

## MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES A NIVEL HOGAR

### 1.- INTRODUCCIÓN

Según Ortúzar (2000), los problemas de transporte, particularmente en el caso urbano, no han experimentado una variación en las últimas décadas. La congestión, las demoras, la contaminación urbana, los accidentes y el déficit financiero de las empresas municipales de transporte público siguen siendo hoy problemas importantes, que además se ven potenciados por el vertiginoso crecimiento de la población y del parque automotor, por la mayor necesidad de intercambio, por la crisis energética y la escasez de recursos. Este marco de referencia aplica perfectamente a la ciudad de Córdoba, que con una población del orden de 1.300.000 habitantes, presenta importantes problemas de movilidad urbana.

En varias oportunidades se han realizado estudios orientados a comprender mejor los requerimientos de desplazamiento de los habitantes, en particular el más reciente data del año 2000 y consistió en una encuesta de Origen y Destino encargada por la Municipalidad de Córdoba y realizada por el Instituto Superior de Ingeniería del Transporte de la Universidad Nacional de Córdoba (ISIT, 2000). Se dividió la ciudad en 37 zonas, donde se encuestaron alrededor de 4.600 hogares, 17.500 personas y 26.700 viajes en días laborables.

En la citada encuesta se registró, para cada vivienda, la cantidad de residentes con su edad y ocupación, el ingreso familiar, y la posesión de vehículos. Para cada persona mayor a cinco años se relevaron todos los viajes realizados el día anterior al de la entrevista, registrando el origen y destino, el motivo del viaje, la hora de inicio y el modo de transporte empleado. Los viajes a pie fueron considerados sólo cuando presentaban una longitud mayor a 10 cuadras.

Dentro del proceso de modelización de la demanda de transporte urbano, tradicionalmente el primer paso lo representa la etapa de generación y atracción de los viajes. Empleando la base de datos completa de la encuesta de origen y destino, el presente trabajo reporta los procesamientos realizados y resultados obtenidos correspondientes a tasas y modelos de generación de viajes a nivel de hogar.

En primer término se reporta la tasa de generación de viajes por persona por día hábil, según la ocupación de las personas. Para cada ocupación se reporta además el porcentaje de personas que no viajan. Similar procedimiento se detalla para cuatro grupos etarios, hasta 18 años, de 19 a 30 años, de 31 a 60 años y mayores a 60 años. Para motivos de trámites, compras, recreación y sociales se reportan los índices por persona para las diferentes ocupaciones y franjas etarias.

Posteriormente se realiza un análisis de la generación de viajes a nivel de hogar agrupando por nivel de ingreso y posesión de automóvil. Para motivos de trabajo y estudio se reportan los índices por familia para las diferentes categorías de ingreso y tenencia de automóvil.

Finalmente el documento detalla la estimación de modelos de generación de viajes a nivel del hogar. Se analizaron modelos de predicción para la totalidad de los viajes considerando todos los motivos y modos (modelo general), y para los viajes por motivo de trabajo y estudio y por los modos en automóvil y por transporte público.

## 2.- TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES POR PERSONA

Las tasas tienen en cuenta todos los motivos de viaje y modalidades de transporte.

En la encuesta, se había efectuado la siguiente clasificación referida a la ocupación de las personas:

- A: Ama de casa
- D: Desempleado
- E: Estudiante
- J: Jubilado
- O: Otro
- TC: Trabajador cuenta propia
- TE: Trabajador empleado (en relación de dependencia)

La Tabla N° 1 reporta las tasas de generación de viajes obtenidas para cada una de las ocupaciones y para el promedio, consignando así mismo, en cada categoría, el porcentaje de personas que no realizaba desplazamientos.

	Ocupación							Promedio
	A	D	E	J	O	TC	TE	
Tasa/persona	1,04	0,67	1,51	1,27	0,17	2,12	2,22	1,53
Tasa/persona que viaja	2.44	2.45	2.35	2.51	2.61	2.79	2.61	2.52
% personas que viajan	42.7	27.2	64.2	50.6	6.5	76.1	85.0	60.5

Tabla N° 1: Tasas de generación de viajes por persona por ocupación.

