

ANÁLISIS INTEGRADO DE POLOS GENERADORES DE VIAJES COMERCIALES EN LA CIUDAD DE CORDOBA

Marcelo Herz

Jorge J. Galarraga

Graciela del Carmen Pastor

Maestría en Ciencias de la Ingeniería: Mención Transporte
F.C.E.F. y N. - Universidad Nacional de Córdoba - Argentina

RESUMEN

El uso del automóvil para viajes de compras en Shopping Centers, Hipermercados y Supermercados puede generar externalidades negativas para los vecinos y para el tránsito pasante, según la localización y el entorno. Se requieren pronósticos de generación de viajes para evaluar impactos del tránsito y prever áreas mínimas de estacionamiento. Para ello se analizan en forma conjunta distintos tipos de PGV comerciales de la ciudad de Córdoba y se obtienen tasas y modelos para una única variable independiente, identificando también necesidades de estacionamiento relacionadas con cada caso.

ABSTRACT

Using cars to buy in Shopping Centers, Hypermarkets and Supermarkets may generate negative externalities for neighbors and for through traffic, according on the location and environment. Travel forecasts are required to assess traffic impacts and minimum parking needs. Different types of commercial Hubs in the city of Cordoba are analyzed together, rates and models of trip generation for a single independent variable are obtained, and also parking needs are identified for each case.

1. INTRODUCCIÓN

Los polos generadores de viajes (PGV) se han convertido en objeto de estudio por sus impactos en la accesibilidad, movilidad, calidad de vida y ambiente de nuestras ciudades. Considerando la frecuencia de los viajes con motivo de compras, se destacan los relacionados con supermercados, hipermercados y Shopping Centers.

La necesidad de estimar los viajes vehiculares generados por la localización de nuevos PGV para evaluar impactos al tránsito y demanda de estacionamientos internos ha promovido numerosos estudios. Se registran en la literatura esfuerzos crecientes por comprender mejor la generación de viajes en establecimientos comerciales. En América, el Institute of Transportation Engineers de EEUU a través de su publicación Trip Generation Manual ha reportado periódicamente estudios de generación de viajes que incluyen usos del suelo comerciales (ITE,2012), y la Red Iberoamericana de Estudio en Polos Generadores de Viajes ha informado sobre estudios regionales (Portugal L.S.,2012). En ambos casos los diferentes tipos de PGV comerciales han sido tratados de manera independiente, es decir estimando tasas y modelos de generación para cada caso. Particularmente los Hipermercados y los Shopping Centers, pese a presentar en muchos casos áreas totales construidas del mismo orden de magnitud han sido analizados separadamente, asumiendo que la generación de viajes presenta comportamientos significativamente diferentes. Incluso la variable explicativa adoptada no ha sido la misma, mientras en hipermercados se ha empleado el área total construida (ATC) en Shopping Centers se ha utilizado el área bruta locable (ABL).

En Argentina, las principales ciudades han tenido una transformación comercial con proliferación de establecimientos comerciales de gran porte (Sassano Luiz,2015). Sin embargo los formatos de retail evolucionan con nuevas categorías como mayoristas

minoristas que compiten con hipermercados, discount (marcas de hipermercados en locales medianos) que compiten con supermercados, o hipermercados que anexan cines, restaurantes y otras tiendas compitiendo con shopping centers tradicionales. La localización de estos establecimientos comerciales, además de la dinámica económica que impacta en la zona de influencia, puede generar externalidades negativas para los vecinos y para el tránsito pasante, lo cual se trata de minimizar con los procesos de licenciamiento. Las normativas varían según las ciudades, y aunque para superficies comerciales mayores a 2500 m² siempre hay algún tipo de previsión sobre estudios de impacto que incluyen el tránsito y requerimientos de áreas internas de estacionamiento, la heterogeneidad de criterios revela la necesidad de disponer a nivel local de métodos de pronóstico de viajes generados en horas críticas para evaluar impactos en el tránsito adyacente, y métodos de pronóstico de demanda de estacionamiento de clientes para prever las áreas mínimas necesarias dentro del predio (Galarraga et al, 2016).

Sobre la base de estudios de campo realizados en la ciudad de Córdoba en catorce (14) PGV comerciales (incluyendo supermercados, hipermercados y Shopping Centers), el propósito del trabajo es analizarlos de manera conjunta, para obtener tasas y modelos de generación de viajes para una única variable independiente, identificando también las necesidades de estacionamiento en cada caso. El empleo de la misma variable explicativa resuelve además el problema de tener que categorizar el tipo de PGV comercial.

2. ANTECEDENTES

En un trabajo previo (Herz y Galarraga, 2014) se analizó e interpretó la evolución de los estudios de supermercados e hipermercados incluidos en diferentes ediciones del ITE y su relación con los de Shopping Centers. El estudio analizó los siguientes usos del suelo ITE: a) Supermercados (Uso del suelo 850), b) Supermercados de Cadenas Regionales (Uso del suelo 854), c) Hipermercados (Uso del suelo 813), d) Shopping Centers (Uso del Suelo 820) y en las siguientes ediciones del Trip Generation Manual: a) Quinta Edición (ITE, 1991), b) Octava Edición (ITE, 2008) y c) Novena Edición (ITE, 2012).

