

# **IMPACTO DEL AMBIENTE CONSTRUIDO SOBRE LOS VIAJES MOTORIZADOS**

**Alicia Riera**

**Instituto de Investigación y Formación en Administración Pública  
Universidad Nacional de Córdoba. Argentina  
rieraalicia@gmail.com**

**María Julia Brusa**

**Instituto de Investigación y Formación en Administración Pública  
Universidad Nacional de Córdoba. Argentina  
arqbrusa@gmail.com**

## **RESUMEN**

A partir de información de la encuesta domiciliaria de origen y destino de viajes realizada en la ciudad de Córdoba en el año 2008, se formula un modelo logit multinomial de elección modal. Controlados los factores socioeconómicos, el análisis busca demostrar la influencia de la densidad residencial, la diversidad de usos del suelo y la conectividad de la red sobre la propensión de los individuos a realizar viajes en automóvil, transporte público ó modos no motorizados. Los resultados obtenidos son consistentes con la intuición indicando que usos del suelo diversos y entornos densos y conexos, reducen la propensión a viajar en auto particular, aumentando la preferencia por los modos no motorizados. Este estudio intenta avanzar en el desarrollo de una línea de investigación poco explorada a nivel local.

**PALABRAS CLAVES:** movilidad, ambiente construido, usos del suelo

## **1. INTRODUCCION**

Como consecuencia de los efectos adversos del creciente uso del automóvil se generan a nivel urbano numerosos trastornos e inconvenientes entre los que se encuentran la congestión del tránsito, la contaminación ambiental y el aumento de la accidentalidad. Esta problemática se presenta en ciudades de variados tamaños que van desde extensas y populosas áreas metropolitanas hasta ciudades pequeñas con una gran concentración de actividades en sus áreas centrales, exigiendo realizar inversiones cada vez más costosas y que generalmente resultan insuficientes para atender una demanda en constante aumento.

Una estrategia que ha sido considerada para influir sobre la demanda de viajes consiste en la planificación del ambiente urbano basada en diseños y criterios que promuevan la caminata y otros modos no motorizados desalentando, al mismo tiempo, la realización de viajes en automóvil. Este enfoque ha generado una línea de investigación dirigida a estudiar la influencia que el ambiente construido<sup>1</sup> ejerce sobre el comportamiento de los viajes.

Si bien el objetivo del estudio es la formulación de modelos, se espera contribuir al desarrollo de esta línea de investigación a través del análisis de los datos disponibles y de los procedimientos aplicados, produciendo aportes en relación a aspectos metodológicos.

## **2. ANTECEDENTES**

No se conocen antecedentes a nivel local acerca de investigaciones que consideren el impacto que el uso del suelo y la configuración urbana ejercen sobre la movilidad. Las referencias sobre esta temática corresponden principalmente a casos de Estados Unidos, además de un acotado número de trabajos realizados en universidades brasileras.

La mayoría de los estudios conducidos en otras realidades donde se han producido avances en este sentido han investigado las variables que influyen sobre la movilidad en modos motorizados, especialmente en automóvil particular. Las variables analizadas por lo general abarcan características socioeconómicas de los individuos y de los hogares a los que éstos pertenecen, el ambiente circundante, factores actitudinales y cualidades de los modos de transporte alternativos

Algunos estudios han considerado el efecto de las variables del ambiente construido sobre los viajes motivados por trabajo (Cervero, 1991; Eash, 1999) y en otras oportunidades aquellos viajes por motivos distintos al trabajo (Kockelman, 1996; Boarnet et al, 1998, Eash, 1999; Rajamani, 2002; Leck, 2006 ). En otros casos no se realiza una desagregación por motivo ó se analizan ambas alternativas en el contexto del mismo estudio (Cervero, 1998; Khattak et al, 2005; Shay et al, 2006; Grieco, 2010).

Se han formulado modelos donde la variable dependiente ha correspondido al número total de viajes, a la tasa de ocupación de los vehículos, a los vehículos - kilómetros recorridos (Kockelman, 1996) ó bien a la probabilidad de elegir un modo de transporte determinado (Cervero, 2002, Rajamani, 2002).. De igual modo el tipo y la cantidad de variables

---

<sup>1</sup> El ambiente construido abarca aspectos como la densidad residencial, la forma urbana y los usos del suelo.

independientes varía entre los distintos estudios revisados con miras a la presente investigación.