Puede advertirse que las personas que trabajan presentan índices muy superiores al promedio, con porcentajes de personas que viajan del orden del 80%, por su parte para los estudiantes se obtienen tasas similares a la media, con aproximadamente el 65% de individuos que viajan.

Con respecto a la edad se agruparon los datos en cuatro grupos etarios:

- Hasta 18 años: hasta 18
- Entre 19 y 30 años: 19-30
- Entre 31 y 60 años: 31-60
- Mayores a 60 años: mayor 60

La Tabla N° 2 muestra las tasas de generación de viajes obtenidas para cada una de las categorías y para el promedio, consignando así mismo, en cada franja etaria, el porcentaje de personas que no realizaba desplazamientos.

	Edad				Promedio
	Hasta 18	19 – 30	31 – 60	Mayor 60	
Tasa/persona	1.01	1.94	1.78	1.23	1,53
Tasa/persona que viaja	2.26	2.59	2.63	2.47	2.52
% personas que viajan	45.0	75.0	67.8	49.6	60.5

Tabla N° 2: Tasas de generación de viajes por persona por grupo etario.

Los grupos entre 19 y 60 años presentan índices de generación superiores al promedio, con porcentajes de personas que viajan del orden del 70%, por su parte

para los grupos hasta 18 años y mayores de 60 años se obtienen tasas menores a la media, con aproximadamente el 47% de individuos que viajan.

La tasa media de generación de viajes por persona resulta de 1,53. Este valor, según el Transportation Planning Handbook (1999), resulta similar al de Turquía, del orden de la mitad de los países desarrollados de Europa, y del orden del 40% con respecto a Estados Unidos de Norte América.

En lo referente a motivos de viaje, en la encuesta se habían registrado las siguientes categorías:

- Trabajo (21,0 % del total)
- Estudio (13,7 % del total)
- Trámites (7,0 % del total)
- Compras (2,2% del total)
- Recreación (1,6 % del total)
- Social (4,0 % del total)
- Regreso al hogar (48 % del total)
- Otros (2,5 % del total)

Los viajes por motivo de trabajo y estudio obviamente corresponden casi totalmente a las ocupaciones TC, TE y E. Resulta de interés estimar las tasas de generación para el resto de los motivos.

La Tabla N° 3 suministra dicha información para cada ocupación, en los motivos de trámites, compras, recreación y sociales.

	Ocupación						
	A	D	E	J	O	TC	TE
Trámites	0,211	0,141	0,019	0,312	0,021	0,128	0,063
Compras	0,079	0,023	0,009	0,076	0,013	0,047	0,022
Recreación	0,025	0,017	0,038	0,030	0,009	0,017	0,015
Social	0,098	0,053	0,037	0,141	0,011	0,052	0,054

Tabla N° 3: Tasas de generación de viajes por persona según ocupación y motivo.

Puede advertirse que para los motivos de trámites, compras y sociales, los mayores índices de generación corresponden a amas de casa y jubilados, en tanto que para motivos de recreación a los estudiantes.

La Tabla N° 4 reporta similar información, pero en este caso referida a los grupos etarios citados previamente

	Edad			
	Hasta 18	19 – 30	31 – 60	Mayor 60
Trámites	0,010	0,074	0,159	0,245
Compras	0,006	0,025	0,048	0,069
Recreación	0,028	0,034	0,014	0,028
Social	0,020	0,077	0,062	0,124

Tabla N° 4: Tasas de generación de viajes por persona según edad y motivo.

Para los motivos de trámites y compras las tasas de generación se incrementan a medida que el intervalo de edad del grupo es mayor. Para los motivos recreación y sociales las mayores tasas corresponden a los grupos 19 – 30 y mayor de 60 años.

### 3.- TASAS DE GENERACIÓN DE VIAJES POR HOGAR

Según se ha citado previamente, en la encuesta se registraron el nivel de ingreso y la cantidad de automóviles correspondiente a cada vivienda. Con respecto al ingreso los hogares fueron categorizados en tres niveles: bajo, medio y alto. En lo referente a posesión de automóviles también en tres categorías: sin auto, un auto, dos o más autos.

