

CENTROS UNIVERSITARIOS COMO POLOS GENERADORES DE VIAJES

1.- INTRODUCCIÓN

La relación entre uso del suelo y necesidades de transporte está claramente establecida, pero la insuficiente comprensión de las características locales de los viajes constituye un obstáculo para promover políticas de uso del suelo, obras y servicios de transporte que aseguren condiciones de sustentabilidad de las actividades urbanas. Esta situación es particularmente importante en ciudades argentinas con los Polos Generadores de Viajes (PGV), pues el tránsito está afectando en forma creciente la calidad de vida urbana en términos de costo, tiempo, ruido y contaminación.

Los centros universitarios como PGV pueden potenciar situaciones de deterioro o de mejora ambiental urbana según logre resolverse el flujo de viajes. Las universidades están identificando al transporte como tema logístico clave en una visión de educación sustentable, tanto por su impacto en la accesibilidad como en la función operacional de sus instalaciones y área de influencia.

Para establecer diagnósticos y evaluar la potencialidad de soluciones ecoeficientes de transporte se requiere una mejor comprensión de las características de generación y distribución modal de viajes a centros universitarios, la relación con la ubicación física de los edificios educacionales con mayor o menor grado de aglomeración en la trama urbana y la relación con el rango etario de los estudiantes y sus hábitos culturales.

El presente trabajo explora las características de viajes universitarios en la ciudad de Córdoba, Argentina, que tiene 145.000 estudiantes universitarios sobre una población de 1.300.000 habitantes, distribuidos en 6 universidades. La más grande y antigua (próxima a cumplir 400 años) es la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), con edificios situados en el área histórica del Centro y en la Ciudad Universitaria, un amplio espacio verde de 109 hectáreas ubicado a 2 km del centro, a los que asisten 110.000 alumnos distribuidos en 12 Facultades. La Figura 1 muestra la ubicación de la Ciudad Universitaria respecto al Centro y la Figura 2 muestra el layout de los edificios universitarios

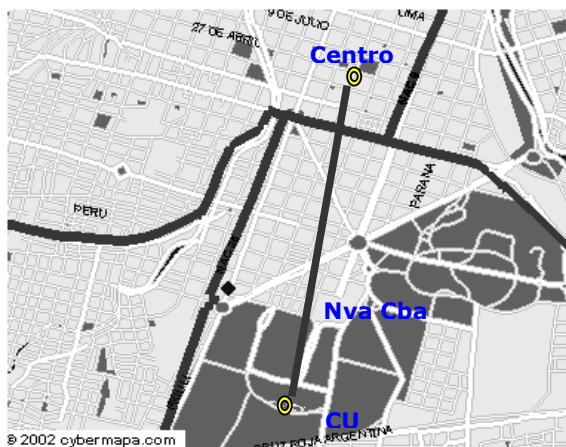


Figura 1: Ciudad Universitaria



Figura 2: Edificios en Ciudad Universitaria

Más del 60 % de los alumnos son del interior de la provincia y de otras provincias, por lo que al decidir su residencia eligen barrios próximos a sus centros universitarios, con

apreciable impacto en la economía urbana y en el mercado inmobiliario. Esta demanda de los estudiantes universitarios motorizó el reemplazo de casas residenciales en el barrio Nueva Córdoba por edificios con pequeños departamentos produciendo un gran aumento de la densidad poblacional. Nueva Córdoba queda entre el Centro y la Ciudad Universitaria, con lo cual su ubicación es privilegiada tanto para las Facultades del Centro como de la Ciudad Universitaria y del Centro como polo atractor con múltiples servicios.

Córdoba y la UNC tienen un interés común por plantear la sustentabilidad de la ciudad universitaria como laboratorio modelo de ciudad, en su acepción económica, ecológica y social, resultando necesario caracterizar sus centros generadores de viajes (PGV) para explorar su influencia en el tránsito, en los servicios de transporte y en el uso del suelo residencial de la población estudiantil no local.

2.- CARACTERISTICAS DE LOS CENTROS SELECCIONADOS

Para este estudio exploratorio se priorizó el caso de PGV en el Centro y Ciudad Universitaria por su magnitud y sus patrones socioeconómicos de localización. De las 6 universidades que hay en Córdoba, cinco pueden considerarse PGV unitarios. Cuatro tienen matrícula del orden de 5000 alumnos cada una y están instaladas en campus con ingreso único ubicados en vías de penetración, y una universidad tiene matrícula del orden de 10000 alumnos y comparte terreno de la Ciudad Universitaria (es la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba). Por otra parte la UNC tiene 12 Facultades con numerosas carreras que se dictan en edificios esparcidos en el centro, en Ciudad Universitaria y otros (como el Hospital Clínicas y la Maternidad de la Facultad de Medicina), con ingresos independientes a la red vial y matrículas de 3000 o más alumnos por carrera o por Facultad, lo que permite identificar múltiples PGV del tipo centro universitario.

Se seleccionaron 11 centros, 10 de la UNC y la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional, para representar distintas poblaciones estudiantiles, distintas superficies cubiertas, y distintas ubicaciones en la ciudad.