Uno de los primeros estudios sobre la relación entre la configuración urbana y el comportamiento de viajes (Levinson & Wynn, 1963), encuentra que la densidad barrial reduce la frecuencia de realización de los viajes vehiculares. Sin embargo, otro grupo de estudios reportan un débil impacto de la densidad en relación al comportamiento de viajes. En un caso (Schimek, 1996) se informa que un aumento del 10% en la densidad implica una disminución de apenas un 0,7% en los viajes en auto mientras que un incremento del 10% en los ingresos del hogar implica un aumento del 3% de los viajes en automóvil.

Cervero (1991) lleva a cabo una investigación que apunta a medir empíricamente la fuerza y magnitud de la relación existente entre usos del suelo suburbanos y diversos indicadores del comportamiento de viajes. Si bien el poder explicativo de los modelos formulados resulta bastante modesto, es suficiente para mostrar las asociaciones previstas en las proposiciones del autor:

- a. “Niveles elevados de viajes por trabajo en auto con destino en centros de actividades de gran escala, se encuentran asociados a ambientes construidos de baja densidad, usos del suelo exclusivos y amplia disponibilidad de estacionamientos. Asimismo, los viajes en transporte masivo y a pie se potencian en entornos de características diametralmente opuestas, alta densidad, usos múltiples y limitaciones de estacionamiento.
- b. Ambientes suburbanos de usos mixtos muestran tasas de generación de viajes en auto relativamente reducidas desde el momento que en estos entornos existe una mayor tendencia a compartir viajes, caminar o pedalear”.

Numerosos estudios muestran que escenarios de uso del suelo mixtos impactan significativamente sobre la elección modal de los individuos (Leck, 2006). Sin embargo la naturaleza de esta relación es bastante compleja por lo que los resultados de las investigaciones realizadas en torno a la influencia de la mezcla de usos sobre los viajes son bastante heterogéneos debido, en parte, a la gran subjetividad inherente a definir y cuantificar el ambiente mixto.

Diseños con cuadras más cortas, veredas continuas y rutas muy interconectadas reducen los viajes en automóvil, la cantidad de vehículos-kilómetros recorridos y generan un mayor tránsito peatonal (Crane, 1996; Ryan & McNally, 1995; Plaut & Boarnet, 2003). Numerosos autores investigaron los beneficios de los patrones de configuración vial típicos de los planes urbanísticos Neo-Tradicionales que muestran una configuración vial de grilla. Los patrones de circulación de la grilla tradicional reducen los vehículos-kilómetros recorridos en un 57% (Kulash et al, 1990).

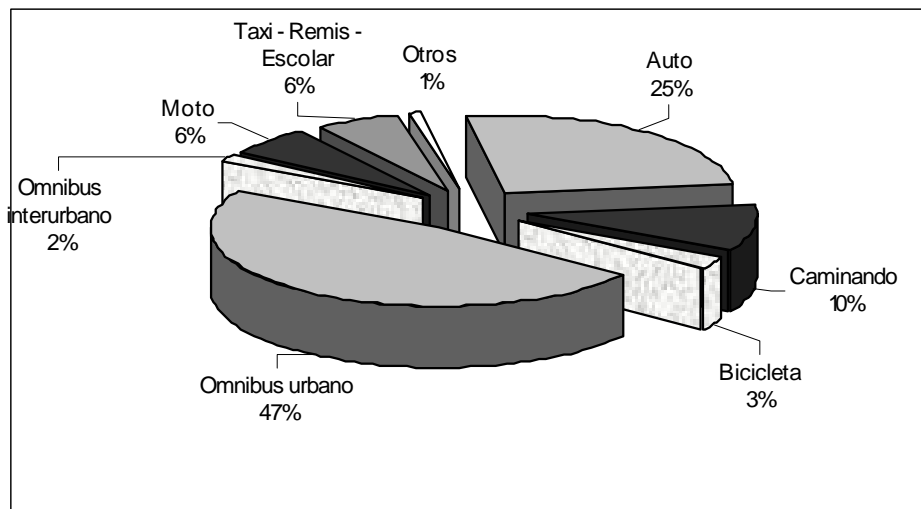
### **3. MARCO GEOGRAFICO O CONTEXTO DEL ESTUDIO**

La ciudad de Córdoba cuya población según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2010 alcanza a 1.330.000 habitantes, está experimentando un esquema de crecimiento que dificulta la aplicación de herramientas de la planificación y la regulación para gestionar el espacio urbano. Este fenómeno se caracteriza por profundas transformaciones a través de los procesos de metropolización, de expansión de la periferia basada en la extensión de la

urbanización sobre suelo rural a baja densidad, ya sea con el formato de barrio cerrado ó de planes de vivienda social promovidos por el Estado; y renovación parcial del tejido de barrios tradicionales por medio de inversiones concentradas en materia de vivienda (Caporossi, 2006).

