

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



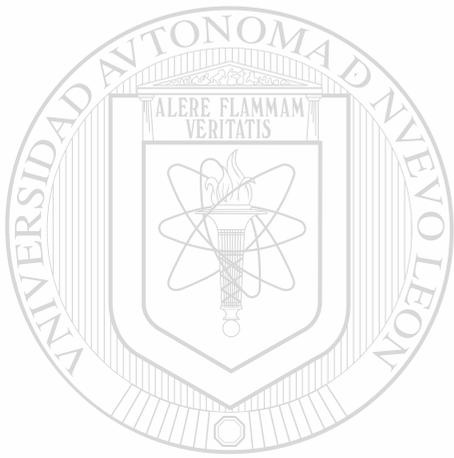
**DETERMINANTES DE USO DE MEDIOS DE
TRANSPORTE URBANO PARA EL AREA
METROPOLITANA DE MONTERREY:
ESTIMACIONES Y POLITICAS DE TRANSPORTE**

POR

JOSE RAYMUNDO GALAN GONZALEZ

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN ECONOMIA con Especialidad en
Economía Industrial**

JUNIO, 2000



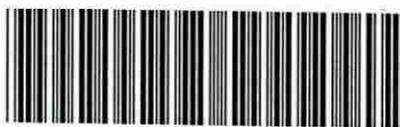
U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

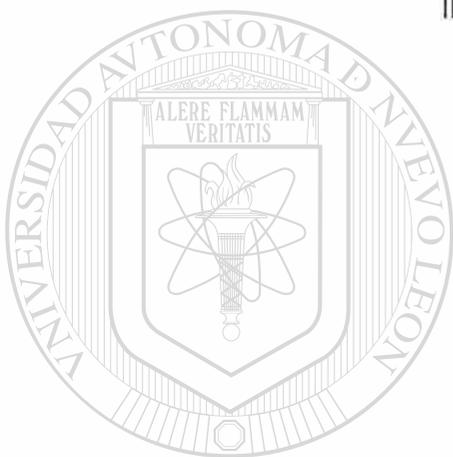
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TM
27164
.E2
FEc
2000
G3



1020130193



UANL

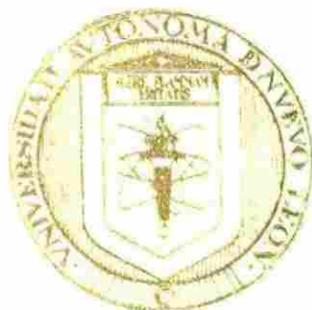
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



DETERMINANTES DE USO DE MEDIOS DE
TRANSPORTE URBANO PARA EL AREA
METROPOLITANA DE MONTERREY:
ESTIMACIONES Y POLITICAS DE TRANSPORTE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

JOSE RAYMUNDO GALAN GONZALEZ
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN ECONOMIA con Especialidad en
Economía Industrial

JUNIO, 2000

Tm
Z7164
.E2
FEC
2000
L3

0133-75460



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

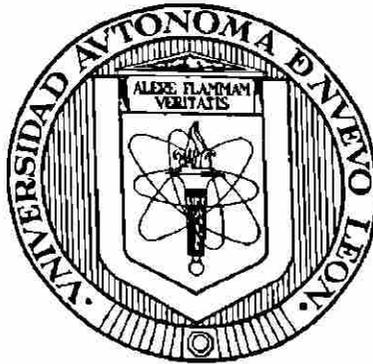
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE ECONOMIA



**DETERMINANTES DE USO DE MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO PARA
EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY: ESTIMACIONES Y
POLÍTICAS DE TRANSPORTE**

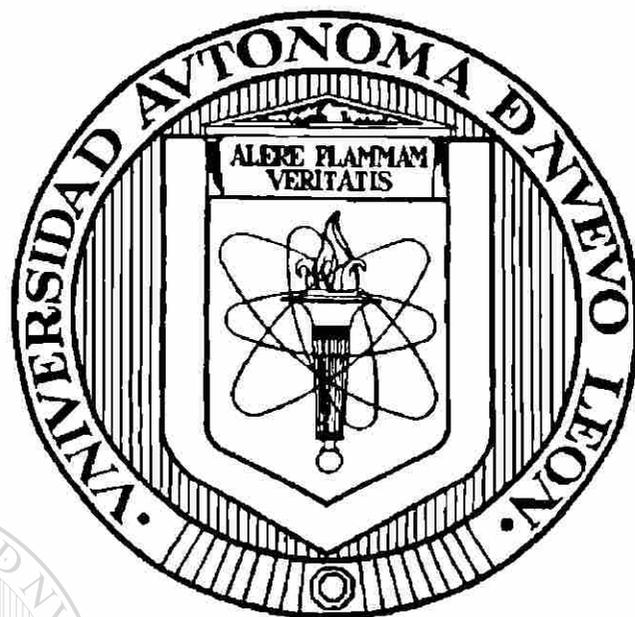
Por

JOSÉ RAYMUNDO GALÁN GONZÁLEZ

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN ECONOMIA con Especialidad en
Economía Industrial**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Junio, 2000



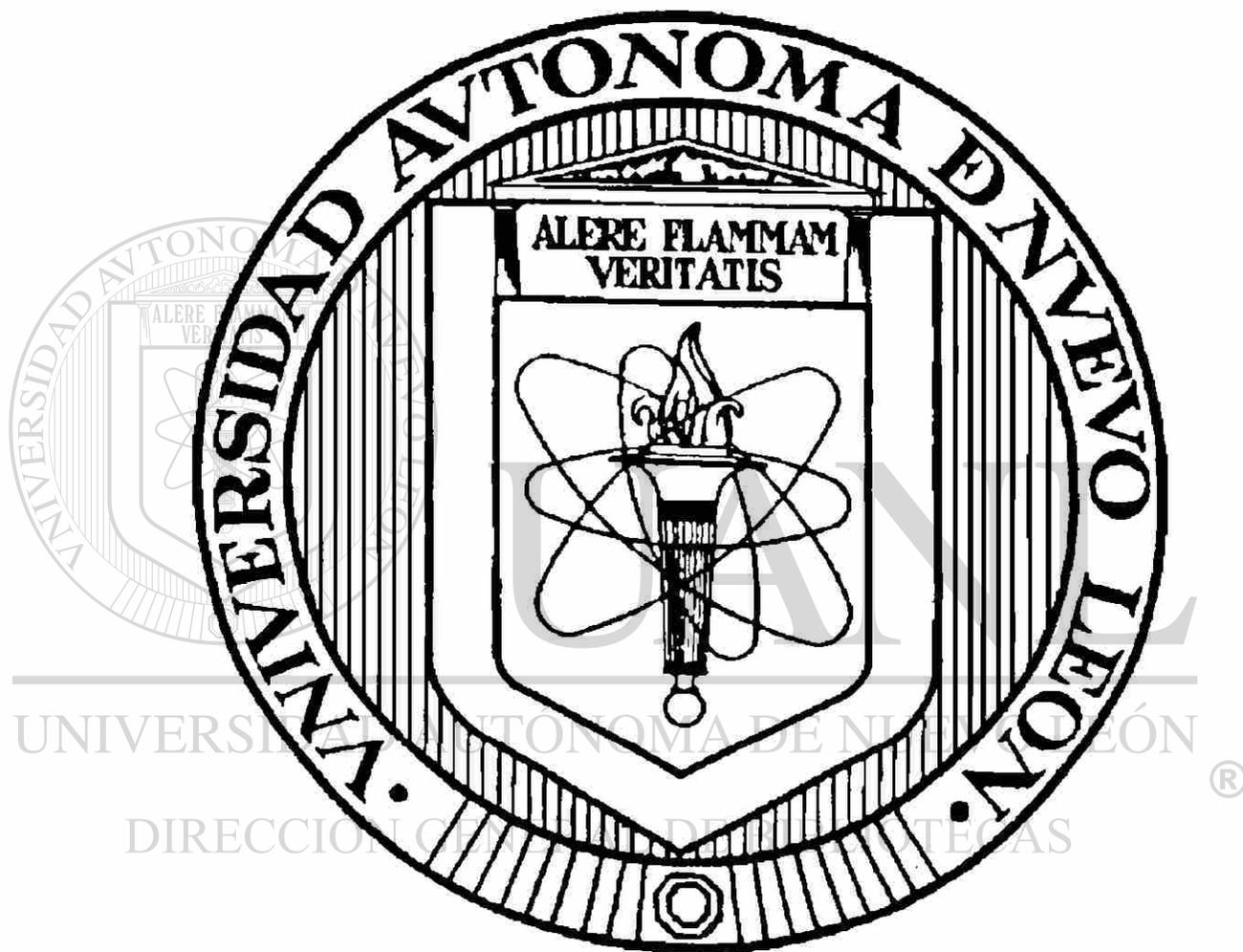
RECTOR
DR. REYES S. TAMEZ GUERRA

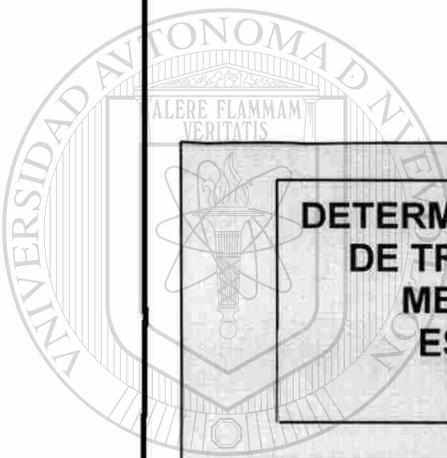
SECRETARIO GENERAL
DR. LUIS J. GALÁN WONG

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

SECRETARIO ACADEMICO
ING. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ

DIRECTOR GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DR. RAMÓN G. GUAJARDO QUIROGA





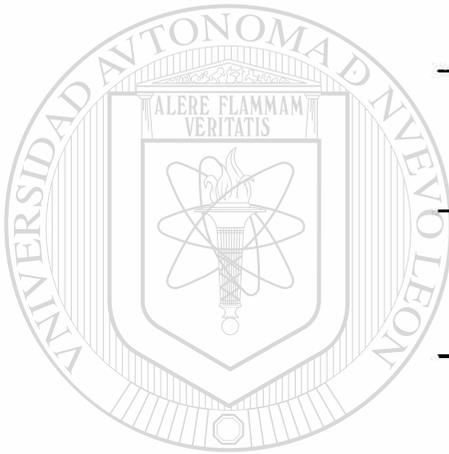
**DETERMINANTES DE USO EN LOS SISTEMAS
DE TRANSPORTE URBANO EN EL ÁREA
METROPOLITANA DE MONTRREY:
ESTIMACIONES Y POLÍTICAS DE
TRANSPORTE**

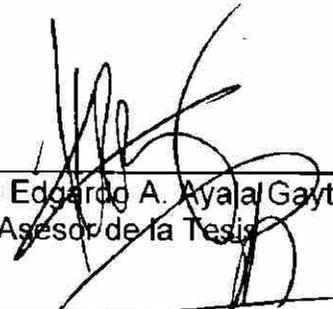
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

JUNIO DEL 2000

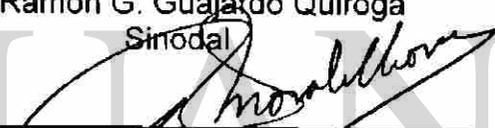
**DETERMINANTES DE USO DE MEDIOS DE TRANSPORTE
URBANO PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY:
ESTIMACIONES Y POLÍTICAS DE TRANSPORTE**

Aprobación de la Tesis:

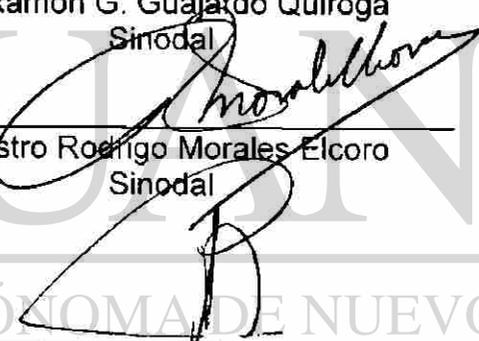




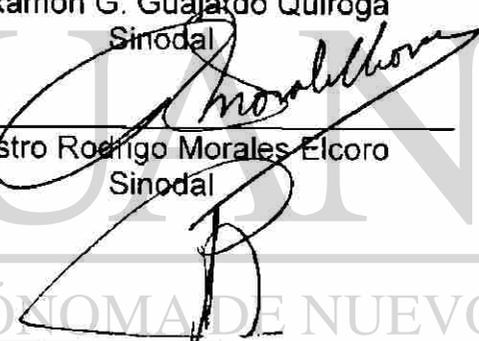
Maestro Edgardo A. Ayala Gaytán
Asesor de la Tesis



Dr. Ramón G. Guajardo Quiroga
Sinodal



Maestro Rodrigo Morales Elcoro
Sinodal



Dr. Ramón G. Guajardo Quiroga
Jefe de la División de Estudios de Postgrado

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Maestro Edgardo A. Ayala Gaytán Asesor de mi tesis. Así como al Dr. Ramón G. Guajardo Quiroga y al Maestro Rodrigo Morales Elcoro por formar parte del Comité de Tesis, por sus valiosas sugerencias e interés en la revisión del presente trabajo.

Así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Centro de Investigaciones de Investigaciones Económicas (CIE) de la Facultad de Economía y al Consejo Estatal del Transporte (CET) de Nuevo León, por su ayuda en el desarrollo de este estudio.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA DE CONTENIDO

Parte	Página
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
2.1 El inicio industrial	4
2.2 Crecimiento poblacional	5
2.3 El desarrollo de vialidades	7
2.4 Flujo vehicular	9
3. MARCO TEÓRICO	11
3.1 Estudios previos	11
3.2 Determinación del modelo	12
3.2.1 El modelo de regresión logística	13
3.2.2 Interpretación de los coeficientes	17
3.2.3 Grado de significancia de una variable	18
3.2.4 Determinación del grado de ajuste del modelo	18
3.3 Especificación de las variables	20
3.3.1 Variables de localización física	21
3.3.2 Variables socioeconómicas	21
3.3.3 Variables de viaje	22
4. RESULTADOS	24
4.1 Resultados de la encuesta de origen-destino	24
4.2 Estimación del modelo	32
4.3 Resultados del modelo preferido	37
4.4 Cálculo de elasticidades y proyecciones	41
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6. BIBLIOGRAFÍA	53

Parte	Página
7. APÉNDICES	55
APENDICE A. ÉSTIMACIÓN DE LOS COSTOS GENERALIZADOS DE VIAJE	55
APENDICE B. PROYECCIONES VEHICULARES	60
APENDICE C. RESULTADOS DE LAS REGRESIONES	62
8. RESUMEN	74



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

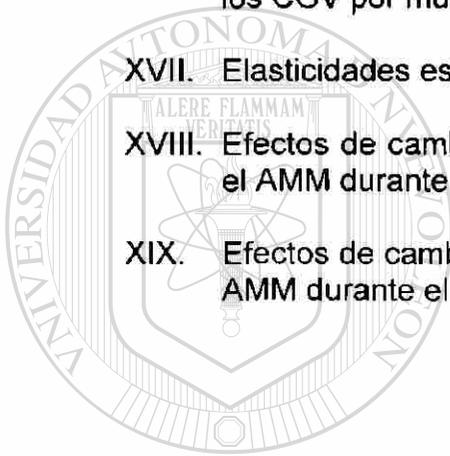
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I. Crecimiento poblacional en Nuevo León, 1950-2020	6
II. Comportamiento del parque vehicular en Nuevo León y el AMM, 1989-1996	10
III. Distribución de viajes en el AMM	24
IV. Matriz Origen-Destino para el total de viajes	25
V. Matriz Origen-Destino para viajes privados	26
VI. Matriz Origen-Destino para viajes en transporte público	27
VII. Distribución del ingreso en el AMM	28
VIII. Porcentaje de viajes por nivel de ocupación y tipo de medio	29
IX. Medio utilizado por rango de edad	29
X. Motivos de viaje por tipo de medio	30
XI. Tiempos de viaje, distancias y velocidad promedio por tipo de medio	31
XII. Estimación de los diferentes modelos considerados – estimadores logit –	34
XIII. Probabilidad de utilizar el transporte público de acuerdo al ingreso y municipio	38