En términos de dimensiones de la producción de viajes (Portugal Goldner, 2003) los patrones de interés para estos PGV son:

Tipo de Uso del suelo: Educativo universitario

Porte: Matrículas de 3000 a 17000 alumnos por Centro, Superficies totales de 3000 a 50000 m²; Superficies de aulas de 1500 a 13000 m²

Cantidad: Personas, Vehículos (diaria, hora pico)

Distribución modal: Motorizados individual, Motorizados masivos, No motorizados;

Categoría de viajes: todos son viajes primarios, no hay derivados y no derivados;

Propósito: estudio (estudiantes) y trabajo (docentes y staff)

Objeto transportado: Personas, coeficiente de ocupación de vehículos. No se consideró el abastecimiento logístico que genera algunos viajes de camión.

Dimensión espacial: Patrón socioeconómico de localización: alta densidad habitacional y alta oferta de transporte público (Ciudad Universitaria y Centro de Córdoba);

Área de influencia: toda la ciudad

La Tabla N° 1 informa de cada uno de los 11 centros seleccionados para estudio, su actividad académica, ubicación, matrícula de alumnos, plantel de docentes y no docentes, superficies cubiertas y superficies de aulas, según relevamientos efectuados.

FACULTAD		Ubicación	Alumnos	Docentes y staff	Sup.Aulas (m2)	Sup.Total (m2)
1	Arquitectura	Centro	3431	272	2812	5620
2	Arquitectura	C. Univ.	5147	407	4331	14156
3	Ciencias Agropecuarias	C. Univ.	3158	401	6639	26400
4	Ciencias Económicas	C. Univ.	16610	703	7701	17887
5	C. Exactas, Físicas y Naturales	C. Univ.	5823	1359	13082	50884
6	Ciencias de la Información	C. Univ.	7677	276	2877	3819
7	Ciencias Químicas	C. Univ.	2970	555	2321	16182
8	Derecho y Ciencias Sociales	Centro	14045	848	5343	15489
9	Lenguas	C. Univ.	4705	300	1484	2999
10	Odontología	C. Univ.	4289	583	2187	8235
11	Universidad Tecnológica	C. Univ.	10503	815	9512	14623
	Totales		78358	6519	58289	176294

Tabla N° 1: Datos básicos de los Centros Universitarios

Los valores consignados en la Tabla N° 1 fueron verificados con relación a la representatividad que tienen para describir atributos del PGV físico, más allá del origen de los datos por unidad institucional.

La Facultad de Arquitectura tiene 8108 alumnos matriculados, y se eligió como caso por tener desdobladas sus actividades en su edificio del Centro (1) y en una nueva sede en Ciudad Universitaria (2), para lo cuál debió asignarse a cada ubicación el número de alumnos en función de la matrícula de los cursos que se dictan en cada sede. Igualmente se procedió en los casos de Facultades que dictan distintas carreras en distintas sedes, asignando la matrícula específica correspondiente al PGV considerado. Respecto a las superficies, las áreas corresponden a los edificios de cada Facultad dónde se realizó el estudio, excluyendo otras dependencias que puedan tener las facultades.

El número de alumnos, de empleados, y las superficies constituyen variables independientes candidatas a asociar con la generación de viajes, pero al considerar distintos casos se detectaron factores distorsivos como la variabilidad en porcentajes de actividad de los alumnos matriculados, en la relación de docentes full time y de dedicación simple, en instalaciones de laboratorios, talleres, y otros ámbitos, que alertaron sobre la necesidad de planificar un relevamiento de información primaria capaz de establecer una línea de base con mínimas distorsiones.

3.- RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN PRIMARIA

En cada centro se realizaron mediciones completas con operadores que censaron y encuestaron simultáneamente en todos los accesos peatonales a estudiantes y docentes, para obtener información de cantidad de viajes, modo de transporte y origen del viaje. En las Facultades con playas de estacionamiento exclusivas se

hicieron conteos de ingresos y egresos de vehículos. Los censos y encuestas se hicieron en días miércoles y en períodos de dos horas cada vez, siendo preponderantes los relevamientos en horarios matutinos.

La Tabla N° 2 muestra la cantidad de viajes realizados para las ventanas horarias seleccionadas, la distribución por sentido del viaje, la distribución por tipo de generador (estudiante, docente y otros), el porcentaje de alumnos censados respecto a la población matriculada y el porcentaje de docentes y otros respecto a la planilla de empleados. De las encuestas se puede distinguir la cantidad de docentes, personal no docente y visitantes, pero se han agrupado por su escasa magnitud.

Facultad	Hora encuestas	Total censados	% Ingresando	Alumnos censados	% Alumnos	% Docentes y otros	% Población Alumnos	% Pob. Docentes y Staff
1 CE	8-10	732	79%	670	91,5 %	8,5 %	19,5%	22,8%
2 CU	8-10	1202	89%	1132	94,2%	5,8 %	22,0%	17,2%
3 CU	8-10	557	90%	467	83,8%	16,2 %	14,8%	22,6%
4 CU	17-19	3728	49%	3483	93,4%	6,6 %	21,0%	34,8%
5 CU	8-10	996	77%	772	77,5%	22,5 %	13,3%	16,5%
6 CU	9-11	840	70%	786	93,6%	6,4 %	10,2%	19,4%
7 CU	8-10	437	79%	387	88,5%	11,5 %	13,0%	9,0%
8 CE	8-10	1896	89%	1699	89,6%	10,4 %	12,1%	23,3%
9 CU	8-10	912	99%	807	88,5%	11,5 %	17,1%	35,1%
10 CU	8-10	650	57%	488	75,0%	25,0 %	11,4%	27,9%
11 UTN	18-20	2642	76%	2373	89,8%	10,2 %	22,6%	33,0%
Total		14592		12884	88,3%	11,7 %		

Tabla N° 2: Viajes censados

Se realizaron alrededor de 4000 encuestas para caracterizar la distribución modal de los viajes, resultando los valores consignados en la Tabla N° 3.