En lo referente a variables independientes queda claro que para supermercados e hipermercados el Área Total Construida (ATC o Gross Floor Area, GFA) en miles de pies cuadrados ha sido seleccionada en todos los usos del suelo y ediciones analizadas. En cambio para Shopping Centers se ha utilizado el Área Bruta Locable (ABL o Gross Leasable Area GLA).

Se comprobó que las Tasas Medias por GFA son mayores para el Uso del Suelo 850, algo menores para el suelo 854 y mucho menores para el Uso de Suelo 813. Es decir, las tasas disminuyen a medida que aumenta el área total construida. Algunos de los modelos para los Usos del Suelo 850 y 854 presentan funciones lineales y otros presentan funciones de potencia linealizadas con logaritmos. En cambio para el uso del Suelo 813 todos los modelos son funciones de potencia linealizadas con logaritmos.

Para el uso del suelo 820 (Shopping Centers), todos los modelos reportados de generación de viajes son linealizaciones logarítmicas de funciones de potencia con exponentes menores a 1, que reflejan disminución de tasa de generación con el aumento de porte del PGV, similar a lo observado al analizar tasas de supermercados e hipermercados.

En un estudio de comparación de tasas para distintos usos del suelo en Nueva Zelanda y en Gran Bretaña (Milne et al, 2009), utilizando la base de datos TRICS (Trip Rate Information Computer System) de Gran Bretaña, se encontraron las tasas de generación que muestra la Tabla 1, expresadas en viajes atraídos y producidos en hora pico por 100 m² GFA . Además de mostrar el decrecimiento de la tasa media con el porte (GFA), empleando la misma variable explicativa, las tasas resultan similares para supermercados y shopping centers.

Tabla 1 - Tasas Medias (T.M) generación de viajes en Gran Bretaña (Milne et al,2009)

GFA (m ²)	Supermercados			Shopping Centers		
	C.E.	T.M.	D.E.	C.E.	T.M.	D.E.
0-2000	7	19.42	6.55	7	21.15	13.61
2001-4000	35	13.96	5.3	3	13.78	1.91
4001-6000	33	12.35	4.14	5	11.83	1.68
6001-10000	30	12.43	2.52	2	9.12	-

C.E: Cantidad de Estudios; D.E.: Desviación Estándar

Teniendo en cuenta la ventaja de emplear una única variable independiente, sin cambiarla según la categorización de shopping, hipermercado, supermercado, resulta de la mayor importancia definir la más adecuada. El Área Bruta Locable (ABL) o superficie cubierta alquilable utilizada para categorizar el porte de Shoppings Centers es también frecuentemente utilizada en normativas de ciudades argentinas que categorizan el establecimiento por la superficie del Área de Ventas. Sin embargo los ratios Área de Ventas/Área Total Construida son muy variables aún para establecimientos de similar área de ventas. A partir de la revisión bibliográfica realizada, se decidió adoptar el criterio definido por la ciudad de Sao Paulo, Brasil que establece como variable independiente el Área Total Construida menos la superficie cubierta de área de estacionamientos (Pereira, 2011). Esta variable resulta más conveniente para la autoridad municipal que puede verificar perfectamente el área total independientemente de las alternativas de layout de las áreas de ventas. Se decidió definirla como Superficie Cubierta Total Computable (SCTC), y el descontar la superficie cubierta de estacionamientos se justifica para no requerir estacionamientos por áreas destinadas a tal fin.

3. TASAS Y MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES

3.1. Relevamiento de la Información

Para el pronóstico de viajes generados en horas críticas, se trató de abarcar un amplio rango de establecimientos comerciales, tanto en lo referente a tipo de actividad como a la superficie cubierta. La SCTC de corte entre supermercado e hipermercado se estableció en 10.000 m². La división entre hipermercado y shopping center se definió asumiendo que los shopping centers debían contar como mínimo con supermercado, plaza de comidas y cines.

En función de la oferta existente en la ciudad de Córdoba, se seleccionaron como grandes superficies comerciales supermercados, hipermercados y Shopping Centers con SCTC variando entre 3.200 y 51.000 m². Se relevaron catorce (14) establecimientos comerciales. Corresponde consignar que para Supermercados se cubre el rango de porte de 3000 a 10000 m², en cuanto a Hipermercados y Shopping Centers el rango de porte varía entre 18000 y 51000 m². En cuanto al período de relevamiento se dio prioridad al correspondiente a la hora pico de la calle adyacente (HP CA), ya que es el que más afecta al funcionamiento de la ciudad. De estudios anteriores (Galarraga et al, 2007) se conocía que la hora pico se produce

en días viernes de 18:30 a 20:30 horas. La Tabla 2 informa la SCTC en m² de cada PGV, la cantidad de viajes de automóvil generados (atraídos más producidos) en la hora pico de la calle adyacente y la composición vehicular.