Tabla	Página
XIV. Probabilidad de utilizar el transporte público por sexo y municipio	39
XV. Composición de viajes en transporte público de acuerdo a la ocupación y municipio	39
XVI. Cambios en el uso del transporte público por cambios en los CGV por municipio	40
XVII. Elasticidades estimadas	42
XVIII. Efectos de cambios en los CGVREL, estimaciones para el AMM durante el 2000	44
XIX. Efectos de cambios en la distancia, estimaciones para el AMM durante el 2000	44



UANL

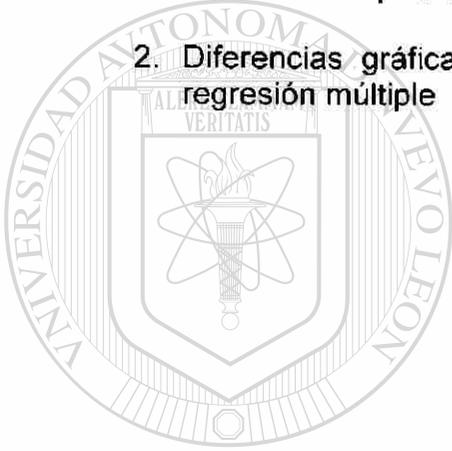
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución típica con variables dependientes dicotómicas	13
2. Diferencias gráficas entre una regresión de MCO y una regresión múltiple	14



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El desarrollo que las ciudades han experimentado, ha ocasionado que el uso de los vehículos se haya incrementado de manera notable, en especial en las últimas tres décadas (Button,1991; Spencer y Madhavan,1989), creando una fuerte presión sobre el presupuesto de los gobiernos al tener que proveer de mayor infraestructura vial. Una de las principales razones de este cambio ha sido el incremento en los niveles de ingreso (Button 1991; Khan y Willumsen, 1986), además de una disminución en los precios relativos de los automóviles (CET,1994). Esto hace pensar que en el futuro esta tendencia siga por lo que es importante considerar sus efectos.

Monterrey y su área metropolitana –AMM- no ha sido la excepción de este “fenómeno” de las grandes ciudades. Como resultado de ello, en materia[®] vial se observa un incremento considerable del parque vehicular, no así el área vial requerida. Con esto, las velocidades de recorrido ha ido disminuyendo – y esta tendencia seguirá en la medida que no se adopten políticas de transporte y vialidad adecuadas – a pesar de las importantes obras viales hechas durante los últimos cuarenta años, lo cierto es que el área vial actual resulta insuficiente en el sentido de que la carga vehicular no permite desfogar el tráfico de manera adecuada.

Esto hace pensar que la solución al problema vial de la ciudad se puede resolver mediante dos estrategias: 1) incrementar las inversiones en obras viales hasta que se consiga eliminar el problema; ó 2) tratar de adoptar políticas que permitan el uso de medios de transporte colectivos que logren disminuir la carga vehicular.

Sin embargo, hacer que un individuo decida realizar sus recorridos por un medio público en lugar de uno privado implicaría que ambos son comparables, tanto desde una perspectiva económica como una de bienestar en general.

Entonces, si se pretende realizar una política que logre el objetivo de reducir el número de viajes en vehículos particulares para hacerlos en medios públicos, se deben conocer las causas que hacen que un individuo realice un viaje en un medio determinado y bajo que circunstancias estaría dispuesto a cambiarlas.

Esta es la hipótesis que se pretende demostrar en este trabajo, ver primeramente cuales son los factores que determinan el uso de un medio y que magnitudes de cambio serían necesarias para lograr el objetivo de reducir el número de viajes en vehículos privados.

Para esto, en el capítulo dos se da un contexto general que intenta explicar las causas del crecimiento en AMM durante las últimas décadas, así como los efectos sobre la vialidad. El capítulo tres, plantea un marco teórico donde se muestra como un modelo de regresión logística puede ayudar a explicar este comportamiento, el cual es aplicado a una encuesta de origen-

destino realizada por el Consejo Estatal del Transporte –CET- durante diciembre de 1997 y enero de 1998.

Con base en esto, en el apartado cuarto se muestran los principales resultados de aplicar dicho método estadístico, de donde se desprenden los diferentes patrones de comportamiento y como se podría –al menos desde un enfoque económico- incidir sobre él para lograr el objetivo de reducción de viajes en vehículos privados, lo anterior mediante la estimación de elasticidades sobre los diferentes factores que pueden afectar la decisión.

En esta sección se magnifican los resultados obtenidos, es decir, las repercusiones que tendría sobre la vialidad cambios en las principales variables utilizadas, además de propuestas de política de transporte que podrían ayudar a reducir el uso de automóviles privados.

En el último apartado se muestran las conclusiones obtenidas del trabajo, así como las posibles recomendaciones de política a seguir con el fin de lograr el objetivo de reducción de viajes privados.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

2.1 El inicio industrial

Los inicios del desarrollo del AMM se pueden considerar propiamente a mediados del siglo XIX, cuando se instalan las primeras fábricas de textiles como: la Fama, el Porvenir y la Leona, así como un floreciente comercio producto principalmente del intercambio de bienes entre la zona sur del Estados Unidos; sin embargo, es hasta finales de siglo cuando se da el mayor impulso industrial gracias a la construcción del ferrocarril que permitía conectar a Monterrey con Laredo y México, así como las políticas de incentivos a la industria concedidas por Porfirio Díaz y Bernardo Reyes (Roel, 1984).

De esta forma se establecen la Gran Fundición Nacional Mexicana, American Smelting and Refining Company (ASARCO), Compañía de Fundición de Fierro y Manufacturas de Monterrey, Cervecería Cuauhtemoc. Se constituye la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, Ladrillera Monterrey; además de ellos se establecen en la ciudad el Banco Nacional de México, Banco de Londres y México, Banco de Nuevo León y Banco Mercantil de Monterrey.

2.2 Crecimiento poblacional

A principios del siglo XX la ciudad tenía cerca de 72,000 habitantes asentada en una superficie de 1,500 hectáreas, no obstante la naciente industria trajo consigo un éxodo de población de las regiones rurales, lo que aunado a la fuerte demanda por productos siderúrgicos – debido a la falta de insumos provocada por las dos guerras mundiales – terminó en un auge industrial y poblacional que se prolongaron hasta finales de la década de los setenta.

Esto creó un inminente crecimiento poblacional en el estado, ya que en 1950 el número de habitantes era de 736,833, y para el 2000 se estima sea de 3,970,447 (ver TABLA I). A pesar de que en las dos últimas décadas la tasa de crecimiento ha disminuido, lo cierto es que se estima que la población se duplique de 1980 al 2020.

Evidentemente el crecimiento poblacional es un determinante del incremento en el uso de medio de transporte, por lo que es importante analizar su comportamiento.

TABLA I

Crecimiento poblacional en Nuevo León, 1950-2020

Población total	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Nuevo León	736,833	1,078,211	1,720,180	2,516,388	3,197,417	3,970,447	4,679,595	5,284,374
AMM	391,160	726,553	1,289,401	2,019,158	2,655,479	3,418,169	4,101,951	4,668,531
Resto	345,673	351,658	430,779	497,230	541,938	552,278	577,644	615,843

Distribución poblacional	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Nuevo León	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
AMM	53%	67%	75%	80%	83%	86%	88%	88%
Resto	47%	33%	25%	20%	17%	14%	12%	12%

Tasa de crecimiento anual promedio	50-60	60-70	70-80	80-90	90-00	00-10	10-20
Nuevo León	3.88%	4.78%	3.88%	2.42%	2.19%	1.66%	1.22%
AMM	6.39%	5.90%	4.59%	2.78%	2.56%	1.84%	1.30%
Resto	0.17%	2.05%	1.44%	0.86%	0.19%	0.45%	0.64%

Fuente: COESPO

2.3 El desarrollo de vialidades

En 1865 el trazo de la ciudad partía de la Plaza de Armas y hacia el norte y poniente existía la Repueble del Norte; hacia el sur, siete calles cruzaban el río Santa Catarina y conformaban la Repueble del Sur; de oriente a poniente existían alrededor de 30 calles.

Para 1890 se construyen las calzadas Unión (hoy Madero) y Progreso (Pino Suárez), las cuales permitían conectar a la ciudad desde los cuatro puntos cardinales y a las nacientes industrias (Fundidora al oriente y Cervecería Cuauhtemoc al norte, por citar algunas).

En 1925, se amplían las avenidas Morelos y Padre Mier con lo que se mejora la comunicación entre el centro y sus alrededores; de 1939 a 1940, se amplía la calle Pino Suárez desde Washington hasta el río Santa Catarina y se amplía Padre Mier de Cuauhtémoc a Zuazua.

Durante 1949 se construyen cuatro puentes sobre el río Santa Catarina que mejoran la comunicación con el lado sur de la ciudad, dichos puentes se construyen en las avenidas Félix U. Gómez, Zaragoza – ampliación – Pino Suárez y Libertad (Gonzalitos); de manera simultánea se construyen dos calzadas a los márgenes del río: Constitución y Morones Prieto.

Durante la década de los sesenta, se construyen los pasos a desnivel de Pino Suárez - Constitución, Pino Suárez - Morones Prieto, Ruiz Cortines - Universidad, Ruiz Cortines - Cuauhtémoc, Constitución – Félix U. Gómez, Independencia - Félix U. Gómez, Fleteros - Gonzalitos. El puente de Constitución - Cuauhtémoc, así como la ampliación de Madero a Gonzalitos y

de Ruiz Cortines al Periférico. También se realizó la ampliación de Constitución hasta Churubusco, así como la construcción de la avenida Lincoln.

Debido a problemas políticos y económicos, a principios de la década de los setenta las obras viales cesaron, sobresaliendo solo la construcción de la avenida Colón y algunas ampliaciones sobre las avenidas principales. Para 1979 se da la continuación del Anillo Intermedio, el complejo vial cerca de ciudad universitaria, la canalización del arroyo Topo Chico, así como la construcción de dos avenidas paralelas que permitían comunicar desde Universidad a la parte noreste de San Nicolás.

Durante los últimos veinte años, la mayor parte de los recursos destinados a vialidad han sido absorbidos por construcciones, adecuaciones y ampliaciones de avenidas que permiten conectar a los municipios de la periferia del AMM.

Todo este crecimiento denota como la mancha urbana se fue esparciendo cada vez más lejos de Monterrey, lo que hacía necesaria la construcción de nuevas vialidades – lo que implica mayores distancias de recorrido -, además de una mayor concentración de tráfico en el centro de Monterrey –mayor carga vial -; estos dos factores, hicieron que las velocidades promedio disminuyeran sobremanera.

2.4 El flujo vehicular

Como efecto directo del aumento de población en el AMM y a menores precios relativos de los vehículos (CET, 1994), éstos crecieron de manera importante; solo de 1989 a 1996 el parque vehicular creció un 55% en el estado (ver TABLA II), de esta forma, se muestra que en el corto plazo será requerida una mayor área vial que pueda soportar tal crecimiento, o en su defecto implementar políticas o acciones que permitan que los tiempos de recorrido no se vean incrementados de manera tan notable.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Tabla II

Comportamiento del parque vehicular en Nuevo León y el AMM, 1989-1996

		Vehículos registrados									
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
Total de vehículos											
Nuevo León		443,406	473,704	543,126	552,130	631,201	665,361	664,475	686,011		
AMM		376,261	400,256	462,425	466,169	542,845	555,625	574,010	594,413		
Automóviles											
Nuevo León		300,670	320,307	370,940	370,786	440,915	461,451	467,797	484,151		
AMM		265,307	281,415	328,157	325,760	397,283	404,355	422,710	437,802		
		Tasa de crecimiento									
Total de vehículos			89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96		
Nuevo León			6.83	14.66	1.66	14.32	5.41	(0.13)	3.24		
AMM			6.38	15.53	0.81	16.45	2.35	3.31	3.55		
Automóviles											
Nuevo León			6.53	15.81	(0.04)	18.91	4.66	1.38	3.50		
AMM			6.07	16.61	(0.73)	21.96	1.78	4.54	3.57		

Fuente: Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD), INEGI

CAPÍTULO 3

MARCO TEÓRICO

3.1 Estudios previos

Los estudios realizados sobre los efectos del mayor uso de vehículos privados así como las consecuencias que pueden crear sobre las vialidades han sido estudiados desde la década de los sesenta (Button, 1982). En 1978, Golob y Burns realizan un estudio donde se analizan los efectos que tiene sobre las áreas urbanas el hecho de que cada vez más personas puedan acceder a la utilización de medios privados de transporte, y como estos cambios afectan las decisiones de inversión en infraestructura.

Otros autores como Button, Ngoe y Hine (1991, 1993) se basaron en estudios que modelaban las implicaciones del uso de vehículos en países subdesarrollados, con el fin de determinar las causas y efectos que tienen sobre las vialidades. Small y Winston (1998), realizan un estudio del transporte donde se enfocan a los modelos a utilizar y sus implicaciones.

En general, todos coinciden en que el uso cada vez más intensivo del vehículo puede conducir a problemas de mayor congestionamiento en las zonas urbanas, por lo que adoptar políticas adecuadas de transporte pueden ayudar a aminorar estos efectos.

Finalmente, El-Hifnawi (1998) realizó un estudio sobre los principales determinantes en la adquisición y uso de vehículos para el AMM durante el período de 1993 y lo contrasta con los obtenidos en 1991 con base en las encuestas de origen-destino realizadas por el CET en dichos períodos. Dentro de los aspectos más relevantes se encuentra que tanto el nivel de ingreso, el número de personas que componen una familia, así como la cantidad de adultos que habiten en un hogar son determinantes en la probabilidad de poseer un vehículo. Sin embargo, dadas las restricciones de información no resultaron relevantes los costos de transporte, lugar de residencia y tiempos de viaje, lo que definitivamente crea un efecto en la decisión del medio de viaje a utilizar; el modelo utilizado fue el logit multinomial, ya que permite determinar los cambios en las probabilidades de poseer o no un vehículo de acuerdo a ciertas características.

3.2 Determinación del modelo a utilizar

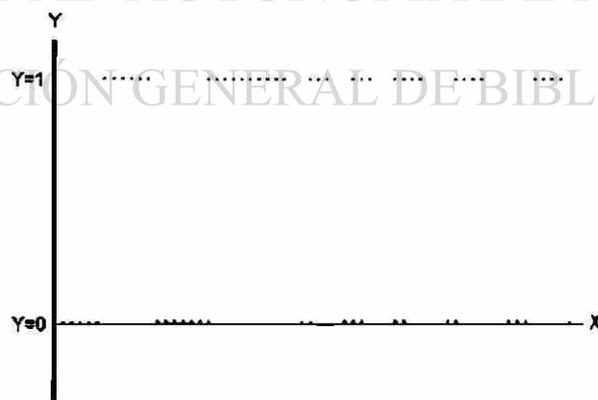
Con el fin de poder demostrar la hipótesis en la que se basa este estudio, es decir, determinar la probabilidad de que se utilice un medio en particular y bajo que circunstancias un individuo estaría dispuesto a cambiarlo, al menos desde un punto de vista económico. Se demuestra como el método de regresión logístico multivariado y no otro método tradicional – como sería el de mínimos cuadrados ordinarios – da un mejor grado de ajuste.