Facultad	Total censados	Conductor auto	Ómnibus	A pie	Acomp. Auto	Taxi Remis	Moto	Bicicleta
1 CE	732	1,9%	36,2%	35,7%	16,4%	9,4%	0,5%	0,0%
2 CU	1202	5,4%	36,3%	31,7%	11,3%	15,4%	0,0%	0,0%
3 CU	557	13,2%	38,0%	27,8%	9,0%	8,1%	1,3%	2,6%
4 CU	3728	12,3%	48,0%	34,3%	0,9%	1,1%	2,6%	0,9%
5 CU	996	19,0%	34,5%	30,5%	4,5%	0,5%	4,5%	6,5%
6 CU	840	3,7%	53,4%	33,3%	6,8%	0,9%	0,5%	1,4%
7 CU	437	6,6%	51,6%	29,9%	6,6%	3,3%	1,2%	0,8%
8 CE	1896	5,4%	45,0%	33,8%	12,9%	2,1%	0,8%	0,0%
9 CU	912	4,3%	48,3%	29,1%	15,8%	2,1%	0,0%	0,4%
10 CU	650	15,5%	44,5%	15,5%	14,0%	9,5%	1,0%	0,0%
11 UTN	2642	9,1%	47,3%	33,1%	2,5%	3,3%	2,2%	2,5%
	14592	8,8%	44,3%	30,8%	8,6%	4,9%	1,4%	1,3%

Tabla N° 3: Distribución modal de viajes censados

Se observa que para la muestra encuestada el 44,3% utiliza transporte en ómnibus, y en segundo término el 30,8 % accede caminando, lo cuál suma más del 75 % de los viajes, siendo similar el comportamiento para las Facultades del Centro (1 y 8) y el resto de Ciudad Universitaria. El auto, en forma de conductor, acompañante o pasajero de taxi o remis es utilizado en el 22% de los casos, siendo ínfima la participación de motos y bicicletas (2,7%).

En todos los Centros el horario de clases tiene tres turnos (8 a 13 hs; 13 a 18 hs, 18 a 23 hs), pero no se dan picos muy concentrados porque las entradas y salidas de clases son en horarios variables, a diferencia de las escuelas primarias y secundarias.

El movimiento de autos fue especialmente relevado en la playa de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Centro 5), registrando en forma horaria durante todas las jornadas de una semana los ingresos, egresos, vehículos acumulados y tiempos de permanencia. La playa a cielo abierto tiene una capacidad de 200 plazas, pero existe la posibilidad de estacionar en otras playas cercanas, por lo que puede haber estimativamente un 10% de viajes en auto a la Facultad que no ingresaron a la playa. La Tabla N° 4 muestra valores diarios de vehículos ingresados, volúmenes máximos y horario de ingresos, de egresos y de flujo total, así como el máximo número de vehículos acumulados.

Playa FCFy N	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Promedio
Vehículos diarios	752	675	542	631	585	637
Máximo volumen ingresos	99	105	6	103	68	76
Hora	8-9	8-9	8-9	8-9	8-9	
Máximo volumen salidas	69	62	69	57	60	63
Hora	13-14	19-20	11-12	19-20	18-19	
Máximo volumen horario	141	144	117	134	102	127
Hora	8-9	8-9	11-12	8-9	16-17	
% hora pico	9.4	10.7	10.8	10.6	8.7	10.0
Máximo vehículos acumulados	164	181	132	171	197	169
Hora	8-9	8-9	11-12	8-9	16-17	

Tabla N° 4: Utilización de playa de Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

La hora pico de generación de tránsito, con alrededor del 10 % de los movimientos, se ubicó entre las 8 y las 9 en tres de los cinco días, siendo al mediodía y la tarde en los dos días restantes. Eso confirma que la actividad es bastante uniforme, pero con mayor movimiento a la mañana, atribuible en parte a la entrada del personal. La Figura N° 2 muestra la silueta de variación horaria del día miércoles.

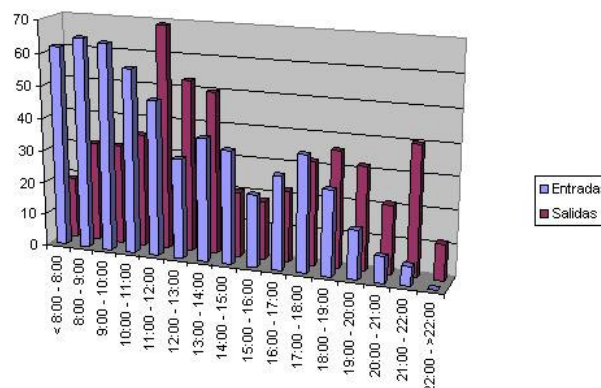


Figura N° 2: Movimientos horarios en playa del Centro 5 (día miércoles)

4.- TASAS Y MODELOS DE GENERACIÓN DE VIAJES.

