Colombia): Comparación entre estudiantes y trabajadores con un modelo Logit mixto. **Lecturas de Economía**, 78, 45-72.
- Ministerio de Transporte. (2001). **Por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi**. Bogotá. Colombia.
- Moreno, D. (2011). Policies to influence on the modal choice of the private vehicle users in universities: study case : Universidad de Antioquia . **Dyna**, 165, 101-111.

- Ortuzar J. D. (2008). **Modelos de Transporte**. 1st Ed. Pedro Cid S.A. España.
- Santi, P., Resta, G., Szell, M., Sobolevsky, S., Strogatz, S., & Ratti, C. (2013). Taxi pooling in New York City: a network-based approach to social sharing problems. **Physics and Society. PNAS** 111(37), 13290-13294.
- Pompilio S. J. (2006). Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros. **Revista de Economía y Estadística**, 1-31.
- Sartori. J. (2006). Diseño de un experimento de preferencias. **Revista de Economía**, XLIV (2), 81-123.
- Skinner R.E. (1976). Airport choice: an empirical study. **Transportation Engineering Journal**, 4(102), 871-882.
- Tam M., Lam W.H.K. & Lo H. (2011). The impact of travel time reliability and perceived service quality on airport ground access mode choice. **Journal of Choice Modelling**, 2(4), 49-69.
- Wong K.I. (2008). Modeling urban taxi services with multiple user classes and vehicle modes. **Transportation Research Part B**, 985-1007.

ANEXO 1

Tabla 2. Encuesta de atributos socio-demográficos para caracterizar los viaje

 UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	ENCUESTA PARA ESTUDIAR EL USO DEL TAXI COMPARTIDO																																								
CONFIDENCIAL: Los datos que la UPB solicita en este formulario son estrictamente confidenciales y en ningún caso tienen fines distintos al objeto de la encuesta. OBJETIVO: Experimento del uso del taxi compartido.																																									
A. IDENTIFICACIÓN Y CONTROL DE LA ENCUESTA																																									
Código: _____ Ciudad: Bucaramanga Fecha: DD MM AA																																									
1. Edad: <input type="text"/> <input type="text"/> 2. Sexo: <input type="radio"/> M <input type="radio"/> F																																									
3. Último nivel educativo aprobado: <input type="radio"/> Primaria <input type="radio"/> Bachillerato <input type="radio"/> Técnico/tecnológico <input type="radio"/> Universitario <input type="radio"/> Posgrado <input type="radio"/> Otro <input type="radio"/> NR																																									
4. Actividad principal: <input type="radio"/> Estudio <input type="radio"/> Trabajo <input type="radio"/> Negocios <input type="radio"/> Otra <input type="radio"/> NR																																									
5. Posee vehículo <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/> NR																																									
B. CARACTERÍSTICA DEL VIAJES																																									
6. Usted regresa hoy mismo: <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No <input type="radio"/> NR																																									
7. Viaja solo o acompañado: <input type="radio"/> solo <input type="radio"/> acompañado <input type="radio"/> NR																																									
8. Cual es su motivo de viajes: <input type="radio"/> Trabajo <input type="radio"/> Estudio <input type="radio"/> otros <input type="radio"/> NR																																									
9. Que modo de transporte utilizó para llegar al aeropuerto: <input type="radio"/> Auto Particular <input type="radio"/> Taxi <input type="radio"/> BUS <input type="radio"/> NR																																									
10. Usted viaja Frecuentemente por avión SI <input type="radio"/> NO <input type="radio"/>																																									
B. CARACTERÍSTICA DEL VIAJES																																									
11. Califique la tarifa del servicio de taxi al aeropuerto <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Muy alta</td> <td colspan="5">Muy baja</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	Muy alta					Muy baja					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	15. Compartir el taxi al aeropuerto es perjudicial para el gremio de taxistas <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Muy perjudicial</td> <td colspan="5">No lo perjudica</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	Muy perjudicial					No lo perjudica					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Muy alta					Muy baja																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
Muy perjudicial					No lo perjudica																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
12. Probabilidad de que el taxi al aeropuerto sufra un accidente <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Muy probable</td> <td colspan="5">Poco probable</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	Muy probable					Poco probable					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	16. Compartir el taxi con otra persona ayuda al medio ambiente <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">No ayuda nada</td> <td colspan="5">Ayuda mucho</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	No ayuda nada					Ayuda mucho					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Muy probable					Poco probable																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
No ayuda nada					Ayuda mucho																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
13. Compartir el taxi con otra persona disminuye su comodidad <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Mucho</td> <td colspan="5">Nada</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	Mucho					Nada					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	17. Probabilidad de que sea robado en un taxi compartido con un desconocido <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Muy probable</td> <td colspan="5">Improbable</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	Muy probable					Improbable					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mucho					Nada																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
Muy probable					Improbable																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
14. Probabilidad de que sea robado en un taxi viajando solo <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="5">Muy probable</td> <td colspan="5">Improbable</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td> </tr> </table>	Muy probable					Improbable					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																					
Muy probable					Improbable																																				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																
C. ENCUESTA DE PREFERENCIA DECLARADA																																									
Este es un experimento en el que se supone que existe una aplicación de software (APP) que se instala en su móviles o tablets para ayudarle a desplazarse desde y hacia el Aeropuerto Palonegro, en el se le facilitara el uso de un taxi compartido con otra persona en el cual se conocerá previamente su destino en aras de utilizar la misma ruta de destino para los dos. Siendo así, a continuación le serán presentadas unas situaciones hipotéticas en las que deberá responder si usted usaría o no un taxi compartido. En cada situación encontrará varios escenarios los cuales correlacionaran el ahorro de los costos de traslado, los tiempos adicionales, el acompañante y el periodo de viaje con el que se compartiría el taxi. Por favor intente vivir los escenarios planteados, evalúe cada una de esas situaciones independientemente de las demás y responda con LA MAYOR SINCERIDAD POSIBLE si usaría o no el taxi compartido.																																									
1. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 2. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 3. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 4. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 5. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 6. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 7. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 8. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No 9. <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> No																																									