Tabla 2: Establecimientos comerciales relevados, viajes generados en automóvil y composición vehicular

Establecimiento	SCTC (m ²)	HP CA (Viajes)	Autos (%)	Taxis (%)	Motos (%)	Bicis (%)
Supermercado 1	3205	327	86,9	2,4	9,0	1,7
Supermercado 2	3653	461	80,1	4,6	14,7	0,6
Supermercado 3	4360	179	90,5	0,6	8,3	0,6
Supermercado 4	4612	195	91,6	0,2	5,3	2,9
Supermercado 5	6103	150	95,0	2,5	2,0	0,5
Supermercado 6	9314	846	84,9	4,2	9,8	1,1
Hipermercado 1	18617	791	88,3	6,4	5,0	0,3
Shopping 1	21339	1202	83,0	9,9	6,8	0,3
Hipermercado 2	25921	553	87,6	6,3	5,8	0,3
Hipermercado 3	30253	696	87,7	4,2	7,7	0,4
Shopping 2	35000	1272	89,1	8,7	2,2	0,0
Shopping 3	39217	1929	91,4	5,6	2,7	0,3
Hipermercado 4	49317	2356	89,2	5,8	4,3	0,7
Shopping 4	51000	1586	85,0	7,3	7,0	0,7
Promedio			87,9	4,9	6,5	0,7

Los conteos se efectuaron en todas las puertas de acceso y salida de los emprendimientos, que variaron entre dos y seis. Se registraron separadamente los ingresos y egresos de automóviles particulares, taxis y remises, motocicletas, bicicletas y otros vehículos durante las dos horas pico mencionadas previamente. Las cantidades de viajes incluidas en la Tabla 2 corresponden a la suma de autos particulares más taxis y remises en los cuatro períodos de 15 minutos consecutivos de mayor volumen. Observando la participación en porcentajes de cada tipo de vehículo en los distintos establecimientos puede advertirse que en promedio de los 14 PGVs se obtiene un 88% de automóviles particulares, un 4,9% de taxis y remises, un 6,4% de motos y un 0,7% de bicicletas. Los viajes de automóviles (particulares más taxis y remises) alcanzan en promedio un 92,9% del total. También se observa que la participación de taxis, motos y bicicletas varía significativamente entre los establecimientos menores a 10000 m² cubiertos (supermercados) y los de mayores superficies (hipermercados y shopping centers).

La Tabla 3 ofrece los valores promedios por tipo de establecimiento. Los viajes en motos y bicicletas disminuyen su participación en el caso de hipermercados y shoppings, siendo a la inversa para los taxis y remises.

Tabla 3 : Composición vehicular agrupando todas las puertas, entradas y salidas.

Establecimientos	Autos	Taxis	Motos	Bicis
Supermercados	88,2	2,4	8,2	1,2
Hipermercados	88,5	5,6	5,5	0,4
Shoppings Centers	87,1	7,9	4,7	0,3
Hiper y Shopping en conjunto	87,7	6,8	5,2	0,4
Todos en conjunto	87,9	4,9	6,5	0,7

3.2. Procesamiento de la Información

Las tasas de generación de viajes por m² de superficie cubierta total computable (SCTC) para la hora pico de la calle adyacente (día viernes) se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Tasas de generación de viajes de automóviles. Hora Pico de Calle Adyacente.

Establecimiento	SCTC (m ²)	HP CA (Viajes)	Tasas
Supermercado 1	3205	327	0,102
Supermercado 2	3653	461	0,126
Supermercado 3	4360	179	0,041
Supermercado 4	4612	195	0,042
Supermercado 5	6103	150	0,025
Supermercado 6	9314	846	0,091
Hipermercado 1	18617	791	0,042
Shopping 1	21339	1202	0,056
Hipermercado 2	25921	553	0,021
Hipermercado 3	30253	696	0,023
Shopping 2	35000	1272	0,036
Shopping 3	39217	1929	0,049
Hipermercado 4	49317	2356	0,048
Shopping 4	51000	1586	0,031
		Promedio	0,052
		Desv. Estandar	0,032
		Tasa Máxima	0,126
		Tasa Mínima	0,021

Si bien en diferentes contextos socioeconómicos se ha verificado que a mayor porte del PGV, mayor atracción de viajes, se pueden observar en la Tabla 4 rangos importantes en las tasas para similares portes y similares categorías de establecimiento. Al proponer la tasa de generación en función de la SCTC se está implicando la hipótesis de *ceteris paribus*, pero en los establecimientos relevados existen diferencias en los niveles generales de precios ofrecidos y efectivamente se comprobó que las tasas resultan similares cuando se comparan las mismas cadenas comerciales. Esto produce una complicación adicional al pretender pronosticar generación de viajes con variables estáticas como la SCTC cuando también dependen de variables dinámicas como los niveles de precios relativos entre las cadenas comerciales. La magnitud de esos efectos queda reflejada en las desviaciones estándar.