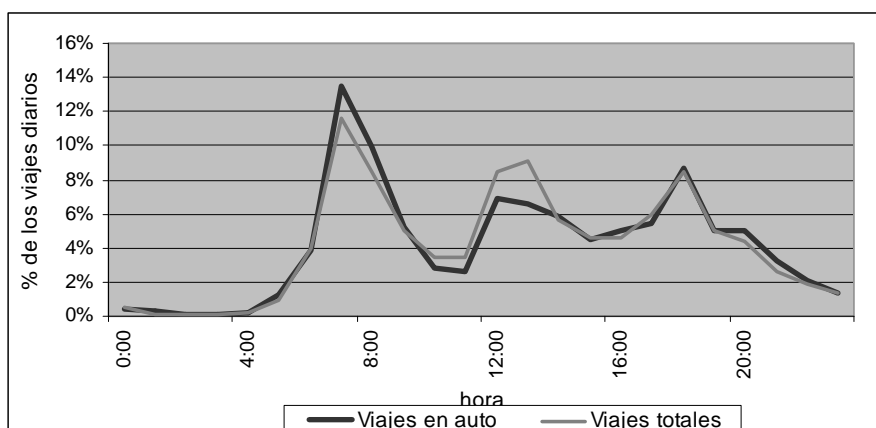
Naturalmente la red vial urbana con su estructura radio concéntrica y dotada de escasas vinculaciones periféricas no tiene capacidad para soportar las demandas generadas por los fenómenos urbanos descritos en el párrafo anterior. Esto se traduce en bajos niveles de servicio e importantes demoras para la población que debe movilizarse por diversos motivos.

El medio de transporte más empleado es el modo masivo actualmente prestado por tres empresas, dos privadas y una estatal. Las empresas privadas ofrecen servicios de ómnibus convencionales en tanto que la empresa estatal complementa servicios de ómnibus convencional con servicios de ómnibus diferenciales y trolebús. La participación del auto particular es elevada, existiendo una tendencia a incrementarse su uso. En la Figura 1 puede observarse que el auto particular concentra la cuarta parte de los viajes realizados por personas pertenecientes a hogares de la ciudad de Córdoba, de los cuales aproximadamente 75.000 viajes, un 20% del total, se originan ó tienen destino en el Area Central. Con un factor de ocupación estimado en 1,17, ingresaban a fines del año 2008 diariamente al centro de la ciudad, alrededor de 64.000 automóviles particulares a los que se suman taxis, remis, vehículos de carga y unidades del transporte público de pasajeros.



**Figura 1. Distribución modal**

La distribución horaria de los viajes en auto se caracteriza por presentar dos picos pronunciados de concentración en coincidencia con las horas punta de los viajes totales, situación representada en la Figura 2:



**Figura 2: Distribución horaria de la demanda de viajes totales y en automóvil**

De lo anterior se deduce que existe una elevada concentración espacial y temporal que incide desfavorablemente sobre la fluidez del tránsito vehicular, generando externalidades negativas que menoscaban la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

## 4. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION

### 4.1. Fuentes de datos

La fuente de información primaria empleada en este estudio fue la encuesta domiciliaria de origen y destino de viajes realizada en la ciudad de Córdoba durante el mes de noviembre del año 2008, la que registró viajes realizados en días hábiles y por todos los medios. La información relevada incluyó, entre otras, medios empleados, motivos y horarios de inicio y finalización de los viajes, localización de orígenes y destinos basados en la zonificación definida, además de características individuales y de los hogares de los viajeros.

A partir de las fuentes de información secundaria se obtuvieron los datos necesarios para construir las variables que describen el ambiente construido. La densidad poblacional y residencial por zona de transporte se estimó a partir de los datos de cantidad de habitantes y número de viviendas ocupadas componiendo radios y fracciones censales<sup>2</sup>. Para la estimación de las variables que representan la mixtura de usos del suelo se utilizaron conjuntamente el Google Earth y publicaciones oficiales del Observatorio Urbano de la ciudad de Córdoba orientadas a la actividad económica donde se consigna la cantidad de establecimientos comerciales, de servicios e industriales registrados por barrio de la ciudad de Córdoba.

Otra fuente secundaria empleada fue cartografía de la ciudad de Córdoba<sup>3</sup> en soporte digital sobre la cual se determinaron las áreas de las zonas de transporte, la superficie destinada a cada tipo de uso del suelo y la cantidad de manzanas por hectárea dentro de las zonas definidas.

