



**CARACTERIZACIÓN Y MODELACIÓN DE VIAJES EN POLOS  
UNIVERSITARIOS, ARGENTINA.  
PATRÓN ESPECIAL DE VIAJES EN MOTOVEHÍCULOS**

**Violeta Depiante  
Patricia Maldonado  
Jorge J. Galarraga**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba - Argentina

**RESUMEN**

El campus de la Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR) es un polo de generación de viajes que presenta ciertas particularidades como una elevada participación de motovehículos en la distribución modal y la coexistencia de universidad y colegio secundario en el mismo predio. Se presenta una caracterización del patrón de viajes, evaluando el impacto que sus actividades producen sobre la generación y la distribución modal basados en encuestas y censos de tránsito. Empleando datos de generación de viajes de otras universidades argentinas se calibran modelos de generación para viajes diarios de personas en todos los modos, en forma conjunta y desagregada. El aporte específico consiste en la disponibilidad de tasas medias y un modelo de generación de viajes en motovehículos en polos educativos universitarios.

**ABSTRACT**

The National University of La Rioja (UNLaR) campus generates and attracts many trips. Its particularity is an extremely high participation of motorcycles in modal split and the coexistence of university and high school on the same site. This paper presents a characterization of the travel pattern in the UNLaR, evaluating through surveys and traffic studies the impact of its activities on trip generation. Using generation data from other universities in Argentine, generation models are calibrated for daily person trips in all modes, in a joint and disaggregated way. The specific contribution relies on trip generation rates and models for motorcycles.

**1. INTRODUCCIÓN**

Se conocen como Polos Generadores de Viajes (PGVs), los centros de gran porte donde se desarrollan actividades urbanas de intensidades significativas y atraen o producen una gran cantidad de viajes. Generan volúmenes de demanda de viajes causando un fuerte impacto sobre el sistema de transporte y la movilidad de las personas (Leighton, 2001). Estas concentraciones impactan tanto en el entorno inmediato como en la estructura urbana y en ciertos casos afectan la accesibilidad de toda una región (CET, 1983).

El parque de motovehículos en América Latina ha ido creciendo de manera acelerada (Rodríguez *et al.*, 2015). Este crecimiento también ocurre en muchas ciudades argentinas. La ciudad de La Rioja, con una población de 180.219 habitantes (2010), se caracteriza por la dependencia del transporte individual. El motovehículo constituye el primer tipo de vehículo con un parque activo de 71 mil unidades. La ciudad concentra el 54,3% de la población de la provincia, pero en el caso de motovehículos, la proporción aumenta al 77,5%. La relación *auto/moto* de 0,85, confirma la dominancia del vehículo menor sobre el mayor, pudiendo afirmarse que 4 de cada 10 personas poseen una moto (Maldonado *et al.*, 2015) constituyendo la ciudad en motodependiente (Van, 2013). Esta fuerte participación del transporte individual ya sea en automóvil o motovehículo, según las posibilidades de acceso y uso, genera (1) dificultades para consolidar una oferta de transporte público y (2) dudas sobre la sustentabilidad a largo plazo de un modelo de movilidad basado en el vehículo privado por los problemas asociados de congestión, estacionamiento y seguridad vial (Depiante *et al.*, 2016a, 2016b).

El campus de la Universidad Nacional de La Rioja (UNLaR) se encuentra al suroeste de la ciudad en un área de 24,3 has con una superficie cubierta de aproximadamente 69.000 m<sup>2</sup>. Junto



con otros asentamientos concentra múltiples actividades configurando un nodo polifuncional de alcance urbano-regional de gran impacto en la estructura urbana (Maldonado *et al.*, 2014). Como en la ciudad, en el polo la presencia de motovehículos es elevada y genera un PGVs con patrones de viajes diferenciados respecto a otras realidades.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

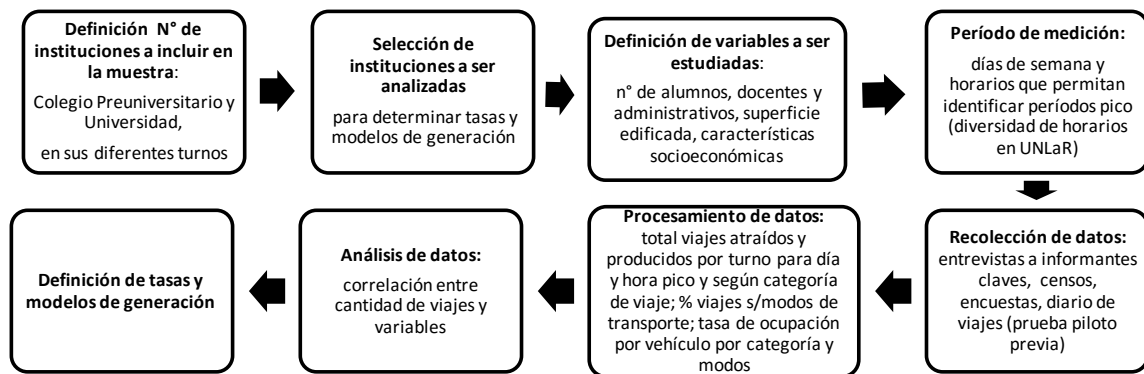
La metodología para el estudio del patrón de viajes de PGVs depende del tipo de establecimiento. Si el polo es educativo, depende del nivel de enseñanza ofrecido, del carácter público o privado, categoría de la institución, de su localización, del acceso al sistema de transporte, de la disponibilidad de infraestructura y del espacio de estacionamiento. Son escasos los antecedentes sobre generación de viajes en centros universitarios (ITE, 2012; Ferreira de Souza *et al.*, 2006; Portugal, 2012).