La Tabla 5 muestra las tasas medias de generación, las desviaciones estándar y el coeficiente de variación (C.V.) por tipo de establecimiento, observando variaciones significativas entre

los establecimientos menores a 10000 m² cubiertos (supermercados) y los de mayores superficies (hipermercados y Shopping Centers).

Tabla 5: Tasas de generación medias y desviaciones estándar de viajes de automóvil

Establecimientos	Día Viernes		
	Tasa Media	Desv. Est.	C. V.
Supermercados	0,071	0,041	0,577
Hipermercados	0,034	0,013	0,382
Shopping Centers	0,043	0,012	0,279
Hiper y Shopping en conjunto	0,038	0,013	0,342
Todos en conjunto	0,052	0,032	0,615

Puede advertirse como las tasas medias y las desviaciones estándar disminuyen apreciablemente para los PGVs de mayores superficies cubiertas. Las diferencias entre Hipermercados y Shopping Centers (del mismo orden de SCTC) son mucho menores.

Se estimaron modelos mediante ajuste de funciones, contemplando la totalidad de los datos para hora pico de calle adyacente en día viernes, según muestra la Figura 1.

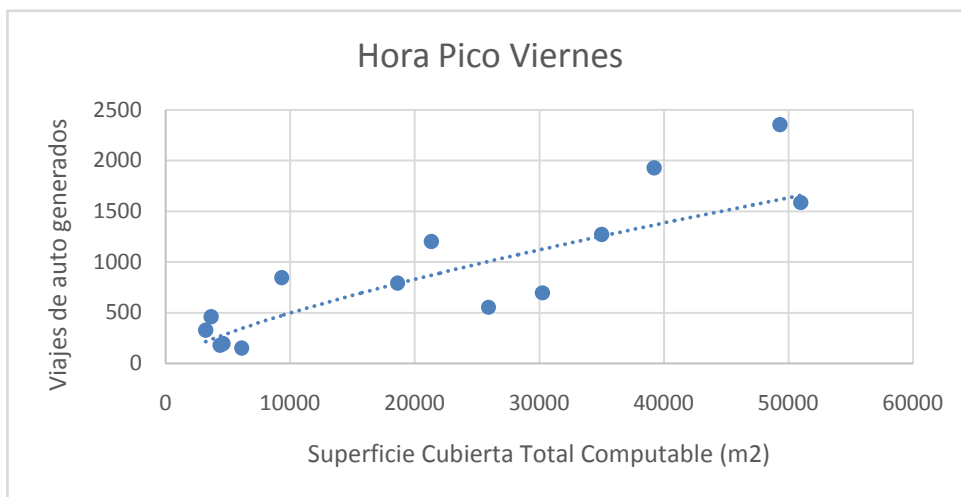


Figura 1: Modelo Hora Pico Calle Adyacente (día viernes)

Si bien los modelos lineales y potenciales alcanzaron bondad de ajuste relativamente similares, se presentan los segundos, ya que permiten tomar el decrecimiento de las tasas a medida que aumenta la superficie cubierta. La Ecuación 1 muestra el modelo obtenido.

$$Y = 0,5513 X^{0,7389} \quad (1)$$

Dónde Y: Viajes generados en hora pico calle adyacente, día viernes (veh/h)
X: SCTC (m²)

El coeficiente de determinación es R²=72% lo que indica un ajuste satisfactorio. El exponente de la variable "X" es 0,7389<1, lo que produce el efecto de la disminución de las tasas de generación a medida que aumenta el tamaño del emprendimiento.

La misma relación expresada logarítmicamente se muestra en la Ecuación 2

$$\ln(Y) = 0,7389 \ln(X) - 0,5954. \quad (2)$$

Obviamente el Ln de 0,5513 es igual a $-0,5954$. El estadístico t del coeficiente estimado para la variable independiente X es 5,57 lo que indica que es significativamente diferente de cero.

4. ESPACIOS DE ESTACIONAMIENTO

4.1. Demanda

En los PGV de compras la existencia de estacionamientos internos provee comodidad para los clientes que acceden en auto y evita las perturbaciones que causaría a los vecinos y al tránsito pasante en calles adyacentes la congestión, por insuficiencia de espacios internos en el predio. Como requisito para el licenciamiento de estos PGV de compras se suele exigir una cantidad mínima de espacios de estacionamiento (EE) de clientes dentro del predio. Ello requiere identificar un umbral técnico de oferta que pueda satisfacer razonablemente las demandas pico, para evitar que excesos de demanda de estacionamiento se deriven a las calles. Por otra parte, no es deseable que resulte excesivo en exigencias, dado que la imposición de grandes áreas asignadas para autos tiene efectos adversos en términos del desarrollo sustentable de las ciudades.(Shoup,2014).