<sup>2</sup> Censo Provincial de Población y Vivienda, Año 2008. Instituto Provincial de Estadísticas y Censos

<sup>3</sup> Municipalidad de Córdoba

## 4.2. Construcción de la muestra

El proceso para construir la muestra involucró varios pasos. En primer lugar se compuso una base de datos de los viajes con las variables que los caracterizan, a la que se adicionó la caracterización del individuo que realiza cada viaje y de su respectivo hogar. Los datos correspondientes a los viajes y a la caracterización socioeconómica individual y del hogar fueron tomados de la encuesta de origen y destino de viajes, realizada en Córdoba en el año 2008, en tanto que los datos del ambiente construido relativos a cada zona de transporte debieron cargarse en la base de datos para su ulterior procesamiento.

En la Tabla 1 se especifican las variables que conforman la muestra empleada, su descripción, la especificación de los casos donde los datos requirieron ser recategorizados y los valores asumidos para realizar el procedimiento estadístico aplicado en este estudio.

**Tabla 1. Variables empleadas en los modelos de comportamiento de viajes**

Variable	Tipo de variable	Descripción	Valores asumidos
medioele	Dependiente	Elección del medio transporte público, auto ó no motorizado	Transporte público =1 Automóvil=2 No Motorizado=3 Otros=4
sexo	Independiente	Sexo de la persona que realiza el viaje	Masculino=1 Femenino=2
edad	Independiente	Edad de la persona que realiza el viaje	Variable continua
asisesc	Independiente	La persona que viajó asiste a un establecimiento educativo	1=asiste 0=no asiste
trabaja	Independiente	La persona que viajó trabaja	1=trabaja 0=no trabaja
nivel	Independiente	Nivel socioeconómico de la persona que viajó	Nivel bajo/medio bajo=1 Nivel medio alto/alto=2
licenauto	Independiente	La persona que viajó posee licencia de conductor	Posee licencia=1 No posee licencia=0
dresorig	Independiente	Densidad residencial en la zona donde tiene origen el viaje	Variable continua
diverori	Independiente	Diversidad de usos del suelo en la zona donde tiene origen el viaje	Variable continua
manzori	Independiente	Manzanas por hectárea en la zona donde tiene origen el viaje	Variable continua
dresdest	Independiente	Densidad residencial en la zona de destino del viaje	Variable continua
diverdes	Independiente	Diversidad de usos del suelo en la zona de destino del viaje	Variable continua
mnzdest	Independiente	Manzanas por hectárea en la zona en la zona de destino del viaje	Variable continua

La muestra final empleada para efectuar el análisis incluye 11.265 viajes de individuos pertenecientes a 2.343 hogares diferentes localizados en la ciudad capital de Córdoba de los cuales un 35% son motivados por trabajo ó estudio y un 16% por otros motivos, teniendo en cuenta que un 49% corresponde al regreso al hogar.

## **5. LOS MODELOS**

A través de la aplicación de un modelo logit multinomial que permite la modelización de más de dos alternativas, se estima la elección modal entre transporte público, automóvil, modos no motorizados y otros. La hipótesis a examinar plantea que medidas de la forma urbana como la densidad, la diversidad en los usos del suelo y la conectividad de la red vial pueden explicar el comportamiento de los viajes. Desde el punto de vista de la aplicación de políticas lo anterior implicaría que la adecuada gestión de estas dimensiones del ambiente construido puede contribuir al manejo de la movilidad urbana.

### **5.1. Variables modeladas**

Las variables estudiadas para su inclusión en el modelo se agrupan de acuerdo a tres categorías:

- a. Características sociodemográficas individuales y del hogar: abarcó la exploración de las variables sexo, edad, posesión de licencia de conducir, situación ocupacional, asistencia a institución educativa y nivel socioeconómico.
- b. Características de los viajes: se consideró la influencia del tiempo de viaje percibido como medida representativa del costo de viaje generalizado.
- c. Medidas de la forma urbana: se consideraron tres medidas del ambiente construido.: la densidad poblacional/residencial, la diversidad de los usos del suelo y el diseño de la red vial.

La densidad poblacional y la densidad residencial medidas en habitantes por hectárea y viviendas ocupadas por hectárea, respectivamente, ha sido empleada en la especificación de modelos sustituyendo a otras variables de la forma urbana excluidas de los modelos, lo que muchas veces ha falseado su verdadero impacto

La diversidad hace referencia a la variedad presente en la distribución de los usos del suelo. En este sentido resulta factible categorizar los usos de acuerdo a la siguiente clasificación: 1. residencial - 2. comercial 3. institucional - 4. salud y educación 5. espacios verdes y recreación - 6. industrial.