La más difundida referencia internacional en Argentina sobre generación de viajes es el *Trip Generation Handbook* (ITE, 2012). El Manual destaca que, en centros universitarios, 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. No existe en la bibliografía del ITE ninguna referencia a tasas de generación de viajes en motovehículos, ni a pie ni en transporte público. Las tasas se refieren solamente a autos.

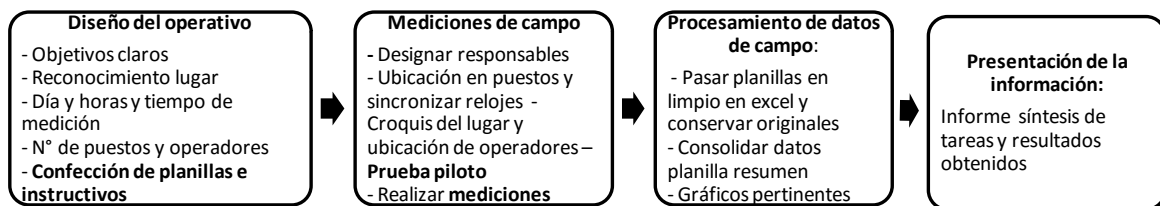
Un estudio sobre trece instituciones de educación de nivel universitario realizado en la ciudad de Córdoba (Portugal, 2012) presenta viajes de personas y distribución modal en un día laborable en donde se consignan para cada institución los porcentajes de viajes en motovehículos, como así también en otros modos. No se diferencia si es conductor o pasajero del motovehículo. También coincide en que la variable relevante explicativa es el número de alumnos matriculados. Presenta en trabajos anteriores una diferenciación entre alumnos matriculados y efectivamente activos con los cuales la modelación es más ajustada (Galarraga *et al.*, 2007; Herz *et al.*, 2009).

## 3. METODOLOGIA

En base a recomendaciones citadas en las referencias en relación con la caracterización de viajes en polos educativos de características similares y al antecedente de estudios preliminares en el sitio (Maldonado *et al.*, 2014, 2015), se decidió abordar el estudio en dos líneas de actuación. En primer lugar, a los fines de identificar las características de los viajes, estimar tasas y definir modelos de generación de viajes que reflejen la situación en el polo. Luego su impacto en la red aledaña a través del estudio del tránsito en la rotonda de ingreso. Según la bibliografía consultada *vg.* metodologías ITE (Jacques *et al.*, 2009), experiencias foráneas (Portugal, 2012) y características particulares observadas en el PGVs UNLaR, se definió una metodología de abordaje para el estudio de peatones y tránsito vehicular en ingresos al campus universitario (Figuras 1 y 2).