La Tabla N° 5 muestra las tasas de generación de viajes por hogar obtenidas para cada uno de los grupos y para el promedio.

	Nivel de Ingreso			Promedio
	Bajo	Medio	Alto	
Tasa por hogar	4.44	6.14	8.33	5,87
	Posesión de automóviles			Promedio
	Sin auto	Un auto	Dos o más	
Tasa por hogar	4.91	6.38	8.72	5,87

Tabla N° 5: Tasas de generación por hogar, estratificados por nivel de ingreso y posesión de automóvil.

Puede advertirse como los índices de generación resultan relativamente similares en ambas agrupaciones, indicando una importante correlación entre ambos parámetros (nivel de ingreso y posesión de vehículos).

Cabe consignar que, para los datos de la encuesta, la cantidad de residentes media resultó de 3,85 personas por familia y la posesión de automóviles media de 0,6 vehículos por hogar.

El Manual de Generación de Viajes del Instituto de Ingenieros de Transporte de Estados Unidos de Norte América (Trip Generation, 2003), reporta para familias de 3 o más personas y con media de posesión de autos entre 1 y 2 una tasa de generación de viajes en auto de 9,57 viajes por día hábil. Si la cantidad media de vehículos por familia resulta menor a uno propone una corrección de -1,5 viajes, lo que llevaría la tasa a 8,07 viajes por día. Debe además señalarse que esta tasa de generación de viajes en auto, contempla una ocupación media de 1,35 personas por viaje.

En base a los datos de la encuesta en estudio, considerando los viajes no motorizados (a pie y en bicicleta) y en transporte público, puede concluirse que la tasa de generación de viajes de automóvil por familia en la ciudad de Córdoba resulta del orden del 25% de la reportada por el ITE.

La Tabla N° 6 informa sobre las tasas de generación por familia, considerando estratificación por ingreso y posesión de automóviles, para los motivos de trabajo y estudio. Considera todas las modalidades de transporte y solamente el viaje de ida hacia el trabajo y estudio.

	Nivel de Ingreso		
	Bajo	Medio	Alto
Trabajo	0,776	1,313	1,907
Estudio	0,554	0,849	1,169
	Posesión de automóviles		
	Sin auto	Un auto	Dos o más
Trabajo	0,995	1,310	1,992
Estudio	0,640	0,879	1,241

Tabla N° 6: Tasas de generación por hogar, para motivos de Trabajo y Estudio, estratificados por nivel de ingreso y posesión de automóvil.

Como era de esperar las tasas de generación se incrementan para ambos motivos (trabajo y estudio) a medida que aumenta el nivel de ingreso y la posesión de automóviles. El resto de los motivos (especialmente el de regreso al hogar) explican las importantes diferencias de los índices con respecto a la Tabla N°5.

#### **4.- MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES A NIVEL DE HOGAR**

Con base en los datos de la encuesta de origen y destino se empleó la técnica de regresión lineal múltiple para estimar la generación de viajes a nivel de hogar. La cantidad de viajes observados en cada vivienda se adoptó como la variable dependiente, las candidatas a constituir las variables independientes (explicativas) se detallan en el apartado 4.1.

Se analizaron modelos de regresión considerando por una parte los diferentes motivos de viaje, y por otra parte la modalidad de transporte empleada. Los primeros se detallan en el apartados 4.2. y los segundos en el apartado 4.3.

##### **4.1.- Variables explicativas a considerar.**

Considerando la información disponible y los modelos que tradicionalmente se consignan en la bibliografía especializada (Ortúzar y Willumsen, 2004), se decidió analizar el desempeño como variables independientes de la estructura de la familia (cantidad y ocupación de los integrantes), nivel de ingreso y posesión de automóviles.