ANEXO 2

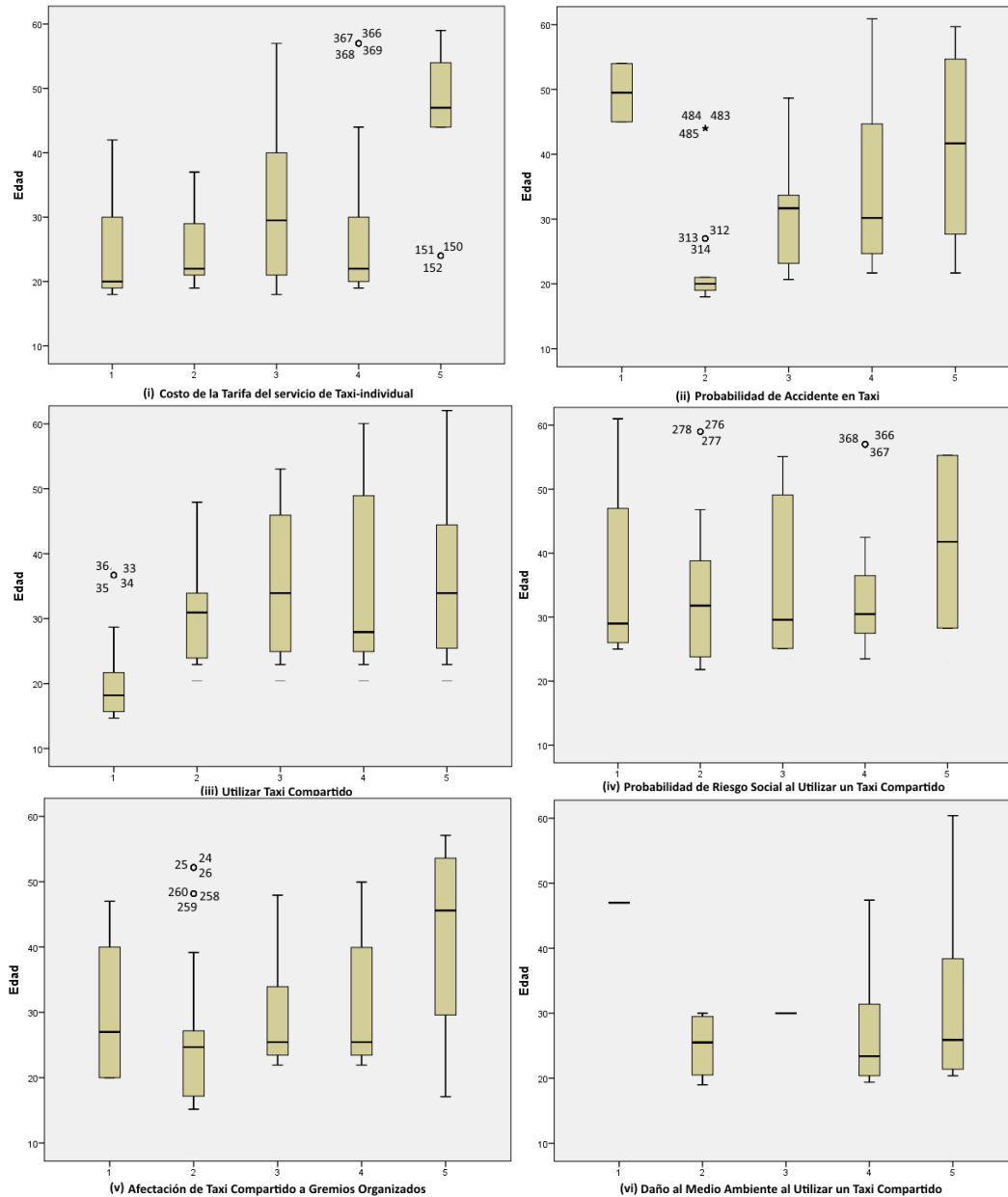


Figura 4. Análisis de alternativas de selección cuando en la característica del viaje se presentan variables de elección donde la opción 1 es Muy Probable y la opción 5 es Improbable