**Figura 1:** Esquema metodológico UNLaR Elaboración propia en base a ITE, Jacques *et al.*

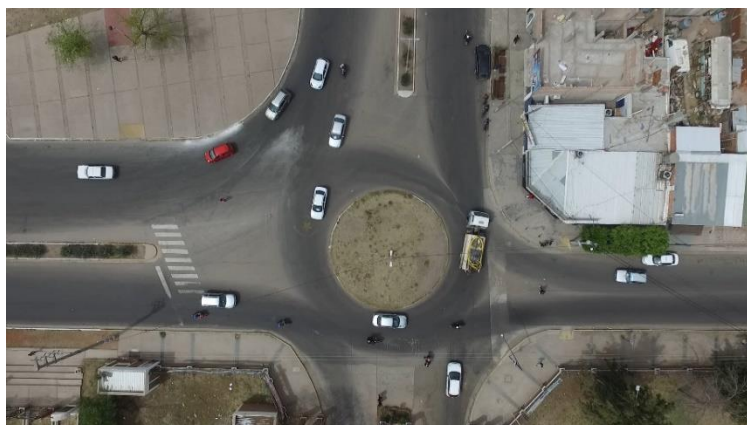


**Figura 2:** Metodología operativo relevamiento. Elaboración propia en base a experiencia UNC.

#### 4. RELEVAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE LOS VIAJES

El campus de la UNLaR es un predio cerrado con dos accesos habilitados (el principal enfrentado a una pequeña rotonda) en donde se realizaron censos de volumen y composición de tránsito (manuales y video filmaciones). Las mediciones se realizaron el viernes 12 de junio de 2015 en tres periodos de dos horas 7:30 a 9:30 hs, de 12:30 a 14:30 y de 18:00 a 20:00 hs, totalizando seis horas. Se realizaron tareas con objeto de obtener características sobre las personas (estudiante, docente u otro) y sobre el viaje (medio utilizado y alternativo, origen del viaje para personas que ingresan al polo o destino del viaje para los que egresan). Se incluyeron: (a) *censos peatonales*: conteo visual de todas las personas que ingresan y egresan del campus, (b) *censo de volumen y composición vehicular*: conteo visual de los vehículos que entran y salen diferenciando según tipo (automóvil, moto, taxi, bicicleta, otro), así como la cantidad de personas por vehículo (grado de ocupación), (c) *encuestas* a personas que ingresan o egresan a pie, próximos a los puestos principales y a personas en inmediaciones a estacionamientos.

En forma complementaria, mediante el uso de un nuevo recurso tecnológico (dron), se efectuaron video filmaciones para la identificación de los movimientos existentes en la rotonda de ingreso a la UNLaR, Figura 3. Los vuelos fueron realizados el 25/09/2015 a las 8:19 y a las 13:55hs. y el 06/11/2015 a las 20:10hs. La ventaja de esta nueva tecnología es la recolección de datos en forma simultánea en todos los accesos a la rotonda, pudiendo realizar censo de volumen y composición en los accesos, tanto de ingresos como de egresos, movimientos de giro, volúmenes peatonales. Se pudieron determinar los orígenes y destinos a partir del seguimiento de cada vehículo en forma individual a lo largo de su recorrido por la rotonda desde su ingreso hasta su egreso por cada uno de los accesos. A su vez se obtuvieron los datos de tránsito sobre las calles. Estos registros permitieron realizar observaciones de características de la circulación vehicular y peatonal en la red vial (Maldonado *et al.*, 2016) y validación de datos.



**Figura 3.** Fotografia em rotonda de ingresso UNLaR, 2015.

Todo el operativo de relevamiento permitió realizar una evaluación del patrón de viajes en UNLaR. Las Tablas 1 y 2 presentan los resultados de los censos de volumen y composición vehicular en los distintos períodos.

**Tabla 1:** Volumen vehicular y porcentajes vehiculares de ingresos y egresos al polo

Período	Período	Total	%	Total	%	Total ingresos y egresos
07:30	8:30	913	61	590	39	1503
08:30	9:30	491	70	214	30	705
12:30	13:30	345	40	528	60	873
13:30	14:30	551	50	549	50	1100
18:00	19:00	524	48	562	52	1086
19:00	20:00	398	44	505	56	903
Total		3222		2948		6170

Los datos de los censos vehiculares muestran que el pico de vehículos se produjo en el primer período de la mañana (2208). Existe un elevado porcentaje de motos en general superando incluso al de los autos en la última hora.

Los grados de ocupación promedio de automóviles y motos observados resultaron de 1.70 (total de la muestra 2608) para los autos y 1.40 (total de la muestra 2718) para motovehículos siendo de 1,60 para taxis, de 1,10 para bicicletas y 1,9 el resto (combis y otros).

**Tabla 2:** Participación vehicular por tipo de vehículo en ingresos y egresos (en porcentajes) y volumen total (en vehículos) por período

Hora Inicio	Hora Fin	Autos	Motos	Taxi	Bici	Otro	Total vehículos
7:30	8:30	59	32	7	1	1	1503
8:30	9:30	50	40	8	1	0	705
12:30	13:30	49	45	3	1	2	873
13:30	14:30	51	42	5	1	1	1100
18:00	19:00	50	43	3	3	1	1086
19:00	20:00	45	50	3	1	0	903
Promedio		52	41	5	1	1	6170



En lo concerniente a movimiento de peatones, Tabla 3, el 56% del movimiento peatonal se realiza por la tarde entre las 18 y las 20:00hs.

**Tabla 3:** Volumen de ingresos y egresos y porcentajes totales de peatones

Período Inicio	Período Fin	Total ingresos	Total egresos	Total peatones	Total egresos	Total peatones
07:30	8:30	540	54	594	2%	11%
08:30	9:30	382	160	542	14%	10%
12:30	13:30	221	488	709	19%	13%
13:30	14:30	329	198	527	8%	10%
18:00	19:00	824	837	1661	32%	31%
19:00	20:00	439	877	1316	34%	25%
Total		2735	2614	5349	100%	100%

Con respecto a las encuestas, de 825 personas encuestadas que respondieron respecto de sus viajes de ingreso y egreso al polo, el 42% fueron hombres, el 77% estudiantes universitarios y el 12% estudiantes de secundaria (a los fines de una diferenciación del comportamiento de la demanda de viajes del polo educativo en este nivel, se considera que la cantidad encuestada fue relativamente escasa). En la partición modal, Tabla 4, se observa que el primer lugar lo ocupa la modalidad a pie (43,2%) que proviene, principalmente de barrios colindantes, le sigue el transporte público (28,5%). Por otra parte, Tabla 5, casi la mitad de las personas no disponen o no consideran otra alternativa para acceder a la Universidad. Es notable la dependencia del vehículo particular. Según las encuestas el 61% utiliza el ingreso al polo por la rotonda.