La oferta de facilidades de estacionamientos internos para clientes es una atracción que favorece el interés del propio establecimiento comercial. En EEUU para Shopping Centers se utiliza el criterio de diseñar para la demanda de la vigésima hora anual, con ratios entre 4 y 4,5 EE por 1000 pies cuadrados de Area Bruta Locable (ULI, 2003) o con las recomendaciones del ITE que varían de 2,94 a 5,91 EE por 1000 pies cuadrados de Area Bruta Locable según considere demanda media enero-noviembre o demanda del percentil 85 de diciembre (ITE, 2004).

El planteo para establecer un umbral técnico de exigencia para licenciamiento se orienta a casos dónde puedan generarse externalidades negativas por insuficiencia de espacios internos de estacionamiento. Esto requiere considerar una oferta compatible con la demanda de EE para clientes en un horario pico característico. Para diseño orientado a la comodidad de los clientes en hora pico del generador parece adecuado considerar la hora 20 más cargada del año, pero con el propósito de evitar afectaciones más frecuentes al tránsito y a los vecinos puede considerarse más relevante la hora pico semanal de la calle adyacente.

4.2. Estudios de permanencia

La demanda de EE varía con las tasas de ingreso y con los tiempos de permanencia en esos periodos, ambos relacionados con el tipo y tamaño del polo. Disponiendo de las tasas vehiculares de ingreso para hora pico del viernes, se realizaron estudios de permanencia de los casos de estudio citados previamente en la Tabla 5. Se seleccionaron para los estudios de permanencia los Supermercados 1, 3 y 4, el Hipermercado 2 y los Shopping Centers 1 y 4. En los mismos se realizaron relevamientos de permanencia de autos mediante el método de registrar las patentes al ingreso y egreso durante 4 horas continuas, de 17 a 21 horas los días viernes, en simultáneo con los conteos de hora pico de la calle adyacente al polo.

En el Shopping Center 4, que tiene playas subterráneas con control de ingresos y egresos, se obtuvieron datos horarios de ocupación completos para cada día de una semana, según

muestra la Figura 2. Como es de esperar, los picos de ocupación de estacionamientos coinciden con los días y horas pico de generación de viajes.

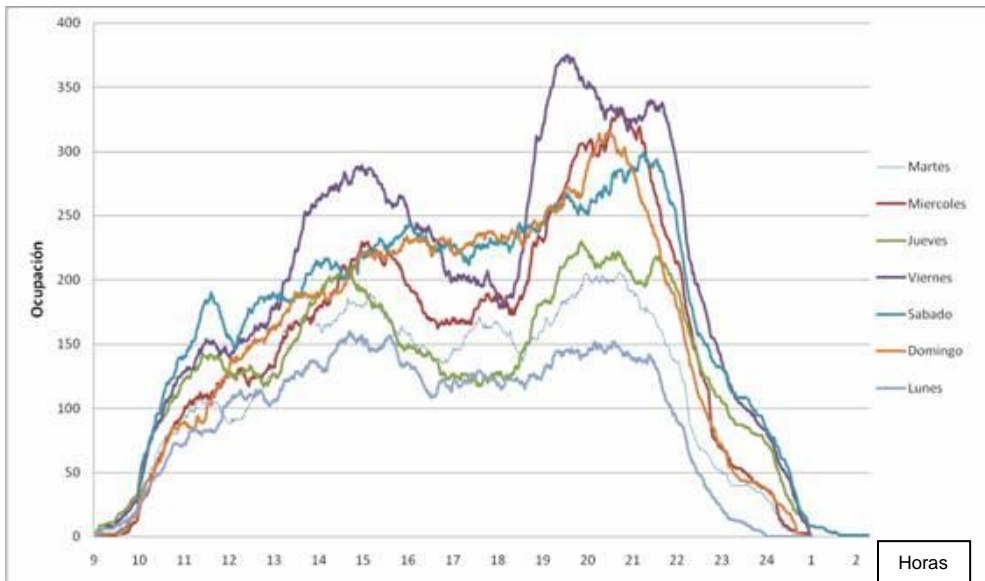


Figura 2: Ocupación Playa Subterránea Shopping Center 4

Con los registros de permanencia se obtuvieron las curvas de distribución, en intervalos de 5 minutos, que muestran las mayores frecuencias en permanencias cortas y las menores en permanencias largas, asemejándose a distribuciones exponenciales. A manera de ejemplo la Figura 3 muestra la curva de distribución de permanencias del Supermercado 3.