La estimación de la cantidad de hectáreas destinadas a cada tipo de uso del suelo indicado se llevó a cabo con el mayor detalle que resultó posible empleando el programa Google Earth. Superponiendo los límites de las zonas definidas para la encuesta de origen y destino de viajes con la imagen satelital histórica del año correspondiente a la realización de la encuesta, se identificaron superficies de tierra vacante, parques y plazas, predios deportivos, centros comerciales, institucionales y sanitarios, áreas industriales y secciones primordialmente residenciales. El área de cada sector definido fue medida en AutoCAD. Estas estimaciones se ajustaron en base a los datos contenidos en una publicación oficial del Observatorio Urbano de la ciudad de Córdoba orientada a la actividad económica en la cual se consigna la cantidad de establecimientos comerciales, de servicios e industriales registrados por barrio de la ciudad

de Córdoba, requiriéndose para tal fin agrupar los barrios contenidos dentro de cada zona de transporte.

Con los datos estimados se calculó una variable que describe la diversidad del uso del suelo de acuerdo a la siguiente expresión (Rajamani et al, 2002):

$$Diversidad\ de\ la\ mezcla\ de\ usos\ del\ suelo = 1 - \left\| \frac{\left\{ \frac{r}{T} - \frac{1}{4} \right\} + \left\{ \frac{c}{T} - \frac{1}{4} \right\} + \left\{ \frac{i}{T} - \frac{1}{4} \right\} + \left\{ \frac{o}{T} - \frac{1}{4} \right\}}{\frac{3}{2}} \right\|$$

dónde: r = hectáreas de uso residencial (viviendas uni y multi-familiares); c = hectáreas de uso comercial; i = hectáreas de uso industrial, o = hectáreas destinadas a otros usos, y T = r + c + i + o.

El diseño, asociado a la configuración de la red vial, puede caracterizarse por medio de diferentes índices. Para el caso analizado se adopta el número de manzanas por hectárea contenidas dentro de cada zona de transporte, variable que es calculada mediante un simple conteo.

## 5.2. Formulación del modelo

El procedimiento seguido para formular el modelo contempló por un lado la lógica intuitiva empleada para seleccionar las variables y evaluar sus posibles efectos. En la práctica se testearon las variables preseleccionadas agregándolas sistemáticamente a la formulación inicial (modelo sólo constante) y descartando aquellas que resultaran no significativas ó que se encontraran correlacionadas con alguna variable seleccionada.

Inicialmente se estimó el modelo base incluyendo únicamente las variables de índole socioeconómica. En la Tabla 2 se comparan los estadísticos obtenidos en la formulación inicial con los del modelo ampliado el cual contiene las variables del ambiente construido, habiéndose realizado estimaciones para dos agrupamientos de motivos de viajes definidos.

**Tabla 2. Resumen de estadísticos**

Modelo	Chi-cuadrado	Grados de libertad	Sig	Estadísticos pseudo R <sup>2</sup>		
				Cox and Snell	Nagelkerke	McFadden
Base <i>Viajes por trabajo ó estudio</i>	1795,04	21	0,000	0,396	0,435	0,208
Ampliado <i>Viajes por trabajo ó estudio</i>	2128,1	39	0,000	0,450	0,494	0,247
Base <i>Viajes por otros motivos</i>	821,5	21	0,000	0,445	0,489	0,246
Ampliado <i>Viajes por otros motivos</i>	1011,8	39	0,000	0,516	0,568	0,303



En ambos casos la hipótesis de que no existen efectos de las variables es rechazada. La prueba de chi-cuadrado que compara la máxima verosimilitud del modelo reducido con la del modelo final ó ampliado, arroja estadísticos igual a 2.128,1 y a 1.011,8, los cuales superan al valor crítico del chi-cuadrado correspondiente a 39 grados de libertad, La hipótesis de ausencia del efecto de las variables se rechaza a cualquier nivel de confianza razonable.

Las mejoras experimentadas en los valores de los estadísticos razón de verosimilitud y los pseudo  $R^2$  muestran que las variables del ambiente construido introducidas en el modelo contribuyen a explicar la elección modal.