3.2.1 El modelo de regresión logística multivariado

El fin que se busca al utilizar un modelo estadístico es tratar de simular de la mejor manera un fenómeno a observar, así si éste corresponde a un modelo de mínimos cuadrados ordinarios – MCO -, entonces será aplicado. No obstante hay ocasiones en que aplicarlo no necesariamente nos conduce al mejor ajuste posible, un ejemplo de ello es cuando se tiene una variable dicotómica o binaria como dependiente, lo que crea diferencias que pueden afectar tanto al modelo paramétrico, como los supuestos empleados.

La pregunta a contestar en este caso es: ¿por qué no es aplicable un MCO cuando hay variables dicotómicas?, bueno porque simplemente no provee una relación clara entre la(s) variable(s) independiente(s) con respecto a la dependiente (ver Figura 1).

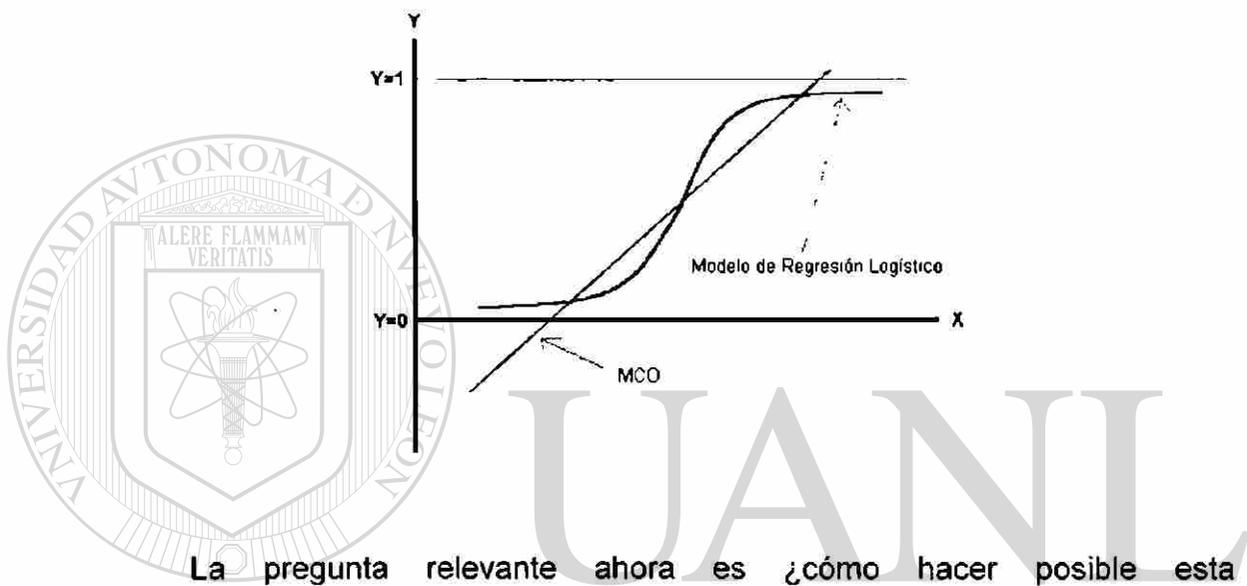
Figura 1. Distribución típica con variables dependientes dicotómicas



Así, al correr un MCO, la tendencia podría no ajustarse a lo que esperamos (ver Figura 2), donde se podrían dar valores esperados mayores o

menores al rango relevante – entre 0 y 1 -; sin embargo, si esta relación la transformamos y restringimos a que los valores no excedan de la unidad, la distribución correspondería a una forma de “S” (como la descrita en la Figura 2).

Figura 2 . Diferencias gráficas entre una regresión de MCO y una regresión múltiple



transformación?, primero sería útil clarificar las diferencias entre un modelo de MCO y uno de regresión logística.

La primera diferencia tiene que ver con la relación entre la variable dependiente y las independientes. En cualquier problema de regresión fijamos un valor dado de las variables independientes y con base en ella obtenemos un valor para la dependiente, esto es conocido como una media condicional, la cual puede ser expresada como $E[y | x]$ donde y denota la variable dependiente y x las independientes, esto es conocido como “el valor esperado de y dado un

valor de x ". En una regresión lineal asumimos que este valor medio puede ser expresado como una ecuación lineal en x expresado de la siguiente forma:

$$E[y | x] = \beta_0 + \beta_1 X \quad (1)$$

Esta ecuación implica que es posible que $E[y | x]$ tome cualquier valor de x en un rango de entre $-\infty$ a $+\infty$, y por consiguiente los valores de y tendrán un rango similar (como se observa en la Figura 2); sin embargo, debemos recordar que existe una restricción en cuanto a los valores que puede tomar la variable dependiente – no exceder de uno, ni ser inferior a cero -, por lo que al restringirlo $E[y | x]$ tendrá que ser mayor o igual que cero pero menor o igual que uno, así el cambio en $E[y | x]$ por un cambio en x será progresivamente menor en la medida que la media condicional sea más cercana a cero o uno, lo que explica la forma en "S", esto demuestra que existe una diferencia en la forma funcional a emplear.

Esta forma funcional es conocida como el modelo de distribución logística, el cual de manera simplificada se puede expresar como:

$$\pi(x) = e^{\beta_0 + \beta_1 X} / 1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X} \quad (2)$$

Donde:

$\pi(x)$ = Es definido como la probabilidad de que ocurra el evento – que la variable dependiente y tenga un valor determinado - dado los valores especificados de x – variables independientes -, es decir que $\pi(x) = E[y | x]$.

Una transformación de $\pi(x)$ que puede ser básica al estudiar una regresión logística es la transformación logit, la cual está definida como:

$$\begin{aligned}
 g(x) &= \ln[\pi(x)/(1+\pi(x))] & (3) \\
 &= \beta_0 + \beta_1 X
 \end{aligned}$$

La importancia de esta transformación es que $g(x)$ tiene las propiedades deseables de un MCO, ya que es lineal en los parámetros, es continua y su rango puede estar entre $-\infty$ a $+\infty$ dependiendo del rango de las x 's; además que en esta transformación se pueden obtener los coeficientes de manera directa para cada variable independiente. Cabe señalar que las ecuaciones anteriores pueden ser aplicadas para modelos multivariados, solo que se obvió en esta sección por motivos de simplificación en la notación.

Otra diferencia importante entre la regresión lineal y los modelos de regresión logística es que la variable resultante tiene una distribución condicional. En los MCO asumimos que la variable resultante puede ser expresada como $y = E[y | x] + \varepsilon$. La cantidad de ε es llamada error y expresa la desviación de la observación con respecto a la media condicional. El supuesto

más común es que ε sigue una distribución normal con media cero y varianza constante a un nivel determinado de las variables independientes. Así, la distribución condicional de la variable resultante dada por x tenderá a una forma normal con media $E[y | x]$ y varianza constante.

Este no es el caso para las variables dicotómicas, ya que aquí la variable resultante para una x dada sería: $y = \pi(x) + \varepsilon$. Pero aquí ε puede asumir dos posibles valores, si $y=1$ entonces $\varepsilon= 1-\pi(x)$ con una probabilidad de $\pi(x)$, pero si $y=0$ entonces $\varepsilon= -\pi(x)$ con una probabilidad de $1-\pi(x)$. Así, ε tiene una distribución con media cero y varianza igual a $\pi(x)[1-\pi(x)]$. Esto es, que la

distribución condicional de la variable resultante seguirá una distribución binomial con una probabilidad dada por una media condicional, $\pi(x)$.

Resumiendo, tenemos que en un análisis de regresión cuando existe una variable dependiente dicotómica implica que:

1.- La media condicional de la ecuación de regresión puede ser formulada dentro de un rango de entre 0 y 1 y la ecuación 2 lo satisface.

2.- La distribución binomial y no la normal es la que sigue el término del error.

3.- Los principios que guían un análisis de MCO siguen siendo válidos en la regresión logística, solo que ésta corrige los inconvenientes que crea MCO al usar variables dicotómicas, en otras palabras, la regresión logística es simplemente una transformación no-lineal de un modelo de regresión lineal donde las probabilidades estimadas están restringidas a un rango de entre 0 y 1.

Por lo anterior, podemos concluir que el mejor método a aplicar para el estudio que nos concierne es el modelo de regresión logística.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.2.2 Interpretación de los coeficientes

Los coeficientes β 's estimados son obtenidos con base en la transformación logit, la cual permite observar el grado de explicación que provee cada una de las variables independientes sobre la dependiente, de esta forma se puede estimar alguna tasa de cambio que determine su relación como lo es una elasticidad.

Sin embargo, para poder obtener las probabilidades estimadas se debe utilizar la ecuación 2, la cual no es más que la transformación no lineal del modelo logit estimado.

3.2.3 Grado de significancia de una variable

Comprobar la hipótesis de que el coeficiente de una variable independiente es significativamente diferente de cero es similar a los modelos MCO. En este caso se utiliza el estadístico de Wald el cual está definido como:

$$Wald_j = [\beta_j / \sigma_{\beta_j}]^2 \quad (4)$$

Donde:

β_j = Coeficiente estimado de la j -ésima variable independiente.

σ_{β_j} = Es la desviación estándar del j -ésimo coeficiente estimado.

Este estadístico tiene una distribución chi-cuadrada con 1 grado de libertad, dicho de otra forma, es simplemente el cuadrado del estadístico t de *student* utilizado en MCO.

3.2.4 Determinación del grado de ajuste del modelo.

Como se vio, el estadístico de Wald nos sirve para determinar el grado de significancia de una variable determinada, ahora lo relevante es ver el grado de ajuste del modelo en general. Para esto, existen varios estadísticos que se pueden utilizar entre los que destacan:

1. – 2 Log likelihood: Refleja el error asociado con el modelo antes y después de incluir las variables independientes. En este sentido podemos decir que es la significancia de la varianza no explicada en la variable dependiente. Es mejor conocida como desviación o desviación Chi-Cuadrada, debido a esto en la medida que no sea significativa, el modelo será mejor ya que de otra forma estaría diciendo que se incurre en un mayor error al incluir las variables independientes.

2. Porcentaje de Predicciones Correctas: Es una tabla que el paquete estadístico de SPSS provee y muestra el grado en el cual las probabilidades estimadas se asemejan a las observadas, por lo que un mayor porcentaje de predicciones correctas será deseable en un modelo.

3. Prueba Hosmer-Lemeshow: Es una prueba basada en un modelo Chi-cuadrado, el cual tiene como hipótesis nula que no existe diferencia entre las probabilidades estimadas y las observadas. Para comprobarlo divide las

observaciones en deciles determinados por las probabilidades estimadas, se calcula una Chi-cuadrada de las frecuencias observada y estimadas, con base en ello, se calcula un valor de probabilidad para una distribución Chi-cuadrada con ocho grados de libertad. Si el estadístico Hosmer-Lemeshows es menor o igual al 5% rechazamos la hipótesis nula de que no existe diferencia. De esta forma un modelo con buen ajuste será aquel que posea valores mayores al 5%.

4. Pseudo R²'s: En la regresión logística no existe una medida que muestre la proporción de la variable dependiente que es explicada por las variables independientes, es decir, "el porcentaje de varianza explicada" como ocurre con la R² de los MCO. Esto es porque la definición de varianza en nuestro caso

puede resultar menor – ya que depende de las probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia de un evento y estas solo pueden tomar valores de entre cero y uno -; sin embargo, existen algunas pseudo R^2 's que pretenden asemejar el comportamiento de la R^2 como lo son la R^2 de Cox y Snell, la cual es semejante a la R^2 tradicional pero basada en un modelo de verosimilitud donde los valores extremos solamente tenderán a uno o cero. Existe la R^2 de Nagelkerke, la cual es una adaptación de la anterior solo que esta permite valores desde cero hasta uno.

Con base en los estadísticos anteriores, podemos probar cual modelo es el que mejor se ajusta a los datos originales destacando el estadístico $-2 \text{ Log likelihood}$ para este fin.

3.3 Especificación de las variables

Los datos que se utilizarán para la estimación del modelo fueron obtenidos a partir de la encuesta de origen-destino realizada por el CET durante diciembre de 1997 y enero de 1998, la cual consistió en un levantamiento total de 11,452 observaciones de las cuales se utilizaron 9,365, ya que son las que contenían la información requerida. Como se sabe, el punto relevante a estimar es la probabilidad de que bajo ciertas características un individuo este dispuesto a cambiar su medio de transporte de uno privado a uno público. Para lo anterior se subdividieron en tres tipos de variables: las de localización física, socioeconómicas y de viaje.

3.3.1 Variables de localización física

Lo que se pretende analizar con estas variables es ver si existe diferencia en la realización de viajes de acuerdo al municipio donde vive; es decir, si existe una tendencia a realizar mayor cantidad de viajes en un medio en particular en un municipio con respecto a otro, de esta forma las variables consideradas para tal efecto son:

- **APO** Si el individuo vive en el municipio de Apodaca.
- **ESC** " " " " " Escobedo.
- **GPE** " " " " " Guadalupe.
- **MTY** " " " " " Monterrey.
- **SN** " " " " " San Nicolás.
- **SP** " " " " " San Pedro.
- **SC.** " " " " " Santa Catarina.

3.3.2 Variables socioeconómicas.

Definitivamente los aspectos del entorno socioeconómico deberán tener una relevancia determinante sobre el patrón de comportamiento, dentro de ellas y de acuerdo a la información con la que se dispone se incluyen:

- **SM:** Es el nivel de ingreso expresado en salarios mínimos.
- **DSEXO:** Es una variable dummy que determina el sexo, 1 si es hombre y 0 si es mujer, lo que se pretende es ver si la diferencia sexual determina usos de medios de transporte.
- **ED020:** Para el caso de la edad se crearon tres variables dummy's, la primera de ellas es para aquellos individuos que tienen edades menores a 20 años.
- **ED2030:** Esta variable dummy representa a individuos mayores de 20 años pero menores de 30.

- **ED3040:** Variable dummy para personas mayores de 30 años, pero menores de 40; dado que son variables dummy y se utilizan de manera simultánea, el efecto sobre las personas mayores de 40 años, se reflejarán cuando las variables ED020, ED2030 y ED3040 tengan un valor de cero.
- **OCUPAMA:** Variable dummy para denotar si la persona destina su tiempo a las labores del hogar.
- **OCUPEMP:** Variable dummy que toma el valor de 1 si la persona es empleado, ya sea del sector público o privado.
- **OCUPEST:** Toma el valor de 1 si la persona que realiza el viaje es estudiante.
- **OCUPINDE:** Representa personas que son profesionistas independientes.
- **OCUPOBR:** Variable dummy que denota que el viajero es un obrero.
- **OCUPOTRO:** Incluye todas aquellas ocupaciones no contenidas en las variables anteriores.

3.3.3 Variables de viaje

Dentro de ellas se incluyen los aspectos como la distancia, tiempo de viaje total y horario en que se realiza el viaje. Lo que se pretende con ello es ver cuáles es el efecto que tiene sobre la decisión del medio a utilizar los “costos” de viaje, conocidos como Costos Generalizados de Viaje –CGV–.