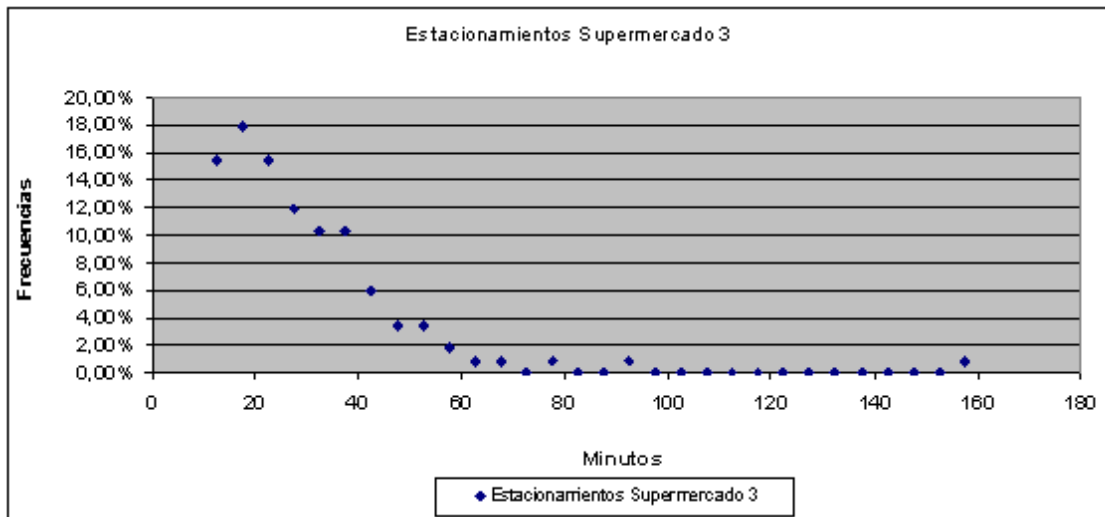


Figura 3: Frecuencia de permanencias en Supermercado 3

La Tabla 6 muestra para cada PGV las permanencias medias (en minutos), y los porcentajes de vehículos con permanencias menores a la media y menores al doble de la media. La columna N indica el número de casos válidos de registros de patentes computados.

Las permanencias medias varían entre 29 y 74 minutos, en tanto los porcentajes acumulados hasta 1 permanencia media varían entre 59 y 65%, y los porcentajes acumulados hasta 2 permanencias media varían entre 90 y 96%.

Tabla 6: Permanencias Medias

Designación	SCTC (m ²)	Media (min)	< Media (%)	<2 Medias (%)	N
Supermercado 1	3205	28,9	64,8	93,8	338
Supermercado 3	4360	29,8	60,7	95,7	117
Supermercado 4	4612	38,4	76,3	90,5	127
Shopping Center 1	21339	45,1	61,1	93,3	804
Hipermercado 2	25921	42,6	61,7	92,3	431
Shopping Center 4	51000	73,9	59,0	93,2	615

Los porcentajes acumulados de permanencias confirman la similitud con la distribución exponencial que muestra la Ecuación 3

$$P(T \leq t) = 1 - e^{-\alpha t} \quad (3)$$

Dónde P (T ≤ t): Probabilidad que la permanencia T (min) sea menor o igual a t (min)

alfa= 1/ permanencia media

Para t = una permanencia media, Probabilidad T ≤ t = 63,2%

Para t= dos permanencias medias, Probabilidad T ≤ t = 86,5%

Otra característica observada es que la permanencia media aumenta con el tamaño del PGV medido en términos de la superficie total computable (SCTC), según muestra la Figura 4.

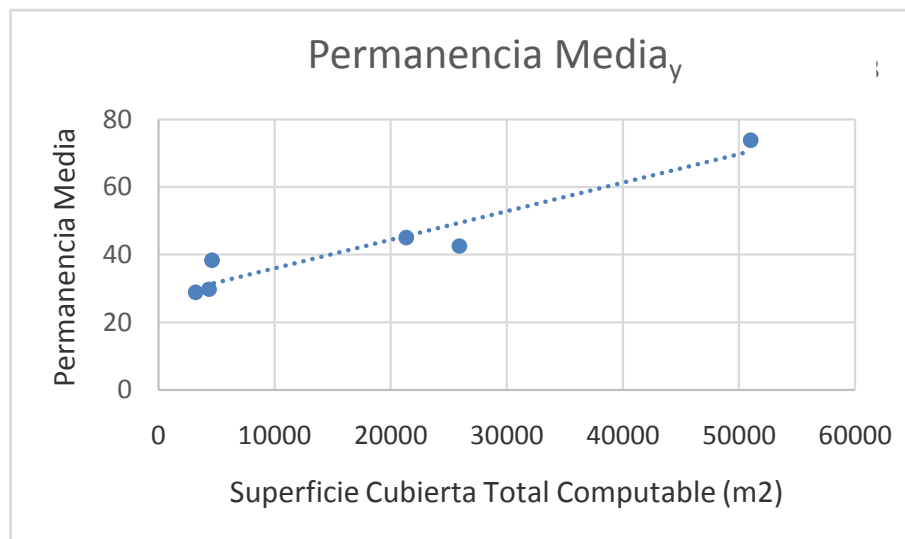


Figura 4: Permanencia media en función de SCTC

Con los datos de la antes consignada Tabla 6 se obtiene el modelo lineal de la Ecuación 4 con un ajuste muy satisfactorio (R²=92%)

$$y = 0,0008 x + 27,58 \quad (4)$$

dónde y (minutos) = permanencia media

x= superficie cubierta total computable (SCTC) del PGV

El aumento del promedio de permanencia con el aumento de la superficie comercial es explicable en parte porque aumentan tanto las distancias desde los estacionamientos al local como los recorridos peatonales para las compras.