Para representar la estructura del hogar, se consideraron las variables  $X$ , cantidad de personas que trabajan y estudian ( $TE + TC + E$ ), y  $W$ , cantidad de personas con el resto de ocupaciones ( $A + D + J + O$ ). Para algunos motivos de viaje se consideró también la posibilidad de separar cantidad de personas que trabajan y estudian, según se reporta más adelante.

Se adoptaron variables mudas (dummy variables) para representar el nivel de ingreso y la tenencia de automóvil. Como en ambos casos se registran tres categorías se emplean dos variables mudas  $Z1$  y  $Z2$ .

De acuerdo a lo previamente expuesto, para el caso de ingreso familiar, se tiene:

- Bajo
- Medio
- Alto

$Z1$  vale 1 para los hogares con ingreso medio y 0 para los otros casos

$Z2$  vale 1 para los hogares con ingreso alto y 0 para los otros casos

Análogamente, para el caso de posesión de automóvil, se tiene:

- No posee auto
- Posee 1 auto
- Posee mas de un auto

$Z1$  vale 1 para los hogares con 1 auto y 0 para los otros casos

$Z2$  vale 1 para los hogares con más de un auto y 0 para los otros casos

##### **4.2.- Modelos de generación por motivos de viaje.**

Se consideraron todos los motivos en conjunto (sin diferenciar) y también modelos específicos para los motivos de trabajo y estudio. En todos los casos la variable dependiente es la cantidad de viajes generados a nivel hogar considerando todas las

modalidades posibles. Se ajustaron modelos considerando separadamente como variables mudas al nivel de ingreso y la tenencia de automóvil.

#### 4.2.1.- Agrupando todos los motivos de viaje.

En este caso se consideran todos los viajes realizados en el hogar, incluyendo el regreso al mismo.

Sin diferenciar por motivo de viaje y considerando la estratificación por ingreso se obtuvo el siguiente modelo. Se consigna además el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y para cada coeficiente el correspondiente estadístico (t).

$$Y = 1,67 + 1,21 X + 0,29 W + 0,95 Z1 + 2,37 Z2 \quad R^2 = 0,35$$

(12,87) (38,84) (6,64) (8,68) (16,26)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar por todos los motivos y modalidades

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

W: el número de residentes por hogar que tienen otras ocupaciones

Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.)

Considerando la división por posesión de automóviles se obtuvo.

$$Y = 1,97 + 1,24 X + 0,22 W + 0,82 Z1 + 2,23 Z2 \quad R^2 = 0,32$$

(15,92) (40,19) (5,00) (8,13) (11,88)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar por todos los motivos y modalidades

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

W: el número de residentes por hogar que tienen otras ocupaciones

Z1 y Z2: variables mudas por tenencia de automóvil (definidas en el apartado 4.1.)

La estratificación por nivel de ingreso permite obtener un ajuste ligeramente superior, con un término independiente menor y alta significación para rechazar la hipótesis nula de los coeficientes de las variables explicativas.

#### 4.2.2.- Motivos de viaje por trabajo y estudio.

En este caso se consideran solamente los viajes con destino en el trabajo y estudio.

Considerando la agrupación por nivel de ingreso.

$$Y = 0,08 + 0,66 X + 0,36 Z1 + 0,82 Z2 \quad R^2 = 0,47$$

(2,12) (53,48) (8,30) (14,01)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivos de trabajo y estudio en todas las modalidades

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.)

Adoptando la estratificación por tenencia de automóvil.

$$Y = 0,20 + 0,68 X + 0,18 Z1 + 0,69 Z2 \quad R^2 = 0,45$$

(5,24) (56,01) (4,39) (9,01)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivos de trabajo y estudio en todas las modalidades

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por posesión de automóvil (definidas en el apartado 4.1.)

Nuevamente se repite un ajuste ligeramente mejor empleando el nivel de ingreso. Corresponde consignar que eliminando la variable W se obtienen mejores ajustes. Es decir que la cantidad de residentes con otras ocupaciones no influye en los viajes generados por trabajo y estudio.

En este caso la bondad de ajuste del modelo mejora apreciablemente con respecto al tratado previamente. O sea que agrupando los motivos con las correspondientes ocupaciones se obtiene un mejor coeficiente de determinación.