En estos costos se incluyen tanto los monetarios, como serían los costos de operación y mantenimiento del vehículo, pago de pasaje; además de aquellos “implícitos” que si bien no representan un pago monetario si constituyen un costo para el individuo y la sociedad, como lo es el valor del tiempo. Así por ejemplo, en la medida que el valor de tiempo sea más significativo – el cual está directamente relacionado con el nivel de ingreso – con respecto a los de operación, un individuo podría tener CGV menores de utilizar un vehículo

particular – por menor tiempo de viaje - en términos relativos con respecto a los que tendría si utiliza un medio público, por lo que la probabilidad de utilizar automóvil sería mayor. Con base en lo anterior, tenemos que las variables relevantes serían:

- **CGVREL:** Es la razón de costos generalizados de viaje – CGV de automóvil/ CGV de autobús -, la forma de obtención se detalla en el Apéndice A.
- **DIST:** Distancia de viaje en kilómetros.
- **DH_S1:** Dummy que toma el valor de 1 si el viaje se realiza antes de las 9 a.m.
- **DH_S2:** Variable dummy para viajes entre las 9:01 y 13:00 horas.
- **DH_S3:** Dummy si el viaje es entre las 13:01 y las 15:00 horas.
- **DH_S4:** Si el viaje se realiza entre las 15:01 y las 18:00 horas.
- **DH_S5:** Denota viajes realizados entre las 18:01 y las 20:00 horas.
- **DTIEMPQ1:** Es una variable dummy que muestra diferencias en tiempo de viaje entre un autobús y un automóvil, menores a 17.86 minutos. Cabe señalar que los rangos de diferencias se obtuvieron a partir de la distribución entre cuartiles para evitar sesgos al momento de realizar la recodificación.
- **DTIEMPQ2:** Variable dummy donde la diferencia en tiempo de viaje entre 17.87 y 22.86 minutos.
- **DTIEMPQ3:** Aquí se incluyen diferencias de viaje que van de los 22.87 a los 33.55 minutos. Diferencias mayores estarán expresadas de manera implícita cuando las tres variables de tiempo sean igual a cero.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 Resultados de la encuesta de origen-destino

Con el fin de dar un marco contextual de los datos utilizados y antes de mostrar los resultados obtenidos al aplicar el modelo logístico, es importante ver los principales resultados obtenidos a partir de la encuesta de origen-destino que nos pueden servir para validar o no los posibles resultados.

En primer lugar, tenemos que la mayor parte de los viajes se realizan en la ciudad de Monterrey (47.13%), San Nicolás (16.17%) y Guadalupe (15.20%), lo cual no es de sorprender ya que son precisamente los que mayores habitantes tienen (ver la TABLA III).

Tabla III

Distribución de viajes en el AMM

Municipio	Distribución de viajes
Apodaca	5.72%
San Pedro	5.74%
Escobedo	4.42%
Guadalupe	15.20%
Monterrey	47.13%
San Nicolás	16.17%
Santa Catarina	5.63%
AMM	100.00%

Más importante aún que la distribución de viajes entre los municipios es el hecho de cómo se da la distribución intramunicipal, no solo de manera general sino por tipo de medio utilizado. Para lo anterior se obtienen las matrices de origen-destino intermunicipal. La importancia de conocer estos resultados ayudan a determinar tanto los flujos como usos de medios que "atrae" o "expulsa" un municipio en particular, dependiendo de las características del mismo – habitacional, servicios, industria -.

De acuerdo a la matriz de origen-destino total de viajes se desprende que definitivamente la ciudad de Monterrey es el punto de mayor atracción representando el 54% de los destinos sobre el AMM, otros aspectos relevantes son que municipios como San Pedro, Monterrey y San Nicolás generan más viajes de los que producen, lo que hace que sus vialidades resulten más congestionadas (ver TABLA IV).

Tabla IV

Matriz Origen-Destino para el total de viajes

		Municipio Destino							Total
		APO	SP	ESC	GPE	MTY	SN	SC	
Municipio Origen	APO	25.9%	2.4%	3.1%	10.0%	31.7%	24.8%	2.1%	6.7%
	SP	0.7%	37.3%	0.9%	1.8%	46.9%	4.6%	7.9%	4.9%
	ESC	2.8%	1.2%	23.2%	3.3%	33.4%	35.1%	0.9%	6.1%
	GPE	4.4%	2.6%	0.9%	35.5%	45.5%	10.0%	1.1%	19.3%
	MTY	2.3%	5.7%	1.4%	4.7%	73.9%	10.5%	1.4%	40.5%
	SN	5.7%	2.0%	2.1%	7.5%	41.7%	39.4%	1.6%	15.6%
	SC	1.4%	20.0%	1.7%	1.6%	32.7%	4.7%	38.0%	6.9%
Total	4.7%	6.6%	2.9%	11.0%	54.0%	16.7%	4.2%	100.0%	

Al tratar de ver el efecto por medios de transporte, tenemos que los municipios que generan el mayor número de viajes privados son los mismos que para el caso general, esto puede ser explicado por su importancia

poblacional - tal como se muestra en la TABLA V -. Sin embargo destacan los municipios de San Pedro, Monterrey y San Nicolás como los principales generadores de viajes privados con respecto al total – compare total de viajes de origen en las TABLAS IV y V -, implicando que estos municipios son los principales usuarios de vehículos privados.

TABLA V

Matriz Origen-Destino para viajes privados

		Municipio Destino							Total
		APO	SP	ESC	GPE	MTY	SN	SC	
Municipio Origen	APO	21.8%	1.7%	7.6%	7.6%	35.3%	25.2%	0.8%	3.7%
	SP	0.7%	45.4%	1.0%	1.4%	42.7%	3.8%	5.1%	9.0%
	ESC	0.8%	2.5%	28.1%	1.7%	24.8%	40.5%	1.7%	3.7%
	GPE	4.1%	4.7%	1.3%	34.4%	46.7%	8.2%	0.6%	16.4%
	MTY	2.4%	9.4%	1.2%	4.5%	71.5%	9.5%	1.5%	47.9%
	SN	5.1%	3.6%	2.3%	8.1%	39.2%	40.2%	1.5%	16.3%
	SC	5.1%	13.1%	3.0%	3.0%	22.2%	3.0%	50.5%	3.0%
Total	3.7%	10.5%	2.7%	9.7%	55.0%	15.3%	3.2%	100.0%	

Bajo esta perspectiva, en el segmento de viajes en transporte público destacan los municipios de Apodaca, Escobedo, Guadalupe y Santa Catarina por tener proporciones de viajes generados en transporte público mayores a las obtenidas al incluir ambos medios de transporte. Al calcularse una razón de viajes origen/destino – como se muestra en los resultados de la TABLA VI - se puede ver que son Escobedo (7.4%/2.9%), Santa Catarina (9%/4.8%) y Guadalupe (20.8%/11.7%) los que poseen las mayores razones, generando más viajes en sistemas de transporte público de los que reciben.

Este resultado es importante, nos permite observar que en estos municipios se da un mayor uso del transporte público, ahora lo relevante es ver

que tanto influye el nivel de ingreso, la distancia y otros aspectos sobre sus decisiones y como estos pudieran aplicarse al resto de los municipios del AMM.

Tabla VI

Matriz Origen-Destino para viajes en transporte público

		Municipio Destino							Total
		APO	SP	ESC	GPE	MTY	SN	SC	
Municipio Origen	APO	26.9%	2.6%	2.0%	10.6%	30.9%	24.6%	2.4%	8.3%
	SP	0.6%	22.7%	0.6%	2.5%	54.6%	6.1%	12.9%	2.7%
	ESC	3.3%	0.9%	21.9%	3.8%	35.7%	33.7%	0.7%	7.4%
	GPE	4.5%	1.8%	0.7%	36.0%	45.0%	10.7%	1.3%	20.8%
	MTY	2.3%	3.1%	1.5%	4.9%	75.6%	11.3%	1.3%	36.5%
	SN	6.0%	1.1%	2.1%	7.1%	43.2%	38.9%	1.6%	15.2%
	SC	0.7%	21.2%	1.5%	1.3%	34.6%	4.9%	35.7%	9.0%
Total	5.2%	4.5%	2.9%	11.7%	53.4%	17.4%	4.8%	100.0%	

El siguiente paso a analizar dada su importancia esperada es el nivel de ingresos, como argumentan Button (1991) y Khan y Willumsen (1986), el nivel de ingreso es uno de los factores que determinan el uso de un vehículo.

De acuerdo a los resultados de la encuesta, los usuarios de medios privados tienen ingresos que en promedio son un 77% mayores a los que utilizan el transporte público, destaca el municipio de San Pedro donde el ingreso promedio duplica al general (7.65 S.M. vs. 3.45).

Esto refuerza la teoría de que en la medida que los ingresos sean mayores, la probabilidad de que los usuarios realicen sus viajes en un medio privado se incrementan; esto no es nuevo, lo relevante será analizar hasta que punto este factor es un determinante.

Tabla VII.

Distribución del ingreso en el AMM

	Total	Privado	Público
APO	2.72	3.37	2.56
SP	5.74	7.65	2.30
ESC	2.89	4.47	2.46
GPE	3.07	4.08	2.65
MTY	3.66	4.91	2.77
SN	3.48	4.23	3.05
SC	2.30	2.63	2.24
AMM	3.41	4.75	2.68

Referente a la ocupación - el cual se muestra en la TABLA VIII -, en términos generales el 36% de los viajes son realizados por empleados, seguido de estudiantes (20%), profesionistas independientes (16%), amas de casa y obreros en la misma proporción (13%). No obstante, al separar por tipo de medio utilizado, podemos ver al dejar de lado los empleados - ya que en ambos casos son mayoría - los profesionistas independientes son los principales usuarios de medios privados, lo cual tendería a estar relacionado con un mayor poder adquisitivo, esta idea es reforzada por el comportamiento de los obreros, ya que representan solo el 3% del total de viajes realizados en vehículos particulares, mientras que en el transporte público representan el 18%.

Tabla VIII

Porcentaje de viajes por nivel de ocupación y tipo de medio

	Privado	Público	Total
Empleado	43%	33%	36%
Obrero	3%	18%	13%
P. Independiente	24%	11%	16%
Ama de casa	10%	15%	13%
Estudiante	14%	20%	18%
Otro	5%	4%	5%
Total	100%	100%	100%

Cabe señalar que en este caso se consideraron el total de observaciones; sin embargo, para el caso de la estimación de probabilidades, dado que el ingreso es una variable importante se eliminaron aquellas observaciones con menos de un salario mínimo.

La edad puede ser un indicador de uso de un medio determinado, ya que en la medida que ésta se incrementa, la probabilidad de utilizar un transporte privado tendería a hacerlo también, hasta cierto nivel de edad, por lo que

analizar la composición de la edad es un factor importante; de acuerdo a los resultados, esta idea es afirmativa (ver TABLA IX), mientras que para el caso

del transporte público la distribución entre edades es muy homogénea.

Tabla IX

Medio utilizado por rango de edad

Rango edad	Privado	Público	Total
0-20 años	6%	27%	20%
20-30	29%	30%	30%
30-40	30%	19%	23%
> 40	35%	24%	28%
Total	100%	100%	100%

Con respecto a los motivos del viaje, se tiene que no existe una diferencia significativa por tipo de medio utilizado y destaca el hecho de que el 59% del total de usuarios tienen como motivo de viaje el trabajo, seguido de la escuela (20%) y de compras (7%) (ver TABLA X).

Tabla X

Motivos de viaje por tipo de medio

Motivos	Privado	Público	Total
Trabajo	58%	60%	59%
Escuela	21%	19%	20%
Compras	6%	9%	7%
Familiar	3%	4%	4%
Salud	2%	3%	3%
Otros	9%	4%	7%
Total	100%	100%	100%

De acuerdo a los resultados obtenidos, el 35% del total de viajes son hechos en vehículos privados y el resto – 65% - en medios públicos. Con base en las estimaciones del CET para el 2000 implica que cerca de 2,257,661 viajes

se realizan diariamente en vehículos privados y 4,593,367 en medios públicos, lo que da un total de 6,851,028 viajes diarios.

De estos resultados se extrae que el tiempo de viaje en un medio público es de 41 minutos contra 22 de uno privado; la diferencia en distancia promedio recorrida es de un kilómetro más para el caso del transporte público; sin embargo, la velocidad promedio es 72% mayor para un vehículo privado.

Esto hace pensar que evidentemente existe una fuerte ventaja relativa en realizar un recorrido en vehículo privado, sobre todo si el tiempo es una variable

importante para el individuo. Y que, en la medida que las diferencias en tiempo sean menores existirá un incentivo a utilizar medios (ver TABLA XI).

Tabla XI

Tiempos de viaje, distancias y velocidad promedio por tipo de medio

	Privado	Público	Total
Tiempo de viaje (minutos)	21.81	40.82	31.22
Distancia (km)	12.51	13.58	13.21
Velocidad (km/h)	34.42	19.96	25.39

En lo referente a los costos de operación, el costo por kilómetro/usuario para el caso de vehículos privados es en promedio de \$2.90 – precios de marzo del 2000 -, mientras que para el caso del transporte público es de \$1.64, el detalle de la obtención de los CGV's se da en el Apéndice A.

Se debe recordar que estos resultados son para un individuo promedio, así por ejemplo, si el usuario promedio de un automóvil hubiese decidido hacer su recorrido en el transporte público, el costo por kilómetro sería de \$2.02 – ya

que tiene un costo de oportunidad en el tiempo mayor con respecto a los que lo utilizan actualmente -, mientras que si el usuario promedio del transporte público hace el viaje en automóvil, el costo por kilómetro recorrido sería de \$3.10 – para él los costos de operación son más significativos que los del tiempo -.

4.2 Estimación del modelo

El método estadístico empleado para este estudio es el logístico multivariado, además de la transformación logit necesaria para la interpretación de los coeficientes, de esta forma la ecuación inicial – la logit, ya que es lineal en parámetros – sería:

$$\begin{aligned} \text{Medio a utilizar} = \text{tipo}(x) = & \beta_0 + \beta_1 \text{APO} + \beta_2 \text{ESC} + \beta_3 \text{GPE} + \beta_4 \text{SN} + \beta_5 \text{SP} + \beta_6 \\ & \text{SC} + \beta_7 \text{SM} + \beta_8 \text{DSEXO} + \beta_9 \text{ED020} + \beta_{10} \text{ED2030} + \beta_{11} \text{ED3040} + \beta_{12} \\ & \text{OCUPAMA} + \beta_{13} \text{OCUPEMP} + \beta_{14} \text{OCUPEST} + \beta_{15} \text{OCUPINDE} + \beta_{16} \text{OCUPOBR} \\ & + \beta_{17} \text{CGVREL} + \beta_{18} \text{DIST} + \beta_{19} \text{DH_S1} + \beta_{20} \text{DH_S2} + \beta_{21} \text{DH_S3} + \beta_{22} \text{DH_S4} + \\ & \beta_{23} \text{DH_S5} + \beta_{24} \text{DTIEMPQ1} + \beta_{25} \text{DTIEMPQ2} + \beta_{26} \text{DTIEMPQ3} \quad (5) \end{aligned}$$

Los coeficientes β_1 al β_7 , representan las variables de localización, de β_8 a β_{16} las socioeconómicas y de β_{17} en adelante las relativas al viaje. De esta forma el modelo logístico multivariado sería:

$$\pi(x) = \frac{e^{\text{tipo}(x)}}{1 + e^{\text{tipo}(x)}} \quad (6)$$

Donde:

$\pi(x)$ = Es la probabilidad de que utilice un medio determinado, sujeto a las variables independientes.

Con el fin de observar el efecto que tiene cada uno de los diferentes grupos de variables sobre la probabilidad de utilizar un medio, se estiman siete posibles modelos, estos resultan de las diferentes combinaciones de estos grupos de variables y son los siguientes:

- Modelo 1: Variables físicas
- Modelo 2: Variables socioeconómicas
- Modelo 3: Variables de viaje
- Modelo 4: Incluye variables físicas y socioeconómicas
- Modelo 5: Esta compuesto por las variables físicas y de viaje
- Modelo 6: Considera los aspectos socioeconómicos y los relativos al viaje.
- Modelo 7: Es el modelo completo.