4.3. Requerimientos de Estacionamiento

Con las tasas de arribos y los tiempos de permanencia media expresados en términos de superficie cubierta total computable SCTC (m^2), se puede determinar la demanda de espacios de estacionamiento (EE) para clientes. Dada la variabilidad de la demanda en término de vehículos ingresados por hora y permanencias, siempre habrá una probabilidad de no encontrar un EE disponible al llegar, por lo que el dimensionamiento de la oferta requiere establecer una hora pico de diseño y una probabilidad aceptablemente baja de no encontrar lugar para estacionar sin esperas.

La utilización de los EE medida en autos ingresantes/EE-hora requiere conocer la rotación (autos/ EE-hora) que es la inversa de la permanencia, y ésta es variable con una distribución exponencial, según observado en los relevamientos.

Aceptando como umbral técnico la hora pico semanal de la calle adyacente y la probabilidad de una permanencia media con distribución exponencial, la oferta necesaria de EE puede expresarse con un coeficiente de generación y permanencia (CGP) según la Ecuación 5:

$$EE = CGP \times SCTC (m^2) \quad (5)$$

dónde CGP (en vehículos atraídos/ m^2 de SCTC) es igual a la tasa de atracción en hora pico (en vehículos atraídos/hora m^2 de SCTC) multiplicado por tiempo de permanencia medio (en horas). La inversa del CGP expresa la cantidad de m^2 de SCTC por cada EE.

El layout básico de todas las playas de estacionamiento para clientes de los PGV comerciales es el de pasillos centrales con boxes a 90 grados. El EE típico es de 2,50m x 5,00 m, con un área neta de 12,5 m^2 /EE, y con los pasillos (típicos de 6,00 m) y otras zonas de circulación, se alcanza un área total del orden de 25 m^2 /EE. Esta relación permite expresar el requerimiento de EE en términos de Área de Estacionamientos para clientes/ SCTC.

El Centro de Estudios de Tráfico del Estado de San Pablo (CET SP) recomienda para Shopping Centers un CGP = 0.0352, equivalente a 1EE cada 28 m^2 de SCTC (Pereira, 2011)

Las ciudades del Estado de Texas en Estados Unidos requieren 4 EE por cada 1000 pies cuadrados cubiertos de grandes centros comerciales, lo que en términos de m^2 implica un CGP= 0.0444, equivalente a 1EE cada 22,5 m^2 de SCTC. (Houston, 2016)

Para los casos relevados en la ciudad de Córdoba, la Tabla 7 muestra los CGP y EE que resultan para distintos tamaños de centros comerciales utilizando las tasas medias de atracción de viajes (la mitad de las tasas medias de generación) estimadas para el día viernes y la permanencia media obtenida con la regresión reportada previamente. Hasta 10000 m^2 se consideró la tasa correspondiente a supermercados; entre 20000 y 50000 m^2 se consideró la tasa correspondiente a Hipermercados y Shopping en conjunto. El CGP varía entre 0.0138 y 0.0214 con un valor promedio de 0,0184; equivalente a 1EE cada 54,5 m^2 de SCTC. Existe un efecto compensatorio entre las tasas que decrecen con la SCTC y las permanencias que crecen con la SCTC.

Tabla 7: Coef.de generación y permanencia (CGP) y Espacios de estacionamiento (EE)

SCTC (m ²)	Tasa atracción (veh/h m ² SCTC)	Permanencia media (horas)	CGP (veh/m ² SCTC)	EE (veh) = SCTC * CGP
2500	0,036	0,494	0,0178	44
5000	0,036	0,528	0,0190	95
10000	0,036	0,594	0,0214	214
20000	0,019	0,726	0,0138	276
30000	0,019	0,858	0,0163	490
40000	0,019	0,995	0,0189	755
50000	0,019	1,126	0,0214	1070

Por las características de la distribución exponencial, utilizando 1 permanencia media la oferta da satisfacción inmediata al 63 % de los arribos en hora pico, en tanto utilizando el doble de la permanencia media, se satisface en primer intento el 85%. De realizar el cálculo con el doble de la permanencia media, se duplica el CGP, resultando equivalente a 1EE cada 27,2 m² de SCTC, similar a los ejemplos de San Pablo y el Estado de Texas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La consideración conjunta de Supermercados, Hipermercados y Shopping Center de la ciudad de Córdoba, con portes de 3000 a 51000 m² de superficie cubierta, ha permitido calibrar un modelo único para generación de viajes de la hora pico de la calle adyacente (día viernes entre 18:30 y 20:30 horas) utilizando como variable independiente la Superficie Cubierta Total Computable (SCTC), definida como la superficie cubierta total menos la superficie cubierta de área de estacionamientos. El exponente 0,7389 <1 del modelo potencial reportado en la antes citada Ecuación (1) es consistente con la bibliografía que para los PGV comerciales refleja tasas de generación de viajes decrecientes con el porte del emprendimiento.