#### 4.2.3.- Motivos de viaje por trabajo.

En este caso se consideran solamente los viajes con destino en el trabajo.

Considerando la agrupación por nivel de ingreso.

$$Y = 0,11 + 0,73 X + 0,16 Z1 + 0,41 Z2 \quad R^2 = 0,44$$

(4,01)    (50,58)    (4,93)    (9,79)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivo de trabajo en todas las modalidades

X: el número de residentes por hogar que trabajan

Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.)

Adoptando la estratificación por tenencia de automóvil.

$$Y = 0,16 + 0,76 X + 0,06 Z1 + 0,29 Z2 \quad R^2 = 0,43$$

(6,33)    (54,55)    (2,12)    (5,47)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivo de trabajo en todas las modalidades

X: el número de residentes por hogar que trabajan

Z1 y Z2: variables mudas por posesión de automóvil (definidas en el apartado 4.1.)

Se repiten las mismas características citadas precedentemente. En este caso la variable X es la cantidad de personas que trabajan y nuevamente no conviene incluir W. No se obtienen mejoras en la bondad de ajuste con respecto al caso anterior.

### 4.3.- Modelos de generación por modo de transporte.

Para las tres agrupaciones de motivos descritas en el apartado 4.2. se estimaron modelos de regresión para las modalidades de transporte público y automóvil particular.

Para el caso del automóvil se calibraron modelos de regresión para todos los viajes en dicho modo (conductor + acompañantes) y también para los viajes de conductores (o sea para estimar la generación de viajes de vehículos particulares).

Por considerarlos de mayor interés y representativos, se detallan a continuación los modelos de transporte público y de automóvil conductor para todos los motivos de viaje agrupados y para trabajo y estudio. En el apartado de conclusiones se tratan todos los casos estudiados.

#### 4.3.1.- Agrupando todos los motivos de viaje para transporte público.

Considerando la agrupación por nivel de ingreso.

$$Y = 0,74 + 0,49 X + 0,12 W + 0,27 Z1 - 0,08 Z2 \quad R^2 = 0,11$$

(7,80)    (21,47)    (3,79)    (3,33)    (-0,75)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar por todos los motivos en transporte público

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

W: el número de residentes por hogar con otras ocupaciones

Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.).

Adoptando la estratificación por tenencia de automóvil.

$$Y = 1,14 + 0,53 X + 0,09 W - 0,62 Z1 - 1,24 Z2 \quad R^2 = 0,12$$

(12,92) (24,47) (3,02) (-8,64) (-9,28)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar por todos los motivos en transporte público

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

W: el número de residentes por hogar con otras ocupaciones

Z1 y Z2: variables mudas por posesión de automóvil (definidas en el apartado 4.1.).

Ambos modelos resultan de muy bajo poder explicativo. En el caso de estratificación por ingreso aparece un coeficiente (Z2) que no resulta significativamente distinto de cero. En términos generales a medida que se incrementa el nivel de ingreso y posesión de automóviles decrecen los viajes en transporte público.

4.3.2.- Agrupando los motivos de trabajo y estudio para transporte público.

Considerando la agrupación por nivel de ingreso.

$$Y = 0,06 + 0,26 X + 0,18 Z1 + 0,05 Z2 \quad R^2 = 0,16$$

(1,93) (26,38) (4,98) (1,02)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivos de trabajo y estudio en transporte público

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.)

Adoptando la estratificación por tenencia de automóvil.

$$Y = 0,23 + 0,29 X - 0,24 Z1 - 0,47 Z2 \quad R^2 = 0,17$$

(7,57) (30,52) (-7,47) (-7,96)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivos de trabajo y estudio en transporte público

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por posesión de automóvil (definidas en el apartado 4.1.).

No conviene incluir la variable W. Nuevamente el coeficiente de Z2 para ingreso no es significativamente diferente de cero, en este caso con signo positivo, pero tan pequeño que prácticamente no influye. Los modelos con tenencia de automóvil resultan preferibles, pero siempre con bondad de ajuste reducida.