La más difundida referencia internacional en Argentina sobre generación de viajes es el Trip Generation Handbook (ITE, 2003). Referente a centros universitarios (uso de suelo 550) el Manual destaca que la matrícula de alumnos parece ser una base más consistente para establecer tasas de generación que las superficies cubiertas o el número de espacios de estacionamiento, y entre otros reporta los siguientes estimadores de viajes:

Regresión

$$T=2,355 (X) +31,862$$

$$R^2 = 0,98$$

Dónde (T) es el número de vehículos diario con destino u origen en el polo
(X) es el número de alumnos matriculados

Tasa diaria:	Media 2,37	Rango 2.03-2.67	Desv. Est.1.56
Tasa hora pico	Media 0,20	Rango 0.15-0.30	Desv. Est.0.45

También presenta tasas y regresiones de otros casos, por ejemplo tasa media de 0,20 para horas pico matutina (75% ingresando) y tasa media de 9,13 para vehículos diarios con base al número de empleados en lugar del número de alumnos. Los valores fueron obtenidos de Centros Universitarios con promedio de 2.463 alumnos y 693 empleados, pero por las diferentes condiciones socioeconómicas y culturales no pueden esperarse similitudes con los centros universitarios de Córdoba.

Para los objetivos exploratorios del estudio de centros universitarios como PGV, resulta de interés determinar tasas y modelos de generación de vehículos diarios con origen o destino en el polo (equivalente a las tasa reportadas en el Manual) y también tasas y modelos de generación de viajes de pasajeros en ómnibus y de viajes a pie, habiendo establecido que constituyen los modos más utilizados.

Tanto las tasas como las regresiones deben referirse a un dato primario de fácil acceso, buena correlación estadística (R^2) y explicativo, no sólo descriptivo. En áreas comerciales se utiliza el ABL (área bruta locable), o el área computable (área construida menos garages y áticos). (CET-SP, 2000). En centros educativos se utiliza el número de alumnos matriculados o el número de empleados (docentes y otros). Este último se descartó como variable independiente porque siendo en promedio un 8% de la población universitaria tiene poca relevancia en los viajes, y como la incidencia varía del 4% al 22 % en distintos centros, amplifica las variaciones del número de viajes de los estudiantes.

Se consideraron entonces como variables independientes candidatas la población estudiantil, las superficies de aulas (equivalente al criterio de Área Bruta Locable usado para centros comerciales) y las superficies cubiertas totales (excepto garages y áticos). Para evaluar la bondad de ajuste de las estas variables independientes minimizando la influencia de factores distorsivos como la variabilidad en porcentajes de actividad de los alumnos matriculados, se realizaron regresiones del número de viajes en auto producidos con los alumnos entrando y saliendo, según muestra la Tabla N° 5.

Variable Y N° viajes en auto Var X	R ²	Curva de regresión	Estadístico t	
			Intercepción	Variable X ₁
Superficie Aulas	0,414	Y = 0,0347 X + 21	0,24	2,52
Superficie Total	0,058	Y = 0,0035 X + 149	1,54	0,74
Alumnos entrando y saliendo (2hs)	0,843	Y = 0,1493 X - 3,63	-0,11	6,94

Tabla N° 5: Prueba de variables independientes alternativas

Las variables de superficie no son una base consistente para predecir viajes de centros universitarios, confirmando el Manual del ITE (el coeficiente de la superficie de aulas es estadísticamente significativo pero el ajuste es 41%, comparado con 84,3% de los alumnos). Si bien los alumnos considerados fueron los efectivamente presentes y no los matriculados, y los viajes fueron los relevados y no los totales diarios, con este criterio se pueden calcular índices de generación que incluyen los viajes de alumnos, docentes y otros, independizados del grado de ausentismo, lo cuál es una base firme

para evaluar diferencias atribuibles a condiciones socioeconómicas y culturales entre los centros, para luego relacionarla a viajes diarios y con alumnos matriculados.

La Tabla N° 6 muestra tres índices relacionados al número efectivo de alumnos censados en el período como variable independiente: el Índice de Viajes vehiculares, que incluye conductores y pasajeros de taxis/remis (I Vveh, vehículos), el Índice de Viajes de pasajeros del transporte público (I Vpaxtp, personas) y el Índice de Viajes peatonales (I Vpeat, personas)

Facultad	Alumnos (*)	Vveh (*)	I Vveh	Vpaxtp (*)	I Vpaxtp	Vpeat (*)	I Vpeat
1	670	79	0,118	242	0,362	239	0,357
2	1132	236	0,209	410	0,363	358	0,317
3	467	106	0,227	177	0,381	130	0,278
4	3483	557	0,160	1672	0,480	1194	0,343
5	772	185	0,240	266	0,345	235	0,305
6	786	39	0,050	420	0,534	262	0,334
7	387	43	0,111	200	0,517	116	0,299
8	1699	142	0,084	764	0,450	573	0,338
9	807	52	0,064	390	0,483	234	0,291
10	488	127	0,260	217	0,445	76	0,155
11	2373	345	0,146	1122	0,473	785	0,331
Total	12884	1910		11761		4203	
Promedio			0,152		0,439		0,304
Desviación			0,074		0,067		0,055
Coef Var.			0,243		0,076		0,091