Estos modelos son calculados con el paquete estadístico SPSS y sus resultados a detalle son observados en el Apéndice C, cabe señalar que se utilizó el método Forward Conditional donde elimina aquellas variables que no son significativas a un nivel de 5% de acuerdo al criterio de Wald. A continuación se observan los resultados a manera de resumen – TABLA XII –.

Tabla XII

Estimación de los diferentes modelos considerados – estimadores logit -

VARIABLES	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
APO	1,0831	-	-	0,8559	0,8333	-	0,6517
SP	-0,9368	-	-	-0,5831	-0,9058	-	-0,6979
ESC	0,9647	-	-	0,8726	0,7065	-	0,6728
GPE	0,5031	-	-	0,4033	0,4061	-	0,3554
STA	1,3587	-	-	1,0838	1,0778	-	1,0366
SN	0,2033	-	-	0,2125	0,2133	-	0,1578
DH_S1	-	-	-0,5062	-	-0,5096	-0,4093	-0,4283
DH_S2	-	-	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
DH_S3	-	-	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
DH_S4	-	-	-0,3698	-	-0,3475	-0,2997	-0,2896
DH_S5	-	-	-0,7329	-	-0,8069	-0,5957	-0,6549
CGVREL	-	-	1,1704	-	1,1094	0,5179	0,5626
DIST	-	-	-0,1588	-	-0,1571	-0,116	-0,1199
SM	-	-0,3394	-	-0,3197	-	-0,2164	-0,1889
ED020	-	1,1434	-	0,9966	-	1,0486	0,9473
ED2030	-	0,4363	-	0,3389	-	0,3895	0,3437
ED3040	-	n.s.	-	-0,2103	-	-0,1692	-0,2595
DSEXO	-	-0,3156	-	-0,3678	-	-0,3662	-0,4051
OCUPEMP	-	n.s.	-	n.s.	-	n.s.	n.s.
OCUPOBR	-	1,7285	-	1,6673	-	1,738	1,6829
OCUPINDE	-	-0,3961	-	-0,3856	-	-0,3714	-0,3693
OCUPAMA	-	0,5827	-	0,5422	-	0,4829	0,4366
OCUPEST	-	0,2907	-	0,3728	-	0,3331	0,3981
DTIEMPQ1	-	-	-3,0954	-	-2,9338	-2,8169	-2,7449
DTIEMPQ2	-	-	-4,0915	-	-3,9720	-3,7518	-3,7095
DTIEMPQ3	-	-	-2,2782	-	-2,2073	-2,0031	-1,9884
Constant	0,3503	1,4059	3,4616	1,2303	3,2362	4,1865	3,7827

R2 Cox y Snell	0,05	0,21	0,23	0,23	0,25	0,31	0,32
R2 Nagelkerke	0,06	0,29	0,32	0,32	0,35	0,43	0,45
Predicciones correctas	66,35%	74,38%	74,67%	74,84%	75,57%	77,73%	78,42%
-2 Log Likelihood	11629,24	9923,4	9663,4	9697,68	9416,58	8637,15	8476,28
Test Hosmer-Lemeshow	1,0000	0,0127	0,0000	0,0322	0,0020	0,1661	0,1012

El modelo 1, donde solo se incluyen los efectos de localización de los usuarios resulta en una pobre explicación de su comportamiento – como lo muestra el hecho de que se obtienen los peores indicadores de ajuste, a excepción de la prueba Hosmer-Lemeshow, donde dadas las características de las variables permiten un ajuste perfecto entre las probabilidades estimadas y las observadas -, solo es destacable el hecho de que en los municipios de Santa Catarina y Apodaca, existe una mayor probabilidad de que utilicen sistemas públicos de transporte – esto es porque en la medida que la probabilidad tiende a la unidad corresponde al uso del transporte público y viceversa para el caso de vehículos particulares -, en contraposición, el municipio de San Pedro es el que tiene la mayor probabilidad de uso de medios privados de transporte.

Al analizar el modelo 2, podemos ver que existe una mayor probabilidad de utilizar vehículos privados en la medida que el ingreso es mayor, que sea la

de profesionalista independiente o que sea un usuario del sexo masculino, principalmente. Contrario a esto, en la medida que se tenga una menor edad o tenga una ocupación de obrero, existirá una mayor probabilidad de utilizar el transporte público. En el caso de los aspectos socioeconómicos, podemos ver que contribuyen en mayor medida a explicar el comportamiento de los individuos en comparación al hecho de considerar solo el municipio donde se habita; sin embargo, se puede observar que se pueden hacer mejoras en la especificación del modelo final.

El modelo 3, solo considera los efectos relativos al viaje, aquí podemos ver que es más probable que los viajes en auto se realicen en la mañana o bien en la noche, lo cual puede estar relacionado con el hecho de que en esos períodos se da la mayor demanda de viajes. Otro punto importante es que el coeficiente de distancia es negativo, esto implica que en la medida que los recorridos sean mayores se tenderá a utilizar el automóvil como medio de viaje, lo que es de preocupar ya que en la medida que el AMM se expanda los viajes tenderán a ser mayores, incrementando la demanda por automóviles.

El coeficiente positivo en $CGVREL$ hace pensar que en la medida que los CGV 's de automóvil sean mayores en comparación a los del transporte público – $CGVREL = CGVAUTO/CGVCAMION$ -, los usuarios favorecerán el uso de los medios públicos, lo que hace a esta variable una determinante para el objetivo que perseguimos.

Para el caso de las diferencias en tiempo de viaje entre el transporte público y automóviles, se observa una tendencia un poco extraña, pero al analizar a detalle podemos ver su lógica: Actualmente, la diferencia promedio es de 19 minutos, es decir que la variable $DTIEMPQ2$ tendría un valor de uno, si existiera alguna política que de cierta forma permitiera disminuir la diferencia, digamos a 10 ó 15 minutos podríamos ver que la probabilidad de utilizar el automóvil se reduciría en comparación al escenario inicial. Ahora, si no paramos la tendencia entre las diferencias en tiempo, nos conduciría a que la variable $DTIEMPQ3$ tuviera un valor de uno, lo que implicaría que se incentivaría el uso del vehículo, ya que el costo del tiempo se incrementaría.

Los modelos 4, 5 y 6 muestran los efectos de añadir a los primeros tres modelos nuevos conjuntos de variables, con el fin de ver si mejora el grado de explicación del fenómeno en conjunto, efectivamente se logran mejoras en los grados de ajuste, a pesar de los coeficientes difieren, su tendencia no cambia.

Finalmente, el modelo 7 representa el conjunto de variables disponibles por lo que su poder deductivo se incrementa, como lo demuestran las diferentes medidas de R^2 , la prueba de bondad de ajuste y el porcentaje de predicciones correctas, para el caso de la prueba Hosmer-Lemeshow a pesar de no ser la mayor, si cumple con el grado de significancia necesario para aceptar que las probabilidades estimadas se ajustan a las observadas.

Son precisamente los coeficientes obtenidos en este modelo, los que se utilizarán al medir los diferentes grados de asociación entre las variables independientes y la probabilidad de utilizar un medio en particular.

4.3 Resultados del modelo preferido

Dentro de los resultados relevantes que se obtienen a partir del modelo 7, se puede decir que el nivel de ingreso – expresado en salarios mínimos, SM – es una variable importante al determinar el tipo de medio a utilizar, ya que al considerar a un individuo promedio (ver TABLA XIII) la probabilidad de que utilice el transporte público será de entre un 47 a 83% dependiendo del municipio en que viva, con una media general de 67%; sin embargo, si consideramos a un usuario que esté contenido dentro del percentil 25% - es decir, donde se encuentran el 25% de los usuarios con menor ingreso, el cual

en promedio corresponde a un ingreso de 1.74 salarios mínimos mensuales – la probabilidad general se incrementa a 74%.

El caso contrario ocurre cuando consideramos al 25% de los usuarios con mayor ingreso – percentil del 75%, con ingreso promedios mensuales de 7.8 salarios mínimos - donde la probabilidad media de utilizar el transporte público es del 33%, con rangos que varían del 17 al 53% que se dan en San Pedro y Santa Catarina respectivamente.

Tabla XIII

Probabilidad de utilizar el transporte público de acuerdo al ingreso y municipio

Municipio	SM percentil 25%	SM medio	SM percentil 75%
APO	82%	77%	44%
SP	55%	47%	17%
ESC	83%	78%	44%
GPE	78%	72%	37%
MTY	71%	64%	29%
SN	74%	67%	32%
SC	87%	83%	53%
AMM	74%	67%	33%

Con respecto a la influencia del sexo, se observa que promedio la probabilidad de que sea una mujer la que realice el viaje en transporte público es nueve puntos porcentuales mayor que para el caso de los hombres – 72% vs. 63%, TABLA XIV -.

Tabla XIV.

Probabilidad de utilizar el transporte público por sexo y municipio

Municipio	Mujer	Hombre
APO	81%	74%
SP	53%	43%
ESC	81%	75%
GPE	76%	68%
MTY	69%	60%
SN	72%	64%
SC	86%	81%
AMM	72%	63%

De acuerdo a los resultados de las ocupaciones de los usuarios, tenemos que el segmento de amas de casa tiene un valor cercano al obtenido para el caso del femenino en general – 70% vs. 72%, TABLAS XIV y XV -, lo que hace pensar que la mayor parte de las mujeres que fueron encuestadas tenían como ocupación principal precisamente el ser amas de casa.

Tabla XV.

Composición de viajes en transporte público de acuerdo a la ocupación y municipio

Municipio	Empleado	Obrero	Independiente	Ama de casa	Estudiante
APO	77%	93%	64%	80%	79%
SP	47%	78%	31%	51%	50%
ESC	78%	93%	64%	80%	79%
GPE	72%	91%	57%	75%	74%
MTY	64%	88%	48%	67%	66%
SN	67%	89%	52%	71%	70%
SC	83%	95%	72%	85%	85%
AMM	67%	89%	52%	70%	69%

Otro punto a destacar es que son los profesionistas independientes – y en especial los que habitan en San Pedro – los que tienen la mayor probabilidad de utilizar el automóvil como medio de transporte; en caso

contrario, los obreros son lo que en su mayoría utilizan los sistemas de transporte públicos – en especial destacan los que viven en Apodaca y Santa Catarina -.

Finalmente, se trató de ver el cambio en el comportamiento de los usuarios al enfrentar diferentes razones de CGVREL, para ello se utilizaron los resultados promedios – la razón de costo promedio es de 1.77 – y se compararon con respecto al que enfrentan los usuarios contenidos en el percentil 25% - la razón en este caso es de 1.06 - y 75% - con una razón de 2.19 -.

Los resultados muestran que en la medida que la razón de costos sea mayor la probabilidad de utilizar transportes públicos se incrementa, ya que pasa del 67% en promedio al 72%; en caso contrario, el uso del transporte público cae al 58% (ver TABLA XVI).

Tabla XVI

Cambios en el uso del transporte público por cambios en los CGV por municipio

Municipio	CGVREL percentil 25%	CGVREL medio	CGVREL percentil 75%
APO	69%	77%	81%
SP	37%	47%	53%
ESC	70%	78%	81%
GPE	63%	72%	76%
MTY	54%	64%	69%
SN	58%	67%	72%
SC	77%	83%	86%
AMM	58%	67%	72%

En resumen, tenemos que definitivamente se puede tratar de incidir sobre los patrones de comportamiento, si bien no se pueden afectar los niveles de ingreso, sexo u ocupación si se pueden hacer políticas de transporte que afecten la relación de los costos generalizados de viaje. Incluso se pueden hacer medios públicos diferenciados – con clima, rutas específicas, etcétera – para aquellos individuos que no necesariamente estarían dispuestos a utilizar los medios públicos, sin embargo ese es tema para otro estudio.

4.4 Cálculo de elasticidades y proyecciones

Desde un punto de vista económico, la elasticidad mide el cambio porcentual que sufre una variable ante un cambio porcentual en otra, en este caso la variable analizada será la probabilidad de utilizar un medio determinado, con respecto a cambios proporcionales en el nivel de ingreso, costos de viaje relativos y distancia.

La ecuación para obtener la elasticidad η , está dada por:

$$\eta_x = [\beta_x p(1-p)] [X/p] \quad (7)$$

Donde:

η_x = La elasticidad de la probabilidad con respecto a una variable independiente x.

β_x = Es el coeficiente logit estimado de la variable x.

p = Probabilidad promedio.

X = Es el valor medio de la variable x.

De esta forma, tenemos que la elasticidad ingreso es de -0.22 , esto significa que al incrementarse en un 1% el ingreso, la probabilidad de utilizar un medio público disminuirá en 0.22 puntos porcentuales (ver TABLA XVII). Por ejemplo, si el ingreso promedio se incrementara un 10%, el porcentaje de viajes en transporte público disminuirá de 67% a 65.55%.

Tabla XVII.

Elasticidades estimadas

Variable	β	p	(1-p)	$\beta p(1-p)$	X	p	η
SM	-0.1889	67%	33%	-0.0417	3.41	64%	-0.22
CGVREL	0.5626	67%	33%	0.1243	1.77	64%	0.35
DIST.	-0.1199	67%	33%	-0.0265	13.21	64%	-0.55

Tal vez, desde un punto de vista de política del transporte no es posible incrementar o disminuir los niveles de ingreso; si puede influir en los costos de transporte, donde de acuerdo a las estimaciones hechas se tiene que la elasticidad de la razón de costos con respecto a la probabilidad de utilizar transporte público es de 0.35.

Para verlo de manera más clara supongamos que se desea incentivar el uso del transporte público incrementando la razón CGVREL, esto se puede lograr aumentando el costo de los viajes en automóvil – un aumento en el precio de la gasolina – o disminuyendo los relativos al transporte público – viajes multimodales – en una proporción de 2%, 5% ó 10%, con esto la cuestión es: ¿cuántos viajes realizados en automóvil serían sustituidos por el transporte público?.

Para contestar la cuestión, de acuerdo a los datos del Apéndice B tenemos que para el año 2000, se estima que en el AMM se dan en promedio 6,836,338 viajes diariamente, de los cuales 2,252,820 corresponden a viajes privados y el resto a públicos –4,583,518 -. Si el cambio que se espera es del 2%, entonces la probabilidad de viajes privados disminuiría del 33% que es actualmente a 32.49%, es decir que los viajes disminuirían a 2,223,588, lo que representa una disminución de 1.30%, si sabemos que en promedio se hacen 3 viajes al día por vehículo – un promedio de 1.5 personas por vehículo/viaje, CET -, implica que se evitaría el uso de 11,128 vehículos diariamente; los cuales pueden ser compensados por 26 unidades del transporte – se estima que se realizan aproximadamente 1,146 viajes por unidad diaria, CET -.

Al analizar los casos del 5 y 10%, obviamente los resultados conducen a una disminución en el uso de los automóviles (ver TABLA XVIII página 44), la magnitud de los mismos sería de 27,681 y 54,891 automóviles diarios que se evitarían respectivamente, lo que representa el 3.23% y 6.40% de los que circulan actualmente.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla XVIII.

Efectos de cambios en los CGVREL, estimaciones para el AMM durante el 2000

Escenario	Distribución viajes				Total	Cambios		Cambio %	Cambio en unidades	
	Privados		Públicos			Privados	Públicos		Automóviles	Camiones
	Privados	Públicos	Privados	Públicos						
Actual	33.0%	67.0%	2,252,820	4,583,518	6,836,338	-	-	-	-	-
2%	32.5%	67.5%	2,223,588	4,612,750	6,836,338	(29,231)	29,231	-1.30%	(11,128)	26
5%	31.8%	68.2%	2,180,104	4,656,234	6,836,338	(72,716)	72,716	-3.23%	(27,681)	63
10%	30.6%	69.4%	2,108,626	4,727,712	6,836,338	(144,194)	144,194	-6.40%	(54,891)	126

Tabla XIX.