4.3.3.- Agrupando todos los motivos de viaje para conductor de automóvil.

Considerando la agrupación por nivel de ingreso.

$$Y = 0,19 + 0,11 X + 0,73 Z1 + 2,18 Z2 \quad R^2 = 0,18$$

(3,50) (6,52) (11,93) (26,66)

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar por todos los motivos para conductores de automóvil



X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian  
Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.)

Adoptando la estratificación por tenencia de automóvil.

$$Y = -0,09 + 0,07 X + 1,76 Z1 + 3,90 Z2 \quad R^2 = 0,38$$

$$\begin{matrix} (-1,96) & (5,01) & (36,18) & (43,46) \end{matrix}$$

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar por todos los motivos para conductores de automóvil

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por posesión de automóvil (definidas en el apartado 4.1.)

Las otras ocupaciones (W) no influyen en la generación de viajes en auto. Los modelos estratificando por posesión de automóvil mejoran notablemente la bondad de ajuste y la importancia de las variables mudas Z1 y Z2.

Para conductor y acompañantes el modelo con variables mudas por posesión de vehículos también ofreció el mejor ajuste, con la siguiente expresión:

$$Y = -0,16 + 0,19 X + 2,27 Z1 + 4,82 Z2 \quad R^2 = 0,31$$

$$\begin{matrix} (-2,33) & (8,56) & (30,65) & (35,26) \end{matrix}$$

4.3.4.- Agrupando los motivos de trabajo y estudio para conductor de automóvil.

Considerando la agrupación por nivel de ingreso.

$$Y = -0,01 + 0,07 X + 0,25 Z1 + 0,75 Z2 \quad R^2 = 0,16$$

$$\begin{matrix} (-0,46) & (10,09) & (10,22) & (23,26) \end{matrix}$$

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivos de trabajo y estudio para conductores de automóvil

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por ingreso (definidas en el apartado 4.1.)

Adoptando la estratificación por tenencia de automóvil.

$$Y = -0,10 + 0,05 X + 0,57 Z1 + 1,38 Z2 \quad R^2 = 0,32$$

$$\begin{matrix} (-5,22) & (9,25) & (28,61) & (37,48) \end{matrix}$$

Siendo:

Y: el número de viajes generados en el hogar con destino por motivos de trabajo y estudio para conductores de automóvil

X: el número de residentes por hogar que trabajan y estudian

Z1 y Z2: variables mudas por posesión de automóvil (definidas en el apartado 4.1.)

Similar al caso anterior. Para conductor y acompañantes el modelo con variables mudas por posesión de vehículos también ofreció el mejor ajuste, con la siguiente expresión:

$$Y = -0,21 + 0,13 X + 0,75 Z1 + 1,77 Z2 \quad R^2 = 0,31$$

$$\begin{matrix} (-8,02) & (15,59) & (26,28) & (33,77) \end{matrix}$$

## 5.- CONCLUSIONES.

Con respecto a las tasas de generación por persona se obtuvo un valor medio de 1,53 viajes por día hábil. Este valor resulta del orden del 40% del que se reporta para Estados Unidos de Norte América.

Considerando al hogar se obtuvo una tasa media de generación de 5,87 viajes por día hábil. Para obtener la tasa media de generación de viajes en vehículo debe considerarse la ocupación media y distribución modal, obteniendo un valor medio del orden de 2 viajes por familia, valor que resulta del orden del 25% del informado para Estados Unidos.

En lo referente a modelos de regresión lineal a nivel de hogar, la Tabla N° 7 intenta resumir las características principales de los modelos obtenidos para cada motivo de viaje y modo de transporte.