(*) Censados en dos horas

Tabla N° 6: Índices de viajes por alumno presente

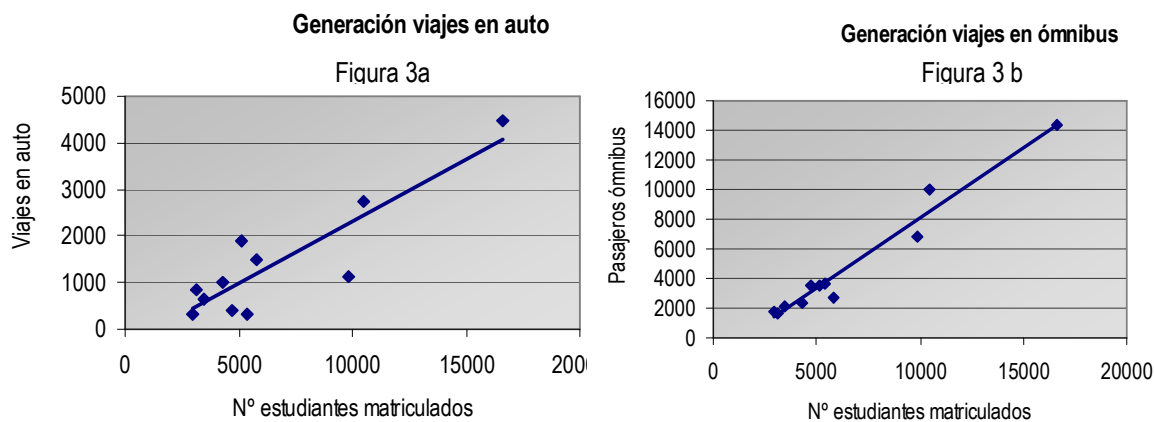
El Índice promedio de vehículos (0,152) es cercano al coeficiente de la regresión con alumnos de la Tabla N° 5 (0,149), pero se observan importantes diferencias entre Centros. Las facultades de Ciencias de la Información (6) y Lenguas (9) generan autos por debajo de una desviación estándar, mientras que las Facultades de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (5) y Odontología (10) utilizan autos por encima de una desviación estándar. Los coeficientes de variación en índices de utilización de ómnibus y viajes a pie son menores, mostrando mayor uniformidad entre Centros. Los máximos usos de ómnibus se dan en las facultades de Ciencias de la Información (6) y Ciencias Químicas (7) y los mínimos en la Facultad de Arquitectura (1 y 2) y en la FCEfy N (5). En viajes a pie los máximos son también de la Facultad de Arquitectura (1 y 2) y de la Facultad de Ciencias Económicas (4), en tanto el mínimo es de la facultad de Odontología (10). Se observa que las Facultades del centro (1 y 8) no difieren de las de Ciudad Universitaria, y que tampoco difiere la Universidad Tecnológica en su comportamiento de usos del transporte respecto a las Facultades de la UNC.

Para estimar los modelos y las tasas con los alumnos matriculados, se expandieron los viajes de autos al día completo, pero en la regresión se obtuvo un R^2 de 0.55, muy inferior al 0.84 antes obtenido, lo cuál es indicativo de la distorsión por el porcentaje variable de alumnos activos respecto a alumnos matriculados en distintos centros. Investigado los casos y verificando con autoridades de las Facultades se concluyó que las Facultades de Ciencias de la Información (6) y Derecho (8) tienen del orden del 30% de alumnos inactivos o con muy escasa presencialidad, valor que se utilizó para

hacerlas homogéneas con el número de alumnos matriculados de otros centros, que también tienen alumnos inactivos y ausentismo pero no en la magnitud de éstos. Con este ajuste, se obtuvo para la regresión de viajes de autos un R^2 de 0.79, satisfactorio respecto al 0.84 que no incluía el ausentismo, y con igual criterio se obtuvieron las regresiones para viajes en ómnibus y a pie, según se muestra en la tabla N° 7 y en las Figuras N° 3a, 3b y 3c.

Variable x N° estudiantes matriculados Var y	R ²	Curva de regresión	Estadístico t	
			Intercepción	Variable X ₁
Viajes Auto	0,787	$y = 0,2676x - 358,14$	-1,01	5,76
Pasajeros ómnibus	0,965	$y = 0,9495x - 1436,2$	-3,11	15,71
Viajes Peatones	0,958	$y = 0,6847x - 1075,6$	-2,93	14,28

Tabla N° 7: Modelos de generación de viajes diarios por alumno matriculado



El coeficiente obtenido de 0,267 para viajes de autos es razonable respecto al coeficiente de 0,149 de Tabla N° 5 porque en Tabla N° 7 la base son alumnos matriculados en tanto antes eran alumnos entrando y saliendo, o sea contabilizados dobles. Por otra parte, al resultar menor al doble refleja que no todos los alumnos van todos los días. La ordenada al origen (-358) no es estadísticamente distinta de 0, pero implica que hay un umbral de alumnos que no producen viajes.