En las Tablas 3 y 4 se exhiben los resultados de la estimación del modelo logit multinomial motivados por trabajo ó estudio y por motivos distintos al trabajo y al estudio, respectivamente. El efecto de las variables exógenas sobre las utilidades de los tres modos (automóvil, transporte público y no motorizado) relativas al modo “otro” se encuentra representado por los coeficientes estimados. Se analizarán los efectos de las distintas variables analizando los resultados del modelo formulado para los viajes por motivo de estudio y trabajo, distinguiendo la influencia de dichas variables también en el caso del modelo formulado para los viajes por motivos distintos al trabajo y el estudio. A tal efecto y con el objeto de simplificar la redacción del texto, de aquí en adelante los viajes por motivos de trabajo ó estudio se denominarán viajes tipo I mientras que aquellos por otros motivos se designarán viajes tipo II.

**Tabla 3. Resultados del modelo logit multinomial estimado -  
Viajes motivados por trabajo ó estudio (Tipo I)**

Variable	Automóvil		Transporte público		No motorizado	
	Coeficiente	Sig	Coeficiente	Sig	Coeficiente	Sig
<b>Constantes</b>	1,839	0,000	-2,596	0,000	-4,461	0,000
<b>Sociodemográficas del hogar</b>						
Nivel socioeconómico	-0,819	0,000	0,258	0,034	1,229	0,000
<b>Sociodemográficas del individuo</b>						
Sexo	0,142	0,304	0,760	0,000	0,338	0,022
Edad	0,040	0,000	0,042	0,000	0,034	0,000
Asistencia a establecimiento educativo	-0,582	0,004	-0,750	0,000	-0,834	0,000
Situación ocupacional	0,113	0,563	0,455	0,010	0,386	0,083
Posesión de licencia de conductor	-1,728	0,000	-0,062	0,686	0,220	0,275
<b>Características de los viajes</b>						
Tiempo de viaje percibido	-0,010	0,049	0,062	0,000	0,002	0,691
<b>Medidas de la forma urbana</b>						
Densidad residencial en origen	-0,006	0,174	0,009	0,032	0,019	0,000
Indice de diversidad de usos del suelo en origen	-0,519	0,406	0,260	0,616	-0,737	0,280
Manzanas por hectárea en origen	-0,465	0,176	0,733	0,021	0,335	0,421
Densidad residencial en destino	0,001	0,65	0,010	0,000	-0,003	0,450
Indice de diversidad de usos del suelo en destino	0,130	0,817	-2,685	0,000	1,447	0,027
Manzanas por hectárea en destino	-0,382	0,333	-0,473	0,196	2,934	0,000

**Tabla 4. Resultados del modelo logit multinomial estimado-  
Viajes por motivos distintos al trabajo ó estudio (Tipo II)**

Variable	Automóvil		Transporte público		No motorizado	
	Coeficiente	Sig	Coeficiente	Sig	Coeficiente	Sig
<b>Constantes</b>	4,692	0,000	-0,788	0,278	-1,929	0,026
<b>Sociodemográficas del hogar</b>						
Nivel socioeconómico	-1,269	0,000	-0,234	0,252	0,365	0,143
<b>Sociodemográficas del individuo</b>						
Sexo	-0,033	0,889	-0,002	0,992	0,282	0,263
Edad	-0,019	0,006	-0,005	0,389	-0,001	0,940
Asistencia a establecimiento educativo	-0,291	0,422	0,078	0,813	-0,834	0,018
Situación ocupacional	-0,531	0,046	0,298	0,201	-0,172	0,536
Posesión de licencia de conductor	-1,946	0,000	0,261	0,302	-0,316	0,287
<b>Características de los viajes</b>						
Tiempo de viaje percibido	-0,014	0,148	0,085	0,000	0,025	0,006
<b>Medidas de la forma urbana</b>						
Densidad residencial en origen	-0,019	0,009	-0,005	0,344	0,013	0,011
Índice de diversidad de usos del suelo en origen	0,668	0,645	3,056	0,013	1,892	0,132
Manzanas por hectárea en origen	0,522	0,373	2,014	0,000	0,283	0,643
Densidad residencial en destino	-0,007	0,083	0,007	0,032	-0,003	0,596
Índice de diversidad de usos del suelo en destino	-3,001	0,228	-9,151	0,000	-0,571	0,670
Manzanas por hectárea en destino	-1,032	0,143	-3,124	0,000	1,935	0,011

Los signos estimados para la variable nivel socioeconómico indican que cuando los viajes son por trabajo ó estudio el estrato medio bajo observa una mayor propensión a utilizar medios no motorizados y en menor medida medios públicos en contraposición al uso del automóvil cuyo uso disminuye al aumentar la proporción de individuos pertenecientes a hogares de nivel medio-bajo. En el modelo estimado para viajes por otros motivos se acentúa el menor uso del automóvil, cambiando también la tendencia de uso del transporte público.