Efectos de cambios en la distancia, estimaciones para el AMM durante el 2000

Escenario	Distribución viajes				Total	Cambios		Cambio %	Cambio en unidades	
	Privados		Públicos			Privados	Públicos		Automóviles	Camiones
	Privados	Públicos	Privados	Públicos						
Actual	33.0%	67.0%	2,252,820	4,583,518	6,836,338	-	-	-	-	-
2%	33.7%	66.3%	2,206,459	4,629,879	6,836,338	(46,361)	46,361	-2.06%	(17,648)	40
5%	34.8%	65.2%	2,137,844	4,698,494	6,836,338	(114,976)	114,976	-5.10%	(43,768)	100
10%	36.6%	63.4%	2,026,068	4,810,270	6,836,338	(226,752)	226,752	-10.07%	(86,318)	198

De manera similar se puede hacer para el caso de la distancia promedio de viaje, donde se puede demostrar que la reducción en las distancias de recorrido del transporte urbano incrementaría su uso, así por cada punto porcentual que disminuya implicaría un aumento en la probabilidad de utilizar el transporte público de 0.55 puntos porcentuales. Con el fin de cuantificar este efecto, podemos realizar un ejercicio similar al anterior, donde se den los mismos cambios.

Los resultados son evidentes (ver TABLA XIX, página 44), ya que al disminuir un 2% el recorrido promedio se evitaría el uso de 17,648 automóviles, mientras que en el caso extremo – disminución del 10% - se podría evitar que circulara el 10% del parque vehicular privado.

A manera de resumen, sabemos que existen relaciones entre diferentes variables al momento de realizar un viaje, como lo es el costo del viaje, distancia, tiempo de recorrido, lugar de residencia, nivel de ingreso, hora del viaje, etcétera. No obstante, al aplicar algún tipo de política que pretenda incentivar el uso de medios públicos de transporte es obvio que no se podrá tener injerencia en todas ellas, pero al menos las que tengan relación con el viaje y sus características si pueden ser modificadas.

Es de esperar que los usuarios independientemente de los aspectos de atributos en el servicio – no se consideraron debido a que no se contaba con la información – utilicen un poco la “racionalidad económica” al momento de decidir el medio a utilizar, por lo que en la medida de lo posible querrán llegar a su destino en un medio rápido y económico sujeto a sus restricciones

económicas, de esta forma si un individuo decide que el transporte público es su decisión óptima – o su única posibilidad – lo hará en él.

Sin embargo, el punto más importante no se enfoca necesariamente a los actuales usuarios del transporte público, sino a aquellos que no lo utilizan. De esta forma, cuales son los “cambios” que se deben hacer, de que magnitud y donde, para lograr que este usuario deje su automóvil en casa.

De acuerdo a lo visto en este capítulo, se puede aumentar la relación del costo generalizado de viaje del automóvil con respecto al transporte público mediante: impuestos a la gasolina - sin embargo, se sabe que esta política no solo tendrá efectos en el transporte sino que afectaría los precios de otros bienes y servicios -, incrementar los costos de estacionamiento, construir estacionamientos gratuitos en zonas de transferencia de camiones y autobuses – como existe en algunas estaciones del metro -, implementar carriles exclusivos, entre otras medidas.

En lo referente a la disminución de las distancias de recorrido promedio, estas se pueden lograr restructurando el sistema de transporte actual, mediante la implementación de rutas alimentadoras que sean conectadas a servicios de mayor capacidad – como el caso del Metrobus , el cual no cumple su función, debido a que el metro es una “ruta” más y no un sistema troncal real -, proyectos como la creación de Centros de Intercambio Multimodal propuesto por el CET, que permiten incrementar la cobertura del transporte, sin incurrir en los “costos” de congestión que crea el actual esquema de rutas radiales.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

El rápido crecimiento que han experimentado las grandes ciudades del mundo, ha conducido a fuertes presiones en los presupuestos de los gobiernos al tener que proveer de mayor infraestructura vial como consecuencia del continuo incremento en el número de vehículos que circulan, en especial los automóviles.

En Monterrey y su área metropolitana históricamente ha existido una mala estructura del transporte que no ha permitido ver al transporte masivo como una verdadera opción, por lo que su uso es resultado de las restricciones presupuestales de los usuarios, ya que no tienen otra opción más que seguir

utilizándolo; sin embargo, en la medida de lo posible tratan de sustituirlos por medios privados, los cuales son más cómodos y rápidos.

Dado que esta tendencia de sustitución se ha ido incrementando, además de que el número de habitantes también lo ha hecho, es preocupante ver como cada vez es más necesario construir vialidades o aumentar la capacidad de las existentes, con el fin de evitar que la velocidad promedio no siga disminuyendo; por lo que esto es una alternativa costosa desde un punto de vista social.

De esta forma nos encontramos en una disyuntiva, o seguir invirtiendo en infraestructura para mantener - o al menos que no siga disminuyendo- la velocidad promedio; o se hace un cambio total en la forma de ver el transporte público. Es en este punto donde surge la pregunta: ¿cómo hacer que los actuales usuarios de automóviles tengan un incentivo a utilizar el transporte público?, la respuesta es un poco relativa y la decisión final dependerá del usuario; no obstante nos podemos valer de herramientas econométricas para al menos poder tratar de simular el comportamiento de ellos desde un punto de vista de racionalidad económica.

Para ello se utilizan los resultados de la encuesta de origen-destino realizada por el CET entre 1997 y 1998, de donde se desprenden las características socioeconómicas, de localización y las referentes a las características de viajes. Para darle utilidad a esta información, se requirió de aplicar el modelo econométrico de regresión logística multivariada donde es posible obtener una probabilidad estimada de utilizar o no un medio de transporte determinado.

La cuestión siguiente ahora será ver que variables son las importantes, para esto se modelaron siete tipos de ecuaciones y de acuerdo a los resultados de significancia estadística y grado de ajuste, se pudo concluir que el modelo que incluía a todas las variables era definitivamente el que mejor ayudaba a explicar el comportamiento del usuario.

Los resultados nos demuestran que el nivel de ingreso juega un papel muy importante al momento de decidir el medio a utilizar, como lo muestra el signo y magnitud del coeficiente estimado, incluso se puede ver como su

influencia determina los patrones de comportamiento por municipio, donde se observa que aquellos con mayores ingresos promedio son lo que más utilizan automóviles y viceversa.

El resto de las características socioeconómicas estimadas nos permiten ver como tanto la edad, el sexo y el tipo de ocupación, determinan patrones muy definidos. Tal es el caso de los obreros, que tienen una mayor probabilidad de utilizar los medios públicos, en especial aquellos que viven en los municipios de Santa Catarina y Apodaca, en el caso contrario, los profesionistas independientes, son lo que tienen una mayor probabilidad de utilizar su automóvil como medio de transporte, en especial los que radican en el municipio de San Pedro. La edad nos muestra que en la medida que esta es mayor, la probabilidad de utilizar el automóvil también se incrementa. En lo que respecta al sexo, se ve que en promedio en el AMM existe una diferencia de nueve puntos porcentuales a favor de las mujeres en el caso de ser usuarias de los medios de transporte públicos.

Con respecto a las características físicas o de localización, se tiene que al igual que en el caso de los ingresos la probabilidad de utilizar medios privados es mayor en los municipios comúnmente conocidos como los más ricos – San Pedro, Monterrey, San Nicolás -.

En lo referente a las características que están relacionadas con el viaje, se tienen importantes resultados, principalmente por el hecho de que en éstas variables se puede tener cierto grado de influencia como gobierno o entidad encargada del transporte.

Primeramente, tenemos el caso de los costos generalizados de viaje los que son analizados en términos relativos – el costo de viaje del automóvil con respecto al camión -, aquí vemos que en promedio los costos por kilómetro/usuario son 77% mayores para el caso de los privados con respecto a los públicos y que de acuerdo a los resultados de la regresión, en la medida que la razón de costos se incrementa – más caro el viaje en automóvil que en camión – la probabilidad de utilizar el transporte público aumenta. Una medida más tangible de ello es que por cada punto porcentual que se incrementa esta relación, la probabilidad de sustituir el automóvil es de 0.35 puntos porcentuales.

Dicho de otra forma, si la razón se incrementara un 2% implica que los viajes en automóvil se reducirían en 29,231 diariamente, lo que implica que se evitaría el uso de 11,128 automóviles; si el cambio es del 5%, se evita el uso de 27,681 y si el cambio fuera del 10%, dejarían de circular en promedio 54,891 automóviles, lo que representa el 6.4% del número total de vehículos.

Evidentemente este sería un cambio gradual; sin embargo, un punto importante es que de alguna manera puede crear un efecto favorable en el sentido de que los posibles nuevos usuarios de automóviles prefieran seguir utilizando el transporte público.

Ahora, ¿de qué manera se podría lograr este resultado y que los usuarios lo internalizaran?, las respuestas pueden ser variadas, una de ellas podría ser incrementar el precio de la gasolina mediante un impuesto especial, no obstante podría generar efectos adversos en el bienestar de las familias, ya que tendería a generar un efecto inflacionario. Otra alternativa sería aplicar un

mayor cobro al uso de espacios de estacionamiento dentro del AMM, favoreciendo la construcción de estacionamientos gratuitos o a menor costo en zonas estratégicas de intercambio de pasaje – con se hace en algunas estaciones del metro -.

La construcción de carriles exclusivos de transporte en un sentido real, no solo como una línea amarilla pintada en el asfalto, puede hacer que el transporte público incremente la velocidad promedio con respecto al automóvil, aplicando privilegios en cuanto a sincronía de semáforos y facilidades de ascenso y descenso.

Con respecto a la disminución de la distancia de recorrido, los resultados muestran que existe una relación inversa entre la distancia y el uso de transporte público, esto es que en la medida que los recorridos promedio se incrementen, los usuarios prefieran adquirir un automóvil ya que la diferencia en tiempo de recorrido se magnifican – actualmente el recorrido en transporte público es en promedio 19 minutos mayor que en automóvil -.

Por cada punto porcentual que se incrementa la distancia, la probabilidad de que el viaje se realice en automóvil se incrementa en 0.55 puntos porcentuales. De acuerdo al ejercicio realizado en el capítulo cuatro, se puede ver que una disminución en la distancia promedio del 10%, implicaría que el número de automóviles en circulación diarios disminuiría un 10.07%, de manera similar ocurre para los casos en que las disminuciones son del 2% y 5%, donde el número de vehículos disminuye en 2.06% y 5.10% respectivamente.

Ahora bien, ¿cómo conseguir que las distancias - y por ende los tiempos de recorrido – disminuyan?, una solución puede ser la implementación de

1020130193

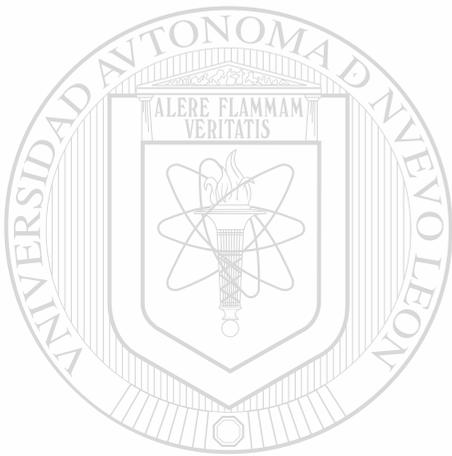
centros de intercambio modales, como el propuesto por el CET el cual implica la construcción de centrales de transferencia entre camiones, el objetivo es disminuir las distancias y tiempos de recorrido, pero principalmente disminuir el grado de congestión dentro de centro de la ciudad de Monterrey. Otro método consiste en las rutas alimentadoras que dependan de sistemas mayores de transporte como el metro, si bien hasta el momento las creadas no han cumplido del todo con su objetivo, este se puede lograr en la medida que se reestructure el sistema de transporte público, y que el metro sea un verdadero sistema troncal y no solo una ruta más.

Como punto final, se debe estar consiente de las implicaciones que genera un mayor uso del automóvil, por lo que aplicar políticas de transporte adecuadas e inmediatas, pueden evitar mayores costos sociales, no solo en el sentido de mayor congestión, sino de mayores requerimientos de recursos públicos necesarios para proveer de la infraestructura y mantenimiento adecuados de las vialidades del AMM.

BIBLIOGRAFÍA

1. Button, K.J. Transport Economics. Heinemann Press. (1982).
2. _____, Ngoe, N. y Hine, J. Car ownership Forecasts for Low-Income Countries. Traffic Engineering and Control. Vol 33. No. 12: 666-670. (1991).
3. _____. Modeling Vehicle Ownership and Use in Low-Income Countries. Journal of Transport Economics and Policy No. 27: 51-65. (1993).
4. Consejo Estatal del Transporte. Política y Plan de Transporte. Documento de Trabajo. (1994).
5. _____. Encuesta de origen-destino para el AMM. (1998).
6. El-Hifnawi, M.B. Modeling the Determinants of Automobile Ownership in Developing Cities: The Case of Monterrey, Mexico. Harvard University. Development Discussion Paper No. 668. (1998).
7. Golob, T.F. y Burns, L.D. Effects of Transportation Service on Automobile Ownership in an Urban Area. Transportation Research Record. No. 673:137-145. (1978).
8. Hosmer, D. y Lemeshow, S. Applied Logistic Regression. Wiley & Sons. (1989) ®
9. Kain, J. Y El-Hifnawi, B. Modal split model for the work trip in Monterrey. Revista Ensayos, UANL. Vol. XIII. No. 2: 101-117. (1994).
10. Kain, J. Y El-Hifnawi, B. Vehicle ownership in Monterrey. Revista Ensayos, UANL. Vol. XIII. No. 2: 127-151. (1994).
11. Rice, J. C. Logistic regression: An introduction. Thompson editors, Advances in social science methodology. Vol. 3: 191-245. (1994).
12. Small, K.A. y Winston, C. The Demand for Transportation: Models and Applications. Essays in Transportation Economics and Policy: A Handbook in Honor of John R. Meyer. J. Gómez-Ibáñez, W.B. Tye and C. Winston. Brookings Institution Press. (1999).

13. Verhoef, E.T. Time, speeds, flows and densities in static models of road traffic congestion and congestion pricing. *Regional Science and Urban Economics*. No. 29: 341-369. (1999).
14. Villarreal, H. Demanda potencial de un sistema de transporte cooperativo en Monterrey. *Revista Ensayos, UANL*. Vol. XIII. No. 2: 37-58. (1994).
15. Wright, R.E. Logistic regression. Grimm & P.R. editors. (1995).



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



APENDICE A

ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS GENERALIZADOS DE VIAJE

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS GENERALIZADOS DE VIAJE

Los Costos Generalizados de Viaje (CGV), son la forma más utilizada para determinar el costo de viaje, un CGV está compuesto por los costos de operación vehiculares se incluyen desde los costos fácilmente perceptibles como lo es el combustible, desgaste de llantas, lubricantes, hasta aquellos no tan fácilmente internalizados como lo es la depreciación, el costo oportunidad del vehículo, etcétera, además de los relativos al valor del tiempo de los usuarios.