El umbral de magnitud más importante y estadísticamente significativo es para viajes en ómnibus (- 1436) y a pie (- 1035).

La ecuación para viajes auto en hora pico resultó $Y = 0,0234 X - 32,5$ ($R^2 = 0,78$) con $t = 5,7$ para el coeficiente y $t = -1,0$ para la ordenada al origen.

Con similar criterio se obtuvieron las tasas de generación de viajes para vehículos diarios (TGV_a), para pasajeros en ómnibus (TGV_{omn}) y peatones (TGV_{peat}) que se muestran en la Tabla N° 8. En el caso de las tasas por centro universitario se explicita el ajuste efectuado en el número de alumnos matriculados de las facultades 6 y 8.

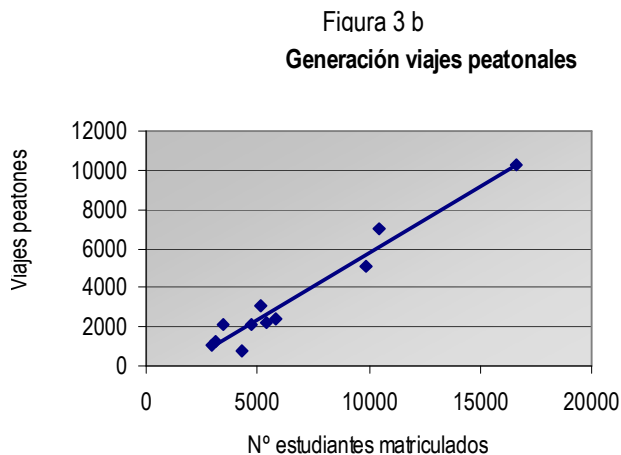
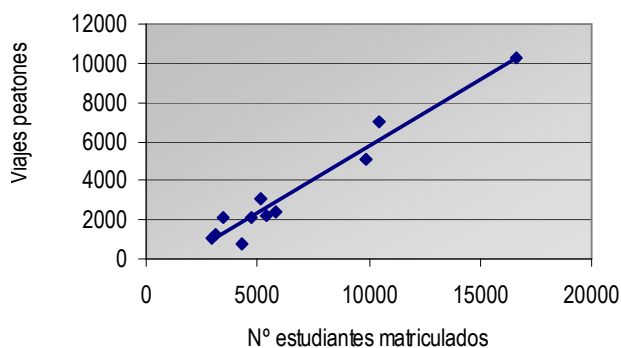


Figura 3 b
Generación viajes peatonales



FACULTAD	Alumnos	V _{auto}	TGV _a	V _{omn}	TGV _{omn}	V _{peat}	TGV _{peat}
1	3431	629	0,183	2117	0,617	2089	0,609
2	5147	1886	0,367	3486	0,677	3045	0,592
3	3158	845	0,268	1695	0,537	1238	0,392
4	16610	4458	0,268	14316	0,862	10225	0,616
5	5823	1482	0,255	2749	0,472	2430	0,417
6	5374 (*)	316	0,059	3590	0,668	2240	0,417
7	2970	342	0,115	1805	0,608	1046	0,352
8	9832 (*)	1132	0,115	6826	0,694	5119	0,521
9	4705	414	0,088	3523	0,749	2120	0,451
10	4289	1014	0,236	2314	0,540	806	0,188
11	10500	2761	0,263	9992	0,952	6994	0,666
Totales	71838	15448		52412		33029	
Promedio			0,202		0,670		0,475
Desviación			0,096		0,143		0,142
Coef. Var.			0,477		0,213		0,299

(*) 70% de alumnos matriculados

Tabla N° 8: Tasas de generación de viajes diarios por alumno matriculado

Es interesante destacar que las tasas de generación de viajes de autos (0,20), en ómnibus (0,67) y a pie (0,47) son inferiores a los coeficientes de las regresiones (0,26; 0,95 y 0,69 respectivamente) porque tienen implícito el valor negativo de las ordenadas al origen.

La tasa promedio de generación de viajes de autos en hora pico puede estimarse en 0,020 considerando el 10% de la tasa diaria según datos de tabla N° 4, y aquí también resulta algo inferior al coeficiente de la regresión (0,023)

De la comparación de las tasas de generación de autos diaria y de hora pico obtenidas con las tasas publicadas en el Manual del ITE, resulta que las tasas locales son del orden de una décima parte (10%), según muestra la tabla N° 9.

Base por alumno matriculado	Tasa diaria autos			Tasa hora pico		
	Media	Rango	Desv. Est	Media	Rango	Desv. Est
ITE (EEUU)	2,37	2,03-2,67	1,56	0,20	0,15-0,30	0,45
UNC (Argentina)	0,20	0,06-0,37	0,10	0,02	0,01-0,04	0,01

Tabla N° 9: Comparación con tasas de centros universitarios de EE.UU.

No obstante la gran diferencia, los valores obtenidos se consideran consistentes con diferencias halladas en generación de viajes de auto en hipermercados, donde para una participación del 20% de viajes en ómnibus y a pie, los valores locales resultaron del orden de la tercera parte (33%) (Galarraga, 2006). En el caso de los centros universitarios estudiados la participación de viajes en ómnibus y a pie es del 75%.