**Tabla 4:** Participación modal de viajes generados por el campus universitario según encuestas

Auto	Moto	Pie	Ómnibus	Otro	Total viajes encuestados
230	205	695	458	20	1608
14,3%	12,7%	43,2%	28,5%	1,2%	

**Tabla 5.** Modos alternativos de viajes según encuestas

Ninguno	Auto	Moto	Taxi	A Pie	Bici	Ómnibus	Total respuestas
373	86	76	7	73	18	164	797
46,8%	10,8%	9,5%	0,9%	9,2%	2,3%	20,6%	

Las filmaciones obtenidas a partir de los vuelos del dron permitieron cuantificar movimientos de giro y composición del tránsito en la rotonda. La participación de los motovehículos en la corriente vehicular resultó del orden del 40%, Tabla 6. El volumen horario de los dos primeros períodos del orden de 2200 cada uno y de 2670 en el último. La Tabla 7 presenta volúmenes vehiculares de ingresos y egresos al polo en el acceso frente a la rotonda. El acceso Oeste de la rotonda corresponde al ingreso a la UNLaR desde la avenida aledaña Luis de la Fuente (acceso Norte). El pico sobre la avenida aledaña, a la noche, no coincide con el pico de ingreso/egreso al polo el cual se produce por la mañana.

**Tabla 6:** Composición vehicular agrupando todas las ramas de la rotonda, entradas y salidas.

Hora de inicio	Período min	Autos y camionetas %	Motos %	Colectivos %	Bicis %	Combi %
08:19	10	56	39	3	1	1
13:55	14	53	43	3	0	1
20:10	14	55	41	3	0	0





**Tabla 7:** Volúmenes vehiculares de ingreso (egreso) por acceso y horario.

Horarios	Acceso Este	Acceso Sur	Acceso Oeste	Acceso Norte
08:19	84 (97)	81 (98)	36 (83)	177 (100)
13:55	116 (102)	116 (188)	71 (82)	215 (168)
20:10	130 (125)	172 (164)	60 (36)	182 (219)

## 5. TASAS Y MODELOS DE GENERACIÓN

Basados en los datos de instituciones argentinas de nivel universitario (Portugal, 2012), se incorporaron a los datos de universidades en la ciudad de Córdoba, los del polo universitario ubicado en la ciudad de La Rioja totalizando catorce instituciones en el estudio. Se ajustaron estadísticamente modelos de generación de viajes de personas por día en función de los alumnos matriculados activos. Se calibraron cinco tipos de modelos de viajes diarios: (1) para la totalidad de los viajes, considerando todas las modalidades en conjunto, (2) para los viajes en medios motorizados individuales, considerando las modalidades de auto conductor, taxi y motovehículos, (3) para los viajes en medios motorizados masivos, considerando la modalidad de ómnibus, (4) para los viajes en medios no motorizados, considerando las modalidades en bicicleta y a pie (5) para los viajes en medio motorizado considerando sólo motovehículos. Se considera viaje tanto al de entrada como al de salida del centro universitario, es decir que una persona al ir y volver genera dos viajes.

**Tabla 8:** Viajes diarios de personas (en cantidad), elección modal para un día laborable (en porcentaje) y alumnos activos (en cantidad).

Nº	Establec	Viajes	AC	Bus	A pie	AA	Taxi	Moto	Bici	Activos
1	ARQCE	4392	1,9	36,2	35,7	16,4	9,4	0,5	0	3431
2	DEREC	11376	5,4	45	33,8	12,9	2,1	0,8	0	9832
3	ARQCU	7212	5,4	36,3	31,7	11,3	15,4	0	0	5147
4	AGRON	3342	13,2	38	27,8	9	8,1	1,3	2,6	3158
5	ECON	26096	7,7	51	35,8	0,9	1,1	2,6	0,9	16610
6	CEFyN	5976	19	34,5	30,5	4,5	0,5	4,5	6,5	5823
7	C. INF	6720	3,7	53,4	33,3	6,8	0,9	0,5	1,4	5374
8	C. QUIM	3496	6,6	51,6	29,9	6,6	3,3	1,2	0,8	2970
9	LENGUA	5472	4,3	48,3	29,1	15,8	2,1	0	0,4	4705
10	ODON	5200	15,5	44,5	15,5	14	9,5	1	0	4289
11	FAMAF	3144	20,2	36,5	31,6	3,4	2,7	1,1	4,6	1382
12	UTN	18494	19,1	40,7	29,7	2,5	3,3	2,2	2,5	10503
13	UCC	9062	35,1	45,6	0	17,1	0,8	0,6	0,8	5200
14	UNLaR <sup>(a)</sup>	22500	9,2	28,5	43,2	5,1	0,8	12,7	0,4	18220

Fuente: Elaboración en base a Portugal (2012). Se incorpora (a), datos de elaboración propia.