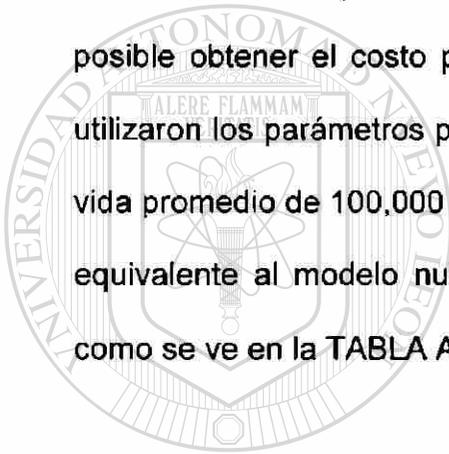
Sin lugar a dudas, el costo por kilómetro recorrido en un vehículo particular muy probablemente sea mayor que el utilizar un transporte colectivo – ya que en este caso el costo solo lo representa el pago del boleto -, sin embargo, al realizar la decisión de que medio utilizar, el costo del tiempo juega un papel determinante; por lo que hará que aquellas personas con un costo de tiempo mayor prefieran utilizar un medio particular.

Con base en esto, en el presente capítulo se mostrará la forma en que se puede estimar el costo por kilómetro al realizar un viaje. Para lo anterior se utilizó el paquete computacional HDM (Highway Design and Maintenance Standards Model) desarrollado por el Banco Mundial, el cual contiene un algoritmo donde se incluyen todos los factores que afectan los costos de operación, como son las características físicas y geométricas del pavimento, la

velocidad esperada, tipo de vehículo, edad en kilómetros, costos de combustibles, lubricantes, mano de obra, indirectos, etcétera.

Al considerar todos estos efectos, el paquete permite determinar el costo por kilómetro, desglosando en términos porcentuales la importancia relativa de las principales variables que influyen sobre los costos del vehículo. De esta manera al variar las características de los vehículos se puede obtener el costo de cada uno.

Pero dado que el número de observaciones es grande – 9,365 – no fue posible obtener el costo por kilómetro para cada uno de ellos, por lo que se utilizaron los parámetros para un vehículo promedio del AMM, el cual tiene una vida promedio de 100,000 kilómetros con un precio al mercado de \$100,000 – el equivalente al modelo nuevo -, y tiene una velocidad promedio de 40 km/h, como se ve en la TABLA A.I.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA A.1. Resultados del paquete HDM

MODELO DE COSTOS DE OPERACION DE VEHICULOS			
<i>Resumen de Resultados</i>			
Características de la Carretera			
Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.		1
Rugosidad promedio (IIR)	m/km		4.00
Pendiente media ascendente	%		0.00
Pendiente media descendente	%		0.00
Proporción de viaje ascendente	%		0.00
Curvatura horizontal promedio	grados/km		0.00
Sobrelevación promedio (peralte)	fracción		0.00
Altitud del terreno	m		600.00
Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-M s de uno		0
Costos Unitarios			
Precio del vehículo nuevo	\$		100,000.00
Costo del combustible	\$/litro		4.85
Costo de los lubricantes	\$/litro		25.00
Costo por llanta nueva	\$/llanta		600.00
Tiempo de los operarios	\$/hora		0.00
Tiempo de los pasajeros	\$/hora		0.00
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora		50.00
Retención de la carga	\$/hora		0.00
Tasa de interés anual real	%		6.00
Costos indirectos por vehículo-km	\$		0.60
Velocidad del Vehículo	km/hora		40.05
Consumos por cada 1000 vehículo-km			
Consumo de combustible	litros		195.26
Uso de lubricantes	litros		2.15
Consumo de llantas no. equivalente de llantas nuevas			0.07
Tiempo de los operarios	horas		20.04
Tiempo de los pasajeros	horas		20.04
Retención de la carga	horas		20.04
Mano de obra de mantenimiento	horas		2.78
Refacciones	% precio vehículo nuevo		0.23
Depreciación	% precio vehículo nuevo		0.38
Intereses	% precio vehículo nuevo		0.11
Costo de Operación por 1000			
vehículo-km	\$	2,503.79	100.0 %
Consumo de combustible	\$	947.00	37.8 %
Uso de lubricantes	\$	53.84	2.2 %
Consumo de llantas	\$	44.46	1.8 %
Tiempo de los operarios	\$	0.00	0.0 %
Tiempo de los pasajeros	\$	0.00	0.0 %
Retención de la carga	\$	0.00	0.0 %
Mano de obra de mantenimiento	\$	138.93	5.5 %
Refacciones	\$	229.69	9.2 %
Depreciación	\$	376.83	15.1 %
Intereses	\$	113.05	4.5 %
Costos indirectos	\$	600.00	24.0 %

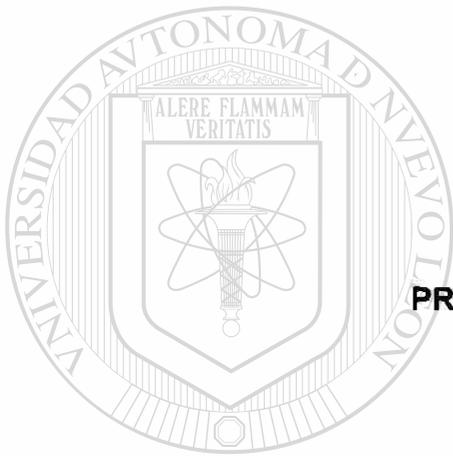
De acuerdo a estos resultados, se obtuvo que el costo por kilómetro recorrido por vehículo es de \$2.50, si este costo se divide por el número de usuarios promedio que viajan en automóvil – 1.26 de acuerdo al CET -, y este se multiplica por el número de kilómetros por usuario por viaje, se puede obtener el costo de operación del vehículo.

Ahora, para calcular el costo de oportunidad del usuario se considera el ingreso por hora laborada multiplicado por el tiempo – expresado en horas – utilizado en la realización del viaje.

Al sumar estos dos segmentos – costo de operación del vehículo y costo de oportunidad – obtenemos el CGV para un usuario de un vehículo, el cual se puede obtener por kilómetro equivalente o bien por viaje. En nuestro caso utilizaremos este último –CGVAUTO- con el fin de compararlo contra el costo de hacer el viaje en transporte urbano – CGVCAMION -.

Para obtener el CGVCAMION, se considera como costo de operación del usuario, el costo de utilizar el medio, el cual resultó de acuerdo a la encuesta de origen-destino en \$4.40 pesos en promedio por viaje – en este se pondera si se aplica la tarifa preferencial o no, además si utiliza uno o más transbordos -, a este se le incorpora el costo de oportunidad el cual es calculado de la misma manera que para el caso de los usuarios de automóviles.

Con estos dos valores estimados, podemos obtener el costo generalizado de viaje relativo – CGVREL – es cual resulta de la división del $CGVAUTO/CGVCAMION$, donde se observa que en la medida que el CGVAUTO sea mayor que el CGVCAMION, la razón será mayor a uno. De esta forma en la medida que el CGVREL sea menor que uno, será más barato realizar un viaje en un medio privado que en uno público y viceversa.



APÉNDICE B

PROYECCIONES VEHICULARES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE VIAJES EN EL AMM

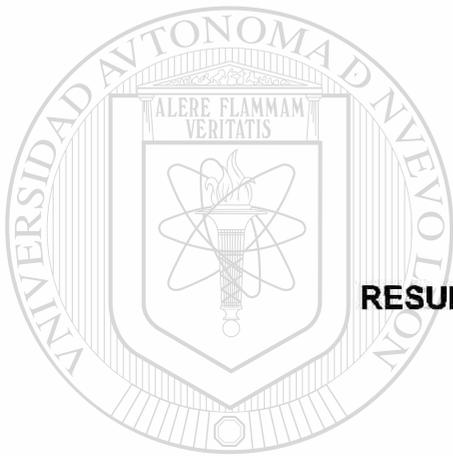
De acuerdo estimaciones realizadas por el CET, así como la evidencia empírica, se tiene que existe una fuerte correlación entre el número de viajes y la población, de manera más explícita se estima que en promedio se dan dos viajes diarios por habitante, de esta forma al considerar las estimaciones de población realizadas por COESPO - las cuales son mostradas en la TABLA I del documento - tenemos el siguiente comportamiento:

TABLA B.1

Estimaciones de población, parque vehicular y número de viajes,
1980-2020

Año	Población	Vehículos	Viajes
1980	2.019.158	93.718	4.038.316
1985	2.315.563	292.472	4.631.126
1990	2.655.479	491.226	5.310.958
1995	3.012.785	674.406	6.025.571
2000	3.418.169	857.587	6.836.338
2005	3.744.484	989.892	7.488.968
2010	4.101.951	1.122.197	8.203.902
2015	4.376.081	1.216.067	8.752.162
2020	4.668.531	1.309.937	9.337.062

En lo referente al número de vehículos equivalentes por viaje, se estimaron considerando que en un vehículo privado se dan cerca de tres viajes diarios – resulta de dividir el número de viajes privados entre el número de vehículos – y una unidad de transporte público genera en promedio 1,146 viajes diarios – se obtiene al dividir el número de viajes en transporte público entre el número de unidades en circulación -.



APÉNDICE C

RESULTADOS DE LAS REGRESIONES

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTÉCAS

ESTIMACIÓN DE LOS DIFERENTES MODELOS EN EL PAQUETE SPSS

Con el fin de evitar una saturación de información, solo se muestra la última corrida de cada modelo ya que al aplicar el criterio de Forward Conditional, se hacen pruebas iterativas en las cuales se van agragando una a una las variables del modelo.

• Modelo 1: Variables físicas

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
 Number of selected cases: 9365
 Number of unselected cases: 0

Dependent Variable.. TIPO

-2 Log Likelihood 11629.242
 Goodness of Fit 9364.836
 Cox & Snell - R² .052
 Nagelkerke - R² .072

Chi-Square df Significance

	Chi-Square	df	Significance
Model	501.452	6	.0000
Block	501.452	6	.0000
Step	10.301	1	.0013

Classification Table for TIPO

The Cut Value is .50

Observed		Predicted		Percent Correct
		.00	1.00	
.00	0	293	2988	8.93%
	1.00	163	5921	97.32%
Overall				66.35

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
APO	1.0831	.1072	102.1643	1	.0000	.0909	2.9538
SP	-.9368	.1031	82.6047	1	.0000	-.0815	.3919
ESC	.9647	.1079	79.9142	1	.0000	.0801	2.6240
GPE	.5031	.0612	67.6570	1	.0000	.0736	1.6538
STA	1.3587	.1140	141.9765	1	.0000	.1074	3.8910
SN	.2033	.0636	10.2156	1	.0014	.0260	1.2255
Constant	.3503	.0328	114.1406	1	.0000		

----- Model if Term Removed -----
Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
APO	-5874.773	120.304	1	.0000
SP	-5857.934	86.626	1	.0000
ESC	-5860.395	91.547	1	.0000
GPE	-5849.443	69.643	1	.0000
STA	-5905.027	180.811	1	.0000
SN	-5819.772	10.302	1	.0013

• **Modelo 2: Variables socioeconómicas**

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
Number of selected cases: 9365
Number of unselected cases: 0

Dependent Variable.. TIPO

-2 Log Likelihood 9923.395
Goodness of Fit 1090686.08
Cox & Snell - R² .210
Nagelkerke - R² .289

Chi-Square df Significance

Model 2207.299 8 .0000
Block 2207.299 8 .0000
Step 8.835 1 .0030

Classification Table for TIPO

The Cut Value is .50

Observed		Predicted		Percent Correct
		.00	1.00	
		0	1	
.00	0	1467	1814	44.71%
1.00	1	585	5499	90.38%
		Overall		74.38%

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
SM	-.3394	.0122	773.1367	1	.000	-.2521	.7122
ED020	1.1434	.0952	144.1034	1	.0000	.182	3.1374
ED2030	.4363	.0591	54.5792	1	.0000	.0658	1.5469
DSEXO	-.3156	.0587	28.9477	1	.0000	-.0471	.7294
OCUPOBR	1.7285	.1099	247.2469	1	.0000	.1422	5.6320
OCUPINDE	-.3961	.0676	34.3290	1	.0000	-.0516	.6729
OCUPAMA	.5827	.0891	42.7577	1	.0000	.0580	1.7909
OCUPEST	.2907	.0977	8.8496	1	.0029	.0238	1.3374
Constant	1.4059	.0726	375.4887	1	.0000		

----- Model if Term Removed -----
Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
SM	-5526.062	1128.729	1	.0000
ED020	-5040.475	157.554	1	.0000
ED2030	-4989.409	55.422	1	.0000
DSEXO	-4976.320	29.245	1	.0000
OCUPOBR	-5135.176	346.956	1	.0000
OCUPINDE	-4978.863	34.331	1	.0000
OCUPAMA	-4983.684	43.972	1	.0000
OCUPEST	-4966.119	8.842	1	.0029

----- Variables not in the Equation -----
Residual Chi Square 2.178 with 2 df Sig = .3365

Variable	Score	df	Sig	R
ED3040	2.1549	1	.1421	.0036
OCUPEMP	.2054	1	.6504	.0000

• **Modelo 3: Variables de viaje**

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
 Number of selected cases: 9365
 Number of unselected cases: 0

Dependent Variable.. TIPO

-2 Log Likelihood 9673.402
 Goodness of Fit 10283.496
 Cox & Snell - R² .231
 Nagelkerke - R² .318

	Chi-Square	df	Significance
Model	2457.292	8	.0000
Block	2457.292	8	.0000
Step	11.625	1	.0007

Classification Table for TIPO
The Cut Value is .50

		Predicted		Percent Correct
		.00	1.00	
Observed	0	1656	1625	50.47%
	1.00	747	5337	87.72%
Overall				74.67%

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
DH_S1	-.5062	.0573	78.0202	1	.0000	-.0792	.6028
DH_S4	-.3698	.1077	11.8000	1	.0006	-.0284	.6909
DH_S5	-.7329	.1776	17.0202	1	.0000	-.0352	.4805
CGVREL	1.1704	.0439	712.0693	1	.0000	.2419	3.2232
DIST	-.1588	.0069	526.6237	1	.0000	-.2080	.8532
DTIEMPQ1	-3.0954	.1413	479.9752	1	.0000	-.1985	.0453
DTIEMPQ2	-4.0915	.1244	1081.990	1	.0000	-.2984	.0167
DTIEMPQ3	-2.2782	.1003	516.4495	1	.0000	-.2059	.1025
Constant	3.4616	.1697	416.2197	1	.0000		

----- Model if Term Removed -----
Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
DH_S1	-4876.712	80.021	1	.0000
DH_S4	-4842.517	11.631	1	.0006
DH_S5	-4844.990	16.579	1	.0000
CGVREL	-5276.394	879.386	1	.0000
DIST	-5185.633	697.864	1	.0000
DTIEMPQ1	-5171.020	668.638	1	.0000
DTIEMPQ2	-5709.209	1745.015	1	.0000
DTIEMPQ3	-5178.666	683.929	1	.0000

----- Variables not in the Equation -----
Residual Chi Square 8.560 with 2 df Sig = .0138

Variable	Score	df	Sig	R
DH_S2	2.7485	1	.0973	.0079
DH_S3	.6396	1	.4239	.0000

• **Modelo 4: Incluye variables físicas y socioeconómicas**

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
 Number of selected cases: 9365
 Number of unselected cases: 0

Dependent Variable.. TIPO

-2 Log Likelihood 9697.682
 Goodness of Fit 605502.851
 Cox & Snell - R² .229
 Nagelkerke - R² .315

	Chi-Square	df	Significance
Model	2433.012	15	.0000
Block	2433.012	15	.0000
Step	8.984	1	.0027

Classification Table for TIPO
 The Cut Value is .50

Observed	Predicted		Percent Correct
	.00	1.00	
.00	1580	1701	48.16%
1.00	655	5429	89.23%
Overall			74.84%