5.- ELECCIÓN MODAL Y TIPO DE VIAJE

Para explorar la participación de modos no motorizados y transporte público asociados con la distancia de viaje a centros educativos se reprocesó una base de 3400 viajes por estudio en los niveles primarios, secundarios y universitarios de enseñanza, disponibles de una encuesta origen destino domiciliaria realizada en toda la ciudad de Córdoba (ISIT, 2000). En esta encuesta sólo se consideraban viajes las distancias mayores a 10 cuadras.

Estudiantes	Nº estudiantes	Nº viajes zonales	Nº viajes interzonales	Nº viajes total	Tasa gen. viajes por estudio	% viajes zonales
Primarios	2069	400	525	925	0.447	43.2
Secundarios	1696	291	917	1208	0.712	24.1
Universitarios	1462	107	1385	1492	1.055	7.2

Tabla Nº 10. Encuesta O-D viajes por estudio (ISIT)

Tanto la asignación de escuelas a alumnos primarios como la elección de vivienda de los estudiantes universitarios no locales se hace por proximidad, de forma que los viajes dentro de la misma zona presentan alta participación y son preponderantemente a pie, como muestra la Figura Nº 4

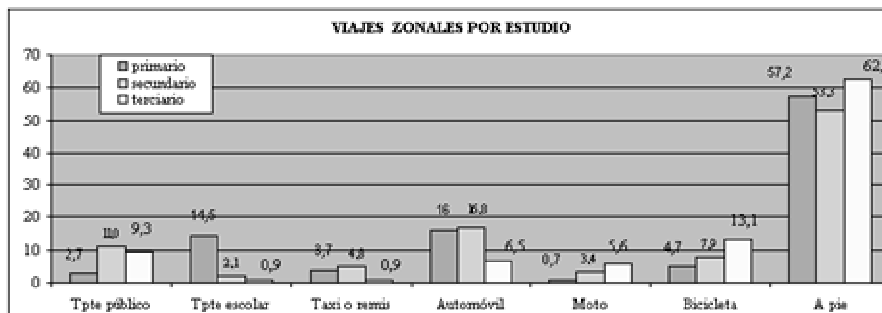


Figura Nº 4

Con la ciudad zonificada en 37 áreas, la Tabla Nº 11 muestra al Centro y la zona de la Ciudad Universitaria como atractores de viajes interzonales de todos los orígenes, y la Figura 5 muestra que el liderazgo modal en viajes interzonales lo toma el transporte público, salvo en el primario que los niños son llevados en auto o transporte escolar.

Zonas atractoras	Primarios	Secundarios	Universitarios
1 Centro	27.85	34.0	31.9
7 Ciudad universitaria	0.1	13.4	3.8

Tabla Nº 11. Encuesta O-D viajes por estudio (ISIT)

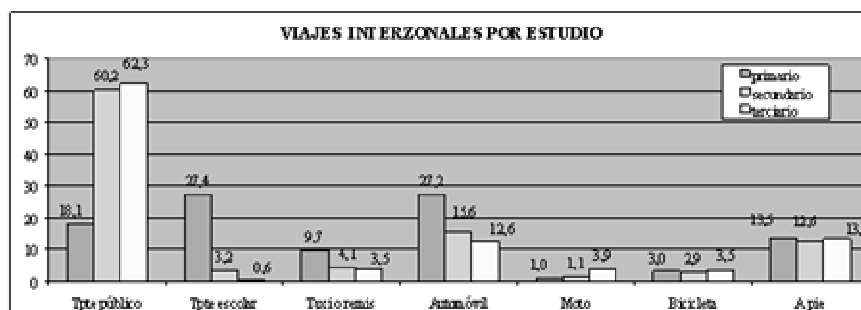


Figura Nº 5

La distribución modal de todos los estudiantes universitarios y terciarios comparada con las encuestas efectuadas en los 11 Centros es consistente si se corrige el efecto de restar los viajes menores a 10 cuadras, según muestra la Tabla Nº 12.

Estudiantes universitarios % de viajes	Tpte Público	Taxi remis	Automóvil	Moto	Bicicleta	A pie
Encuesta O-D ISIT	58.8	3.3	12.2	4.2	4.5	17.0
Enc. Facultades (de Tabla Nº 3)	44	5	18	1	1	31
Enc. Facultades (excluye viajes a pie a más de 10 cuadras)	48	5	20	1	1	24

Tabla Nº 12. Comparación de distribución modal

Distancias: De los viajes a pie realizados por los estudiantes encuestados el 89 % está comprendido entre 0 y 10 cuadras, el 7% entre 10 y 20 cuadras y un 4% camina más de 20 cuadras. Figura N° 6