Modelos	Z	Todos los motivos			Trabajo y Estudio			Trabajo		
		Variables	Sig	R <sup>2</sup>	Variables	Sig	R <sup>2</sup>	Variables	Sig	R <sup>2</sup>
Todos los modos	I	X (T + E) W (Otros) Z1 y Z2	+ + +	0,35	X (T + E) Z1 y Z2	+ +	0,47	X (T) Z1 y Z2	+ +	0,44
Transporte Público	A	X (T + E) W (Otros) Z1 y Z2	+ + -	0,12	X (T + E) Z1 y Z2	+ -	0,17	X (T) Z1 y Z2	+ -	0,22
Automóvil Conductor	A	X (T + E) Z1 y Z2	+ +	0,38	X (T + E) Z1 y Z2	+ +	0,32	X (T) Z1 y Z2	+ +	0,31
Automóvil Con + Ac.	A	X (T + E) Z1 y Z2	+ +	0,31	X (T + E) Z1 y Z2	+ +	0,31	X (T) Z1 y Z2	+ +	0,30

Tabla N° 7: Comparación características principales de los modelos de generación obtenidos

Se comparan aquellos modelos que obtuvieron el mejor ajuste (R<sup>2</sup>) para cada categoría. Para cada uno la tabla indica la estratificación de las variables mudas (Z) que corresponde, I (ingreso) o A (posesión de automóvil), las variables que resultaron significativas, el signo de las mismas y el coeficiente de determinación.

En el caso de todos los modos transporte, independientemente del motivo de viaje, la estratificación por ingreso resultó mejor. En cambio para viajes en transporte público y automóvil particular, también para cualquier motivo de viaje, la estratificación por posesión de vehículo ofreció un mejor ajuste.

Para todos los motivos de viaje, en todas las modalidades y también en transporte público, las variables independientes X (número de trabajadores y estudiantes en el hogar), W (número de residentes del hogar con otras ocupaciones) y las dummy Z1 y Z2 resultaron significativas. En cambio para viajes en automóvil (conductor y conductor + acompañantes) se obtienen mejores modelos eliminando la variable W.

Esta situación se repite, en todas las modalidades, para los motivos de trabajo y estudio en donde, como era de esperar se obtienen los mejores modelos considerando la cantidad de residentes que trabajan y estudian, sin considerar otros integrantes de la familia. También para los viajes por motivo de trabajo, en los cuales la variable X representa la cantidad de personas que trabajan.

Corresponde consignar que para los viajes en transporte público las variables mudas Z1 y Z2 resultan significativas, pero con signo negativo. Es decir que, como era de esperar, a mayor posesión de automóviles, menor cantidad de viajes en ómnibus. Para todas las modalidades en conjunto y para viajes en automóvil, las variables mudas resultan significativas y con signo positivo.

Los coeficientes de determinación más bajos corresponden a los modelos de transporte público. Comparando con los modelos para todos los motivos de viajes agrupados, los correspondientes a motivos específicos (trabajo y estudio - trabajo)

mejoran apreciablemente la bondad de ajuste para todas las modalidades en conjunto y para transporte público, no así para automóvil.

#### **REFERENCIAS.**

- ISIT (2000). *Encuesta de Origen y Destino en la Ciudad de Córdoba*. Instituto Superior de Ingeniería del Transporte, F.C.E.F y N., Universidad Nacional de Córdoba.
- ITE (2003). *Trip Generation*, 7<sup>th</sup> Edition, Institute of Transportation Engineers. Washington DC.
- ITE (1999). *Transportation Planning Handbook*, 2<sup>nd</sup> Edition, Institute of Transportation Engineers. Washington DC.
- Ortúzar, Juan de Dios (2000). *Modelos de Demanda de Transporte*, Alfaomega Grupo Editor.
- Ortúzar, Juan de Dios y Willumsen, Luis G (2004). *Modelling Transport*, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley and Sons Ltd.

#### **AUTORES:**

Jorge Galarraga, Marcelo Herz, Paula Marchesini y Maximiliano Rolando.

Cátedra Transporte I – FCEFyN – Universidad Nacional de Córdoba.

Dirección: Av. Vélez Sarsfield 1611 – Ciudad Universitaria – X5016 – Córdoba – Argentina.

Teléfonos: 54 – 351 – 4334149 / 50

Correo Electrónico: [jorgala@efn.uncor.edu](mailto:jorgala@efn.uncor.edu)