El sexo del individuo que viaja resulta una variable no significativa en la mayoría de los casos excepto en los casos de viajes por trabajo ó estudio donde el sexo femenino produce una utilidad positiva en la realización de viajes en transporte público y en modos no motorizados. La edad incide de manera similar y positiva cuando los viajes son del tipo I. mientras que cuando son del tipo II cambia el signo de su influencia y solamente resultan significativos para la alternativa automóvil.

La asistencia a educación, variable donde el coeficiente estimado para la “inasistencia” presenta una desutilidad en todos los casos significativos, exhibe la mayor incidencia sobre la elección de medios no motorizados tanto para los viajes tipo I como para los designados tipo II.

Para los viajes tipo I la variable “no trabaja” impacta positivamente y es significativa para los modos públicos y no motorizados. En el caso de los viajes tipo II el impacto sobre los viajes

en auto es negativo y significativo en tanto que para los viajes no motorizados resulta no significativo.

El coeficiente estimado para la variable “no posee licencia de conductor” resulta significativo únicamente para el medio automóvil en ambos grupos de los viajes examinados. El signo negativo indica la desutilidad lógica de no poseer licencia de conductor para los viajes en automóvil.

El tiempo de viaje percibido, variable representativa del nivel de servicio, ejerce un impacto negativo en los casos de viajes en auto mientras que para los demás modos el signo resulta positivo y contrario al esperado.

### **5.3. Impacto de las medidas de la forma urbana**

La forma urbana quedó representada por tres medidas que se analizaron en las zonas de origen y destino de los viajes con lo cual se obtuvieron estimaciones para un total de seis variables.

Una mayor densidad residencial impacta negativamente sobre la cantidad de viajes realizados en automóvil, cualquiera sea el motivo de viaje. En el caso de la densidad en destino para viajes motivados por trabajo resulta no significativa, lo cual parece lógico. Los modos públicos y no motorizados reciben una utilidad a partir de una mayor densidad residencial, observándose que en los casos en los que el signo resulta negativo la estimación resulta no significativa.

Al analizar la variable que describe la mixtura de los usos del suelo, se evidencia que en los viajes por trabajo ó estudio realizados en automóvil esta variable no ejerce ningún impacto significativo. Si lo hace cuando los viajes son del tipo II, reduciendo la propensión a realizar viajes en automóvil al incrementarse la diversidad de usos del suelo en la zona de destino del viaje. Con respecto a los demás modos algunos resultados son opuestos a los esperados. No obstante se observa un impacto positivo sobre los viajes no motorizados atribuible a una mayor mixtura en la zona de destino cuando los viajes son del tipo I, e idéntico efecto sobre viajes en medios públicos y no motorizados al aumentar la mixtura en origen, también para el caso de los viajes tipo II.

La conectividad de la red en la zona de destino impacta positivamente en la realización de viajes no motorizados, cualquiera sea el motivo de viaje. Para los viajes en automóvil el impacto es negativo siempre que la estimación resulta significativa. El caso de los viajes en transporte público muestra una mayor propensión a elegir este medio a mayor conectividad en la zona de origen del viaje mientras que en la zona de destino incide negativamente en contraposición a lo esperado.

## **6. CONCLUSIONES**

La investigación prueba que las variables del ambiente construido ostentan importancia dentro de los modelos de elección modal, cualquiera sea el motivo de los viajes. Pudo comprobarse que diseños más compactos de usos mixtos y más interconectados tienden a desalentar el uso del automóvil y a propiciar el uso de modos no motorizados. Si la sociedad persigue el objetivo de reducir la participación del automóvil, entonces la dirección de los

resultados obtenidos puede dar sustento a políticas de desarrollo urbano que, por ejemplo, contengan la expansión de la trama urbana y favorezcan la diversidad de los usos del suelo.

Si bien la inclusión de variables de la forma urbana resulta en una contribución marginal al modelo estimado, los resultados obtenidos ameritan continuar desarrollando esta línea de investigación. Para ello sería deseable contar con información más detallada a nivel geográfico ya que la agregación implícita en las zonas de transporte, conformadas a una escala superior a la conveniente para el caso estudiado, resulta en una pérdida de efectos locales. De igual modo un Sistema de Información Geográfico facilitaría la inclusión de otras variables del ambiente construido que no pudieron analizarse en este estudio por falta de datos y/o recursos para su procesamiento.