Los datos consignados en la Tabla 8 corresponden a los de las ciudades de Córdoba y los de La Rioja. La elección modal varía de manera importante de acuerdo al centro universitario. En particular la gran diferencia con respecto al resto de viajes en automóvil y caminando en la UCC y la participación de motovehículos en la UNLaR. Las aplicaciones de los modelos de generación a estos casos ofrecen estimaciones muy alejadas de la realidad, subestimando los viajes en auto y sobreestimando los viajes caminando en el caso de la UCC y subestimando la



generación de viajes en motovehículos en la UNLaR. La expansión al día completo en UNLaR arrojó un total de 22500 viajes.

Se utilizaron dos variables de control para considerar las situaciones particulares de variabilidad en la distribución modal en el único establecimiento ubicado alejado del centro y la elevada presencia de motovehículos en la UNLaR. Se decidió calibrar tres tipos diferentes de modelos: (1) considerando una sola variable explicativa (matrícula activa), regresión simple; (2) considerando además otra variable ficticia que contempla establecimientos alejados del centro, regresión múltiple y (3) considerando además de la matrícula una variable ficticia que considera establecimientos con elevado porcentaje de motovehículos, regresión múltiple. Se ajustó un modelo considerando a todos los centros universitarios en una única categoría, con una única variable independiente ( $X_1$ ), el número de estudiantes matriculados activos. Y los otros dos modelos con dos variables independientes: (1) el número de estudiantes matriculados activos ( $X_1$ ) y (2) una variable ficticia ( $X_2$ ) que contempla distancia al centro superior a 5 km y variable ficticia ( $X_3$ ) que contempla porcentaje de motovehículos superior al 10%.

$$\text{Modelo 1. } Y = a + bX_1$$

$$\text{Modelo 2. } Y = a + bX_1 + cX_2$$

$$\text{Modelo 3: } Y = a + bX_1 + cX_3$$

donde las variables son:

*Dependiente Y:* número de viajes diarios de personas

*Independiente  $X_1$ :* número de alumnos matriculados activos

*Independiente  $X_2$ :* nula si la distancia al centro es inferior a 5km, uno si es superior

*Independiente  $X_3$ :* nula si porcentaje motovehículos es inferior al 10%, uno si es mayor

### 5.1. Modelos para la totalidad de los viajes diarios

Se ajustó un tipo de modelo considerando a todos los centros universitarios en una única categoría, con una única variable independiente ( $X_1$ ), número de estudiantes matriculados activos (*Modelo 1:  $Y = a + bX_1$* ). La Tabla 9 resume los resultados obtenidos para los trece centros (Portugal, 2012) y para los catorce de este estudio. Puede advertirse que el modelo predice 1,6 viajes por día por cada alumno matriculado, debiendo deducir del total 1224 viajes, es decir que en promedio los alumnos no viajan todos los días. Para el caso de los 14 establecimientos educacionales de Córdoba y La Rioja el modelo predice 1,4 viajes por día para cada alumno activo, debiendo deducir del total 297 viajes, es decir que se obtiene un resultado similar que en el modelo de Córdoba.

**Tabla 9:** *Modelo 1* para viajes diarios por todas las modalidades

Cantidad de instituciones	Coeficiente a		Coeficiente b		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	
13	- 1224	- 1,37	1,61	13,0	0,94
14	-297,3	-0,29	1,41	11,9	0,93

### 5.2. Modelos para los viajes diarios en medios motorizados individuales

Los medios motorizados individuales incluyen auto conductor, auto acompañante, taxi y motovehículos. Corresponde aquí señalar que en todos los casos el porcentaje de utilización de motos es relativamente pequeño excepto en el caso de UNLaR. El uso de taxis puede ser relevante para los establecimientos ubicados cercanos al centro de la ciudad, pero no llega al



uno por ciento en el caso del UNLaR. Los viajes en modos motorizados pueden luego convertirse en viajes de vehículos con base en los grados de ocupación media de los mismos o se pueden utilizar directamente los modelos propuestos para viajes vehiculares.