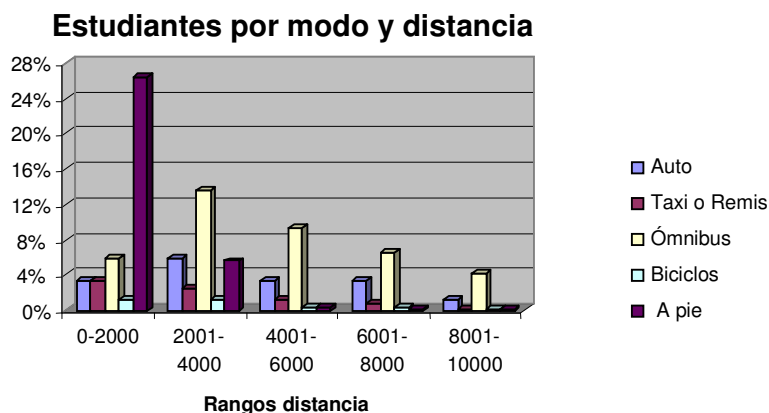
BARRIOS	ZONA	% por zonas
Centro	1	15,21%
Nueva Córdoba, Rog. Martínez	7	64,50%
Güemes, Paso de los Andes, Obs.	8	3,77%
Alberdi	9	2,21%
Iponá, Jardín, San Fernando	29	6,37%
Residencial Vélez Sarsfield, Ciud.	30	1,30%
Otros		6,64%



Figura N° 6

Tabla N° 13: Viajes a pie atraídos por zonas

La Tabla N° 13 muestra que son los barrios aledaños a los Centros los principales orígenes de viajes peatonales, en tanto la Figura N° 7 resume la relación distancia-modo que caracteriza a los estudiantes universitarios. La distancia de caminata es aceptable hasta 20 cuadras aproximadamente, y para mayores distancias el liderazgo es del transporte público, con una participación menor de los otros modos.



6. CONCLUSIONES

En el caso de los centros universitarios analizados de Córdoba, la matrícula de alumnos ha resultado la mejor variable independiente para tasas y modelos de generación, a pesar de distorsiones producidas por alumnos inactivos y hábitos variables de presencialidad. El uso del transporte público y viajes peatonales es preponderante para todas las distancias, por lo que también se han obtenido tasas de generación de estos modos. Es muy baja la utilización de bicicletas, que podría alentarse para distancias mayores a 20 cuadras, límite del liderazgo de viajes a pie.

En forma preliminar puede recomendarse para situaciones análogas el uso de las siguientes tasas y ecuaciones para viajes diarios en función del número de alumnos matriculados en el Centro Universitario:

Y	Ecuación	Tasa media	Desv. Estándar
Viajes Auto	$y = 0,268 x - 358,1$	0,20	0,10
Pasajeros ómnibus	$y = 0,950 x - 1436,2$	0,67	0,14
Viajes Peatones	$y = 0,685 x - 1075,6$	0,47	0,14

Con similares limitaciones pueden estimarse los viajes de autos en hora pico con la ecuación $y = 0,023 X - 32$ o con una tasa media de **0,02 viaje por alumno matriculado**.

La comparación de los resultados de viajes auto con polos educativos universitarios de Estados Unidos de Norte América indica que en Argentina, para universidades en zonas de alta densidad poblacional y con buena oferta de transporte público, el uso del auto es muy inferior, del orden de un décimo.

Se confirma que los centros universitarios como PGV deben ser investigados para conocer las características de generación y distribución modal porque la bibliografía internacional sobre generación de viajes de este tipo es poco aplicable y porque existe un gran potencial para generar y evaluar medidas que promuevan la sustentabilidad de las actividades universitarias y urbanas en términos de transporte y uso del suelo.

REFERENCIAS.

- CET/SP –Companhia de Engenharia de Trafego *Polos geradores de tráfico* 2. Boletim Tecnico 36, Sao Paulo (2000)
- Galarraga Jorge, Herz Marcelo. *Tasas y Modelos de Generación de Viajes en Hipermercados de la Ciudad de Córdoba*. Red Ibero-Americana de Estudio de Polos Generadores de Viajes. Publicado en <http://redpgv.coppe.ufrj.br> (2006)
- ISIT *Encuesta Origen Destino Ciudad de Córdoba*. Instituto Superior de Ingeniería del Transporte, F.C.E.F y N., Universidad Nacional de Córdoba. (2000)
- ITE *Trip Generation Handbook*. 7ta Ed. Institute of Transportation Engineers – Washington DC. (2003).
- Portugal, L.S.; Goldner, L.G. *Estudo de Pólos Geradores de Viagens e de seus impactos nos sistemas viarios e de transportes*. Editora Edgard Blucher Ltda. Sao Paulo. (2003).
- RED IBEROAMERICANA DE POLOS GENERADORES DE VIAJES. <http://redpgv.coppe.ufrj.br> accedido junio 2007

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo recibido de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT) de la Universidad Nacional de Córdoba, la colaboración de todo el personal docente, becarios y alumnos de la Cátedra de Transporte I de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC y a las Secretarías de Planeamiento Físico de la UNC y UTN.

AUTORES:

Marcelo Herz, Jorge Galarraga y Graciela Pastor.
 Cátedra Transporte I – FCEFyN – Universidad Nacional de Córdoba.
 Dirección: Av. Vélez Sarsfield 1611 – Ciudad Universitaria – X5016 – Córdoba – Argentina.
 Teléfonos: 54 – 351 – 4334149 / 50
 Correo Electrónico: mherz@efn.uncor.edu