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
APO	.8559	.1161	54.3009	1	.0000	.0657	2.3534
SP	-.5831	.1224	22.6909	1	.0000	-.0413	.5582
ESC	.8726	.1204	52.5635	1	.0000	.0646	2.3932
GPE	.4033	.0683	34.8767	1	.0000	.0521	1.4967
STA	1.0838	.1216	79.4897	1	.0000	.0799	2.9559
SN	.2125	.0712	8.9206	1	.0028	.0239	1.2368
SM	-.3197	.0124	667.2479	1	.0000	-.2342	.7263
ED020	.9966	.1012	97.0302	1	.0000	.0885	2.7092
ED2030	.3389	.0679	24.9325	1	.0000	.0435	1.4034
ED3040	-.2103	.0685	9.4247	1	.0021	-.0247	.8104
DSEXO	-.3678	.0598	37.8582	1	.0000	-.0544	.6923
OCUPOBR	1.6673	.1107	226.7091	1	.0000	.1361	5.2978
OCUPINDE	-.3856	.0689	31.3606	1	.0000	-.0492	.6800
OCUPAMA	.5422	.0905	35.8773	1	.0000	.0528	1.7198
OCUPEST	.3728	.0985	14.3142	1	.0002	.0319	1.4517
Constant	1.2303	.0849	210.1965	1	.0000		

----- Model if Term Removed -----
 Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
APO	-4878.870	60.057	1	.0000
SP	-4860.329	22.977	1	.0000
ESC	-4877.873	58.065	1	.0000
GPE	-4866.589	35.497	1	.0000
STA	-4895.266	92.851	1	.0000
SN	-4853.334	8.986	1	.0027
SM	-5321.151	944.620	1	.0000
ED020	-4900.297	102.912	1	.0000
ED2030	-4861.356	25.031	1	.0000
ED3040	-4853.559	9.437	1	.0021
DSEXO	-4868.011	38.340	1	.0000
OCUPOBR	-5004.290	310.897	1	.0000
OCUPINDE	-4864.525	31.368	1	.0000
OCUPAMA	-4867.229	36.777	1	.0000
OCUPEST	-4855.992	14.301	1	.0002

----- Variables not in the Equation -----
 Residual Chi Square .623 with 1 df Sig = .4300

Variable	Score	df	Sig	R
OCUPEMP	.6228	1	.4300	.0000

• **Modelo 5: Esta compuesto por las variables físicas y de viaje**

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
 Number of selected cases: 9365
 Number of unselected cases: 0

Dependent Variable.. TIPO

-2 Log Likelihood	9416.581
Goodness of Fit	9922.465
Cox & Snell - R ²	.252
Nagelkerke - R ²	.346

	Chi-Square	df	Significance
Model	2714.113	14	.0000
Block	2714.113	14	.0000
Step	8.638	1	.0033

Classification Table for TIPO
 The Cut Value is .50

Observed		Predicted		Percent Correct
		.00	1.00	
.00	0	1748	1533	53.28
	1	755	5329	87.59%
Overall				75.57%

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig	R	Exp(B)
DH_S1	-.5096	.0582	76.5266	1	.0000	-.0784	.6008
DH_S4	-.3475	.1100	9.9764	1	.0016	-.0256	.7065
DH_S5	-.8069	.1805	19.9833	1	.0000	-.0385	.4462
CGVREL	1.1094	.0441	631.8208	1	.0000	.2279	3.0324
DIST	-.1571	.0070	503.8102	1	.0000	-.2034	.8546
DTIEMPQ1	-2.9338	.1428	421.9228	1	.0000	-.1861	.0532
DTIEMPQ2	-3.9720	.1254	1003.483	1	.0000	-.2873	.0188
DTIEMPQ3	-2.2073	.1010	477.3845	1	.0000	-.1980	.1100
APO	.8333	.1196	48.5790	1	.0000	.0620	2.3010
SP	-.9058	.1184	58.5210	1	.0000	-.0683	.4042
ESC	.7065	.1216	33.7272	1	.0000	.0511	2.0268
GPE	.4061	.0699	33.7142	1	.0000	.0511	1.5010
STA	1.0778	.1226	77.3265	1	.0000	.0788	2.9383
SN	.2133	.0728	8.5890	1	.0034	.0233	1.2378
Constant	3.2362	.1750	341.8526	1	.0000		

----- Model if Term Removed -----
Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
DH_S1	-4747.538	78.494	1	.0000
DH_S4	-4713.216	9.852	1	.0017
DH_S5	-4717.989	19.396	1	.0000
CGVREL	-5091.407	766.232	1	.0000
DIST	-5042.379	668.177	1	.0000
DTIEMPQ1	-4995.501	574.421	1	.0000
DTIEMPQ2	-5502.040	1587.499	1	.0000
DTIEMPQ3	-5019.849	623.117	1	.0000
APO	-4734.828	53.075	1	.0000
SP	-4738.753	60.924	1	.0000
ESC	-4726.365	36.148	1	.0000
GPE	-4725.413	34.246	1	.0000
STA	-4753.190	89.800	1	.0000
SN	-4712.611	8.640	1	.0033

----- Variables not in the Equation -----
Residual Chi Square 5.351 with 2 df Sig = .0689

Variable	Score	df	Sig	R
DH_S2	1.1127	1	.2915	.0000
DH_S3	.8379	1	.3600	.0000

• **Modelo 6: Aspectos socioeconómicos y de viaje.**

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
 Number of selected cases: 9365
 Number of unselected cases: 0

Dependent Variable.. TIPO

-2 Log Likelihood 8637.151
 Goodness of Fit 27190.483
 Cox & Snell - R² .311
 Nagelkerke - R² .429

	Chi-Square	df	Significance
Model	3493.544	17	.0000
Block	3493.544	17	.000
Step	5.300	1	.0213

Classification Table for TIPO
 The Cut Value is .50

Observed	Predicted		Percent Correct
	.00	1.00	
.00	1950	1331	59.43%
1.00	755	5329	87.59%
Overall			77.73%

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig.	R	Exp(B)
DH_S1	-.4093	.0630	42.1764	1	.0000	-.0575	.6641
DH_S4	-.2997	.1149	6.8013	1	.0091	-.0199	.7410
DH_S5	-.5957	.1864	10.2122	1	.0014	-.0260	.5512
CGVREL	.5179	.0636	66.2705	1	.0000	.0728	1.6786
DIST	-.1160	.0075	239.3578	1	.0000	-.1399	.8905
SM	-.2164	.0170	161.1424	1	.0000	-.1145	.8054
ED020	1.0486	.1076	94.9493	1	.0000	.0875	2.8535
ED2030	.3895	.0730	28.4747	1	.0000	.0467	1.4763
ED3040	-.1692	.0735	5.2962	1	.0214	-.0165	.8443
DSEXO	-.3662	.0638	32.9019	1	.0000	-.0505	.6934
OCUPOBR	1.7380	.1163	223.3557	1	.0000	.1351	5.6861
OCUPINDE	-.3714	.0747	24.7417	1	.0000	-.0433	.6898
OCUPAMA	.4829	.0985	24.0352	1	.0000	.0426	1.6207
OCUPEST	.3331	.1051	10.0404	1	.0015	.0257	1.3953
DTIEMPQ1	-2.8169	.1459	372.8650	1	.0000	-.1748	.0598
DTIEMPQ2	-3.7518	.1301	831.9078	1	.0000	-.2616	.0235
DTIEMPQ3	-2.0031	.1050	364.1570	1	.0000	-.1728	.1349
Constant	4.1865	.2078	405.7336	1	.0000		

----- Model if Term Removed -----
 Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
DH_S1	-4340.017	42.883	1	.0000
DH_S4	-4321.940	6.729	1	.0095
DH_S5	-4323.591	10.031	1	.0015
CGVREL	-4352.800	68.449	1	.0000
DIST	-4457.449	277.747	1	.0000
SM	-4421.252	205.354	1	.0000
ED020	-4368.812	100.473	1	.0000
ED2030	-4332.889	28.628	1	.0000
ED3040	-4321.226	5.302	1	.0213
DSEXO	-4335.211	33.272	1	.0000
OCUPOBR	-4466.948	296.746	1	.0000
OCUPINDE	-4330.979	24.807	1	.0000
OCUPAMA	-4330.783	24.416	1	.0000
OCUPEST	-4323.584	10.017	1	.0016
DTIEMPQ1	-4564.696	492.241	1	.0000
DTIEMPQ2	-4935.240	1233.329	1	.0000
DTIEMPQ3	-4543.534	449.918	1	.0000

----- Variables not in the Equation -----
 Residual Chi Square 6.196 with 3 df Sig = .1024

Variable	Score	df	Sig	R
DH_S2	2.7964	1	.0945	.0081
DH_S3	.1002	1	.7516	.0000
OCUPEMP	.0941	1	.7591	.0000

• **Modelo 7: El modelo completo.**

Total number of cases: 9365 (Unweighted)
 Number of selected cases: 9365
 Number of unselected cases: 0

Dependent Variable... TIPO
 -2 Log Likelihood 8476.277
 Goodness of Fit 17104.098
 Cox & Snell - R² .323
 Nagelkerke - R² .445

	Chi-Square	df	Significance
Model	3654.418	23	.0000
Block	3654.418	23	.0000
Step	4.130	1	.0421

Classification Table for TIPO
The Cut Value is .50

		Predicted		Percent Correct
		.00 0	1.00 1	
Observed	.00	1999	1282	60.93%
	1.00	739	5345	87.85%
Overall				78.42%

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig.	R	Exp(B)
APO	.6517	.1259	26.7951	1	.0000	.0452	1.9189
SP	-.6979	.1314	28.2272	1	.0000	-.0465	.4976
ESC	.6728	.1294	27.0188	1	.0000	.0454	1.9596
GPE	.3554	.0746	22.7070	1	.0000	.0413	1.4267
STA	1.0366	.1287	64.8920	1	.0000	.0720	2.8195
SN	.1578	.0778	4.1156	1	.0425	.0132	1.1709
DH_S1	-.4283	.0638	45.0738	1	.0000	-.0596	.6516
DH_S4	-.2896	.1168	6.1539	1	.0131	-.0185	.7485
DH_S5	-.6549	.1891	11.9896	1	.0005	-.0287	.5195
CGVREL	.5626	.0643	76.6681	1	.0000	.0785	1.7552
DIST	-.1199	.0076	250.5999	1	.0000	-.1432	.8870
SM	-.1889	.0172	121.2021	1	.0000	-.0991	.8279
ED020	.9473	.1084	76.4014	1	.0000	.0783	2.5788
ED2030	.3437	.0740	21.5850	1	.0000	.0402	1.4101
ED3040	-.2595	.0750	11.9751	1	.0005	-.0287	.7715
DSEXO	-.4051	.0647	39.1894	1	.0000	-.0554	.6669
OCUPOBR	1.6829	.1172	206.2567	1	.0000	.1298	5.3809
OCUPINDE	-.3693	.0757	23.7877	1	.0000	-.0424	.6912
OCUPAMA	.4366	.0998	19.1571	1	.0000	.0376	1.5474
OCUPEST	.3981	.1059	14.1370	1	.0002	.0316	1.4890
DTIEMPQ1	-2.7449	.1474	346.9835	1	.0000	-.1686	.0643
DTIEMPQ2	-3.7095	.1311	800.8491	1	.0000	-.2566	.0245
DTIEMPQ3	-1.9884	.1057	353.5978	1	.0000	-.1702	.1369
Constant	3.7827	.2132	314.7961	1	.0000		

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

----- Model if Term Removed -----

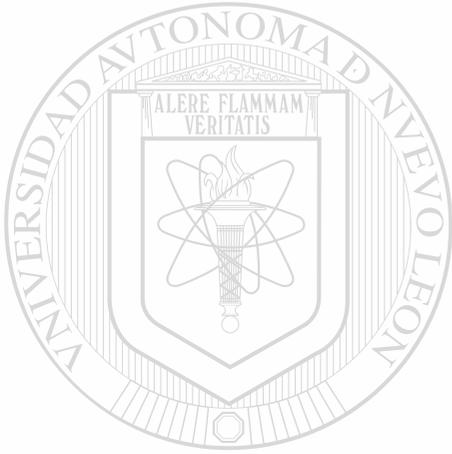
Based on Conditional Parameter Estimates

Term Removed	Log Likelihood	-2 Log LR	df	Significance of Log LR
APO	-4252.385	28.493	1	.0000
SP	-4252.534	28.791	1	.0000
ESC	-4252.500	28.723	1	.0000
GPE	-4249.632	22.987	1	.0000
STA	-4274.907	73.537	1	.0000
SN	-4240.204	4.132	1	.0421
DH_S1	-4261.085	45.892	1	.0000
DH_S4	-4241.186	6.095	1	.0136
DH_S5	-4244.017	11.757	1	.0006
CGVREL	-4277.867	79.458	1	.0000
DIST	-4384.556	292.836	1	.0000
SM	-4312.313	148.349	1	.0000

ED020	-4278.241	80.206	1	.0000
ED2030	-4248.975	21.673	1	.0000
ED3040	-4244.142	12.007	1	.0005
DSEXO	-4257.992	39.707	1	.0000
OCUPOBR	-4373.034	269.792	1	.0000
OCUPINDE	-4250.062	23.848	1	.0000
OCUPAMA	-4247.848	19.419	1	.0000
OCUPEST	-4245.191	14.106	1	.0002
DTIEMPQ1	-4464.916	453.556	1	.0000
DTIEMPQ2	-4828.450	1180.623	1	.0000
DTIEMPQ3	-4456.029	435.782	1	.0000

----- Variables not in the Equation -----
Residual Chi Square 4.497 with 3 df Sig = .2126

Variable	Score	df	Sig	R
DH_S2	1.7588	1	.1848	.0000
DH_S3	.1545	1	.6942	.0000
OCUPEMP	.0088	1	.9254	.0000



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

José Raymundo Galán González

Fecha de Graduación: Junio, 2000

Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Economía, División de Estudios Superiores

Título del Estudio: DETERMINANTES DE USO DE MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO PARA EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY: ESTIMACIONES Y POLÍTICAS DE TRANSPORTE

Número de páginas: 74

Candidato para el grado de Maestría en Economía con especialidad en Economía Industrial

Area de Estudio: Economía

Propósito y Método del Estudio: El propósito del estudio es determinar que factores afectan las decisiones de uso de un medio de transporte en particular. Y como ante cambios en algunos de estos, se puede incidir en los patrones de comportamiento, al menos desde un punto de vista de racionalidad económica. De esta forma se puede fomentar el uso de medios públicos de transporte, ayudando a mejorar la movilidad en la ciudad además de evitar o posponer inversiones en infraestructura vial. Para ello se utilizaron los datos provenientes de una encuesta de origen-destino realizada por el Consejo Estatal del Transporte de Nuevo León durante el periodo de diciembre de 1997 y enero de 1998. Se utilizó el método de regresión logístico multivariado, ya que la variable a estimar era una dicotómica – se usa un medio privado o público -. Dentro de las variables aplicadas se consideraron las de localización geográfica – municipio de residencia -, socioeconómicas – ingresos, ocupación, sexo -, así como las relativas a un viaje – tiempo, distancia, costos -.

Contribuciones y Conclusiones: De acuerdo a los resultados obtenidos, es evidente que existe una necesidad de adoptar políticas de transporte en el Área Metropolitana de Monterrey. Ya que como se observó, el incremento que ha experimentado el número de viajes en medios privados– y este se espera que continúe – ha ocasionado que las velocidades promedio disminuyan, por lo que políticas que fomenten el uso del transporte público, como: el incremento en el precio de estacionamientos, cargos por el uso del automóvil, crear carriles exclusivos para el transporte urbano, por citar algunos. Harán que el costo de utilizar el automóvil sea cada vez menos atractivo en comparación al transporte público – no solo los costos de operación, sino los de oportunidad, que son determinados por el valor del tiempo -.