**Tabla 10:** *Modelo 1* para viajes diarios por medios motorizados individuales

Cantidad de instituciones	Coeficiente a		Coeficiente b		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	
13	917	1,31	0,20	2,14	0,32
14	447	0,26	0,29	3,86	0,57

En este caso la incorporación del polo UNLaR permite una estimación más ajustada de viajes diarios por medios motorizados individuales por el Modelo 1 (Portugal, 2012), Tabla 10, sin la incorporación de la variable ficticia para considerar la distancia del centro al polo. La incorporación de la nueva institución mejora los parámetros de ajuste. No obstante, se consideró el modelo 2 con la variable X<sub>2</sub>, Tabla 11, para una estimación más ajustada.

**Tabla 11:** *Modelo 2* para viajes diarios por medios motorizados individuales con dos variables explicativas (X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub>)

Cantidad de instituciones	Valor	a		b		c		R <sup>2</sup>
		Estad t	Valor	Estad t	Valor	Estad t		
13 con X <sub>2</sub>	544,2	1,060	0,22	3,23	3173	3,24	0,68	
14 con X <sub>2</sub>	68,75	0,124	0,32	5,12	3143	2,71	0,76	

Considerando el uso de dos variables explicativas del segundo modelo resulta un mejor ajuste obteniendo un mejor coeficiente de determinación R<sup>2</sup> y un estadístico t significativo para la variable ficticia. Este resultado se puede considerar previsible debido al mayor uso del vehículo individual en el caso de que el establecimiento se encuentre alejado del centro de la ciudad.

### 5.3. Modelos para los viajes diarios en medios motorizados masivos

Los medios motorizados masivos corresponden a ómnibus regulares de línea o servicios especiales al polo en el caso de los datos provistos en Portugal (2012). Al introducir el nuevo establecimiento el ajuste del modelo se ve modificado probablemente debido a la falta de uso del servicio dada la opción de elección en motovehículos que existe en la ciudad de La Rioja y la precariedad del mismo (Maldonado, 2016), Tabla 12.

**Tabla 12:** *Modelo 1* para viajes diarios por medios motorizados masivos

Cantidad de instituciones	Coeficiente a		Coeficiente b		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad t	Valor	Estad t	
13	-1024	-1,98	0,80	11,47	0,93
14	176	0,19	0,55	5,44	0,73

Dado que se observa una disminución en el ajuste para el caso de incorporación de todos los establecimientos se incorpora la variable X<sub>3</sub> porque la elevada participación de motovehículos en la distribución modal es en desmedro del uso del transporte público según se mencionó. El modelo de dos variables explicativas (con X<sub>3</sub>) resulta en un muy buen ajuste (no así X<sub>2</sub>), Tabla 13, con un coeficiente de determinación similar al caso presentado en Portugal (2012).





**Tabla 13:** Modelo 2 y 3 para viajes diarios por medios motorizados masivos

Cantidad de instituciones	a		b		c		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad t	Valor	Estad t	Valor	Estad t	
13 con X <sub>2</sub>	-1154	-2,20	0,80	11,65	1107	1,11	0,93
14 con X <sub>2</sub>	34,2	0,03	0,57	5,31	1181	0,60	0,74
14 con X <sub>3</sub>	-1024	-1,98	0,80	11,47	-7144	-5,47	0,93

#### 5.4. Modelos para los viajes diarios en medios no motorizados

Los medios no motorizados incluyen viajes peatonales y en bicicleta. Corresponde aquí señalar que casi en todos los casos el porcentaje de utilización de bicicleta es relativamente pequeño. El ajuste presenta una mejoría con la incorporación del nuevo establecimiento, Tabla 14.

**Tabla 14:** Modelo 1 para viajes diarios no motorizados

Cantidad de instituciones	Coeficiente a		Coeficiente b		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	
13	1135	2,29	0,60	9,01	0,89
14	1108	2,59	0,60	12,29	0,93

#### 5.5. Tasas y Modelos para estimar viajes de automóviles

De la Tabla 8 puede advertirse que la participación porcentual de viajes de auto conductor y auto acompañante varía de modo notorio entre los centros considerados. Se asumió que los viajes en auto pueden estimarse razonablemente a través de los porcentajes de auto conductor y taxi, este supuesto es válido en la mayoría de los casos y estaría subestimando la generación donde la modalidad de llevar a alguien fuera importante (Herz *et al.*, 2009). La Tabla 15 muestra la cantidad de alumnos activos, viajes diarios y viajes de automóvil en los catorce centros.

**Tabla 15:** Datos de establecimientos e índices de generación de viajes en automóvil

Nº	Establec	Alumnos activos	Viajes diarios	Viajes en automóvil	Índice medio de generación
1	ARQCE	3431	4392	496	0,14
2	DEREC	9832	11376	853	0,09
3	ARQCU	5147	7212	1500	0,29
4	AGRON	3158	3342	712	0,23
5	ECON	16610	26096	2296	0,14
6	CEFYN	5823	5976	1165	0,2
7	C. INF	5374	6720	309	0,06
8	C. QUIM	2970	3496	346	0,12
9	LENGUA	4705	5472	350	0,07
10	ODON	4289	5200	1300	0,3
11	FAMAF	1382	3144	720	0,52
12	UTN	10503	18494	4143	0,39
13	UCC	5200	9062	3253	0,63
14	UNLaR <sup>(a)</sup>	18220	22500	6075	0,33
Total		96644	132482	23518	0,24

Fuente: Elaboración en base a Portugal (2012). Se incorpora (a), datos de elaboración propia.