Otra limitación importante en relación a los modelos estimados en estudios realizados en esta área se genera a partir de la falta de homogeneidad en la medición de ciertas variables de la forma urbana lo que dificulta la comparación entre los modelos estimados y la generalización de los resultados obtenidos.

Las recomendaciones para estudios futuros se sintetizan en los siguientes puntos:

- Lograr una desagregación de la información para poder trabajar a una escala más reducida que redunde en una definición más precisa de las características locales.
- Efectuar ensayos empleando otras medidas de la forma urbana para testear su contribución a la mejora de los modelos.
- Formular modelos separando los datos en grupos que se diferencien de acuerdo a las características del ambiente construido para comparar los resultados obtenidos en cada caso.

## **REFERENCIAS**

CAPOROSSI, C, (2006), Planificación y crecimiento urbano. Ideas y reflexiones a partir del caso de la ciudad de Córdoba”. Departamento de publicaciones FAUD - UNC. Subsidiado por SECYT. Edición: 2006- ISBN 987-05-0918-5 pág. 22-40

CERVERO, R., (1991) Land Uses and Travel at Suburban Activity Centers. *Transportation Quarterly* Vol. 45, No. 4, pp. 479-491.

CERVERO, R., (2002), Built Environments and Mode Choice: Toward a Normative Framework. *Transportation Research D* ([www.elsevier.com/locate/trd](http://www.elsevier.com/locate/trd)), Vol. 7, pp. 265-284

CRANE, R., (1996), Cars and Drivers in the New Suburbs: Linking Access to Travel in Neotraditional Planning. *Journal of the American Planning Association* 62 (1):pp. 51–65.

EASH, R., (1999), Destination and Mode Choice. *Transportation Research Record* 1674, Paper N° 99-0746 pp. 1-8

GREENWALD, M., BOARNET, M., (2001), Built Environment as Determinant of Walking Behavior: Analyzing Non-work Pedestrian Travel in Portland, Oregon. *Transportation Research Record* 1780, pp.:33-42.

GRIECO, E.P.; SILVA PORTUGAL, L., (2010), Taxas de Geração de Viagens em Condomínios Residenciais - Niterói - Estudo De Caso. Revista Transportes, vol. XVIII, n 1, pp. 87-95.

KHATTAK, A., RODRÍGUEZ D., (2005), Travel Behavior in Neo-traditional Neighborhood Developments: A Case Study in USA. Transportation Research Part A 39. pp. 481-500.

KOCKELMAN, K., (1996), Travel Behavior as a Function of Accessibility, Land Use Mixing and Land Use Balance: Evidence from the San Francisco Bay Area. Thesis Document for the Master of City Planning Degree, University of California, Berkeley, pp 1-51.

KULASH, W., ANGLIN J., MARKS, D., (1990), Traditional Neighborhood Development: Will the Traffic Work?. Development 21, pp. 21-24.

LECK, E., (2006), The Impact of Urban Form on Travel Behavior: A Meta-Analysis. Berkeley Planning Journal, Volume 19, pp. 37-58

LEVINSON, H, F. HOUSTON W., (1963), Effects of Density on Urban Transportation Requirements. Highway Research Record N°2: pp. 38-64.

MCNALLY, M.G., RYAN, S., (1995), Accessibility of Neotraditional Neighborhoods: A Review of Design Concepts, Policies, and Recent Literature. Transportation Research Part A 29 (2): pp 87-105.

MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA, (2008), Barrios Bajo la Lupa. Sitio Web: <http://www.cordoba.gov.ar>. Córdoba, Argentina.

PLAUT, P., BOARNET, M., (2003), New Urbanism and the Value of Neighborhood Design. Journal of Architectural and Planning Research 20 (3): pp. 254-265.

PÖYRY, (2009), Base de datos en soporte informático de la Encuesta de Origen / Destino 2008 en la ciudad de Córdoba y Area Metropolitana.

RAJAMANI J., BHAT, C.R., HANDY, S., KNAAP G., SONG, Y., (2002), Assessing the Impact of Urban Form Measures in Nonwork Trip Mode Choice after Controlling for Demographic and Level-of-Service Effects. Paper Submitted in 2002 for Presentation and Publication Transportation Research Board 2003

SHAY E., KHATTAK, A.J., (2006), Autos, Trips and Neighbourhood Type: Comparing Environmental Measures. Transportation Research Record (TRB) Paper 07-1119 - TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM

SCHIMEK, P., (1996), Household motor vehicle ownership and use: How much does residential density matter?. Transportation Research Record, 1552, pp. 120-125.