Estos resultados se consideran aplicables para pronosticar el uso de autos en viajes de compras en Supermercados, Hipermercados y Shopping Center para procesos de licenciamiento de PGV comerciales en ciudades argentinas, destacando que la evaluación de impactos requiere confrontar la agresividad del proyecto, en este caso estimable a través de la Superficie Cubierta Total Computable, con la sensibilidad del medio. El modelo único o las tasas de generación por rangos de superficie pueden utilizarse para agregar vehículos al tránsito existente, evaluar cambios en los niveles de servicio de las calles e intersecciones adyacentes y prever las medidas de mitigación pertinentes. Esto sin desmedro de considerar escenarios futuros, discriminación de viajes no desviados, y alternativas de gestión de la demanda que pueda ofrecer el emprendimiento.

Se han evaluado las necesidades de estacionamientos internos vistas como umbral para evitar externalidades, independiente de los ratios con las superficies de ventas recomendados para diseño por conveniencia de los clientes. El estudio de tiempos de permanencia ha permitido calibrar un modelo lineal utilizando como variable independiente la SCTC según reportado en la antes citada ecuación (3), que refleja permanencias medias crecientes con el porte del PGV comercial. Por otra parte se ha observado que la ocupación de los estacionamientos tiene una distribución aproximadamente exponencial. Se ha definido un coeficiente de generación y permanencia (CGP) como relación entre la SCTC y los espacios de estacionamiento (EE) requeridos, que aplicado para tasas de arribos de la hora pico de la calle adyacente y una

permanencia media resulta un valor de $CGP=0,184$ que equivale aproximadamente a 1EE cada 50 m^2 de SCTC. Se puede considerar este valor como umbral para evitar que insuficiencias de EE internos perturben las adyacencias en las horas de mayor tránsito en la ciudad.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico del programa Universidad y Transporte de la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación y de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Galarraga, J. Herz, M; Albrieu, L.; Depiante, V, Pastor, G (2007). Características de los Viajes en Hipermercados de la Ciudad de Córdoba – Argentina. *XIV CLATPU Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*, Rio de Janeiro .
- Galarraga J.,Herz M.,Bonifacino N.,Pastor G, Rigazio R. (2016) *Licenciamiento de Polos Generadores de Viajes Comerciales. Informe Final Proyecto N°31-65-094*. Programa Universidad y Transporte. Secretaría de Políticas Universitarias. Buenos Aires, Argentina
- Herz, M. and Galarraga, J. (2014) Análisis de tasas y modelos para generación de viajes en hipermercados y supermercados. *Journal of Transport Literature*, vol. 8, n. 3, pp. 172-198.
- Houston (2016) *Parking requirements*. City of Houston, Texas .Disponible en [www.houston.gov /planning/DevelopRegs/parking_req.pdf](http://www.houston.gov/planning/DevelopRegs/parking_req.pdf) Acceso en mayo 2016
- ITE Institute of Transportation Engineers (1991).*Trip Generation Manual* 5th Ed, Washington, D.C., U.S.A.
- ITE Institute of Transportation Engineers (2004) *Parking Generation*, 4th Edition, Washington, D.C., U.S.A.
- ITE – Institute of Transportation Engineers (2008) *Trip Generation Manual*, 8th Ed, Washington, D.C., U.S.A.
- ITE – Institute of Transportation Engineers (2012). *Trip Generation Manual*, 9th Ed, Washington, D.C., U.S.A.
- Milne, A., Abley, S. y Douglass, M. (2009) *Comparison of NZ and UK trips and parking rates*. Land Transport NZ Research Report 374, Wellington, Nueva Zelandia
- Pereira, Glauca Guimaraes (2011) *Modelo de atração de automoveis por Shopping Centers*. CET Companhia de Engenharia de Trafego. Boletín Técnico 46, Sao Paulo
- Portugal, L. S. (2012) *Pólos Geradores de Viagens Orientados a Qualidade de Vida e Ambiental: Modelos y taxas de geração de viagens*. Ed. Interciencia, Rio de Janeiro, Brasil
- Sassano Luiz, Silvana (2015). Transformación comercial en Buenos Aires:origen, evaluación y localización de shopping centers como símbolo de la posmodernidad comercial. *Revista Universitaria de Geografía*, 24(2) 11-39. Buenos Aires
- Shoup Donald (2014) *The High Cost of Minimum Parking Requirements, Parking: Issues and Policies*, Ison, Mulley (Eds.), Emerald Group Publishing: 87–113.
- ULI, Urban Land Institute (2003) *Parking requirements for Shopping Centers*, Washington,D.C.

Jorge J. Galarraga (jorge.galarraga@unc.edu.ar)

Marcelo Herz (mherz@unc.edu.ar)

Graciela Pastor (graciela.pastor@unc.edu.ar)

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA. Córdoba, Argentina.