La tasa media de generación de viajes en automóvil es de 0,24 viajes diarios por estudiante activo. La tasa media diaria de la UNLaR es de 0,33. La utilización de los 14 establecimientos mejora la estimación de viajes con una variable, también en el *Modelo 2*. Tablas 16 y 17.

**Tabla 16: Modelo 1 para viajes diarios de automóvil**

Modelo	Coeficiente a		Coeficiente b		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	
13	476	0,81	0,15	1,87	0,26
14	159	0,28	0,21	3,41	0,51

**Tabla 17: Modelo 2 para viajes diarios de automóviles, variables explicativas (X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub>)**

Cantidad de instituciones	a		b		c		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	Valor	Estad t	
13 con X <sub>2</sub>	219	0,42	0,16	2,40	2193	2,25	0,53
14 con X <sub>2</sub>	-103	-0,20	0,23	4,11	2173	2,09	0,66

### 5.6. Tasas y Modelos para estimar viajes de motovehículos

La tasa media de generación de viajes en motovehículos de la UNLaR es de 0,16 viajes por alumno matriculado activo mientras que el promedio de todos los centros es de 0,03. Corresponde aquí señalar que en todos los casos el porcentaje de utilización de motovehículos es muy inferior al 2,6% (superado sólo por dos centros con el 4,5% y con un valor para el caso de la UNLaR muy superior del 12,7%). El ajuste para el caso de los establecimientos reportados en Portugal (2012) donde la presencia de motovehículos es baja arroja un R<sup>2</sup> de 0,76 con una variable y no se modifica considerando la variable ficticia. Para los catorce establecimientos se utilizaron dos variables explicativas dada la participación de los motovehículos (X<sub>1</sub> y X<sub>3</sub>). Tablas 18 y 19. El modelo agrega 908 viajes más en motovehículos a la estimación sólo en el caso de que el porcentaje de viajes en este modo fuera superior al 10% y la cantidad de alumnos matriculados activos también fuera elevada (más de 10000).

**Tabla 18: Modelo 1 para viajes diarios de motovehículos**

Modelo	Coeficiente a		Coeficiente b		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	
13	-130	-2,28	0,04	5,67	0,76
14	-498	-2,06	0,12	4,29	0,63

**Tabla 19: Modelo con variable ficticia para viajes diarios de motovehículos**

Cantidad de instituciones	a		b		c		R <sup>2</sup>
	Valor	Estad. t	Valor	Estad t	Valor	Estad t	
13 X <sub>2</sub>	-124	-2,04	0,04	5,38	-46,2	-0,40	0,77
14X <sub>2</sub>	-498	-1,87	0,12	4,05	-69	-0,13	0,63
14 X <sub>3</sub>	-442	-2,29	0,09	3,77	908	2,7	0,78

### 5.7. Consideraciones sobre la bondad de ajuste de los modelos.

Mediante el estadístico *t de student* puede definirse si la estimación del correspondiente coeficiente es significativamente distinta de cero con un determinado intervalo de confianza. Para la cantidad de datos disponibles (13 o 14) y coeficientes calculados (2 o 3), con un intervalo



de confianza del 95% el valor  $t$  límite resulta del orden de 1,81 y para un intervalo de confianza del 90% el valor  $t$  límite resulta del orden de 1,37. Como consecuencia la obtención de valores de  $t$  menores a los citados, no permitirían afirmar, con esos intervalos de confianza, que los coeficientes fueran significativamente distintos de cero (y por lo tanto no contribuirían a explicar la variable dependiente).

En las Tablas 9, 10, 11 y 12, 13, 16, 17 y 19 se advierten valores  $t$  menores a los citados previamente. Con las excepciones de las Tabla 13 y 19, en todos los otros casos, corresponden a los términos independientes de algunos de los modelos. En las Tabla 13 y 19 además se registran para la variable ficticia  $X_2$ . Corresponde consignar que, en todos los casos los coeficientes de las variables  $X_1$  y  $X_3$  son significativamente diferentes de cero.

## 6. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que la UNLaR presenta una demanda continua y sostenida y patrones de viajes diferenciados respecto de otras realidades por la elevada participación de motovehículos (40%) en el flujo vehicular. Del total de las encuestas un 43% correspondió al modo a pie, el automóvil y la moto prácticamente tuvieron igual peso (13%). Considerando la cantidad de peatones y de vehículos con su grado de ocupación promedio, el movimiento de personas es significativo, habiendo resultado la estimación de la cantidad de viajes diarios generados en el polo de 22500. Esto es lo suficientemente elocuente para poner de manifiesto la importancia que la UNLaR tiene en la región como polo generador de viajes.

En cuanto a la modelación de la generación de viajes la utilización de datos de otras universidades argentinas permitió, combinada con la de la UNLaR, contar con características de viajes a polos universitarios de más de 132.000 viajes diarios, aportando el PGVs UNLaR del orden de 16% del total. Esta base de datos ampliada permitió la formulación de modelos de generación de viajes diarios en medios motorizados individuales, motorizados masivos y no motorizados, de viajes totales y particularmente de viajes en motovehículos. La tasa media de generación de viajes diarios totales resulta de 1,38 viajes por alumno matriculado activo. Se comprueba que la variable explicativa es la matrícula de alumnos activos en el centro universitario como se reporta en el ITE y Portugal. Se recomienda la utilización de una variable ficticia para un mejor ajuste por diferencias notables en características o distribuciones modales de los establecimientos universitarios, tales como la lejanía del área central o la presencia de motovehículos. El modelo de generación de motovehículos resultó bien ajustado con la variable ficticia para incluir la presencia de motovehículos en una elevada proporción.

El trabajo contribuye a disponer de índices y modelos de generación de viajes en motovehículos dando el puntapié inicial para contemplar esta nueva realidad en el incremento de su uso en ciudades latinoamericanas. Se recomienda continuación en la línea de trabajo planteada dado que el mismo constituye el paso inicial para estudios de impacto que permiten contribuir a la planificación e implementación de políticas de gestión de la movilidad urbana sustentables.

## AGRADECIMIENTOS

A estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, comunidad universitaria y Secretaría de Ciencia y Tecnología de UNLaR y al Programa Universidad y Transporte, Secretaria de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la Nación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CET. Companhia de Engenharia de Tráfego (1983) Pólos Geradores de Tráfego". Boletim Técnico 32, São Paulo, SP.
- Depiante, V., Maldonado, P., Peña Pollastri, H. et al. (2016) Motovehículos y su Impacto en la Movilidad en la ciudad de La Rioja. Artículo en Revista Vial, N° 112, Edición especial Aniversario 20 años. ISSN 0329-1146. Distribución internacional.
- Depiante, V.; Maldonado, P.; Peña Pollastri J., Cuello, J.; Macchi L., Mirabal, M.; Gómez, L.; García, J. (2016) Motovehículos y su Impacto en la Movilidad en la ciudad de La Rioja. En XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito. 24 a 28 de octubre de 2016 - Rosario
- DNRPA Dirección Nacional Registro de Propiedad Automotor.
- Herz, M.; Galarraga, J.; Pastor, G. (2009) Características de generación y distribución modal de viajes en centros educativos universitarios. XV CLATPU-Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Buenos Aires, Argentina.
- Galarraga, J.; Herz, M.; Pastor, G. (2007) Centros universitarios como polos generadores de viajes. XIV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Río de Janeiro, Brasil.
- ITE – Institute of Transportation Engineers (2012) TRIP GENERATION, 9th Edition, Washington, D.C.
- Jacques, M.A.P.; Bertazzo, A.; Galarraga, J.; Herz, M. (2010) Nova Abordagem para o estudo das viagens geradas nas instituições de ensino. Rev.Transportes. V18-Nº1- pg.76-86. Brasil.
- Ferreira de Souza S. C., Prudencio Jacques M. A. (2006) Modelos para estimativa de viagens geradas por instituições de ensino superior, XX ANPET, Brasília,
- Leighton Espejo, Claudia Paz (2001) Estimación de Tasas de Generación de Viajes para Actividades Comerciales en el AMC Área Metropolitana de Caracas. Propuesta metodológica [resumen en línea]. Trabajo de grado no publicado, Universidad Simón Bolívar Lima Perú. Disponible en: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/produccion/disertaciones-y-tesis/outros-anos/40-estimacion-de-tasas-de-generacion-de-viajes-para-actividades-comerciales-en-el-amc-portada/file> [consulta: 28/04/2015]
- Maldonado, P.; Galarraga, J.; Depiante, V.; Peña Pollastri, H.; Petrovic, H.; Alamo, F.; Gallardo, O. (2014) Estudios de tránsito y transporte. Experiencias de relevamiento de datos. Ciencia y Tecnología al Servicio de la Democracia: IX Jornadas de Ciencia y Tecnología. La Rioja: Eudelar. En prensa ISBN 978-987-1364-22-0
- Maldonado, P., Peña Pollastri, P., Depiante, V., Gallardo, O., Peralta, C., Garella, E. (2015) Nodo polifuncional urbano regional. Caso UNLAR en la ciudad de La Rioja. III Jornadas Provinciales de Vinculación y Transferencia Científica y Tecnológica (en prensa).
- Maldonado, P. (2016) Movilidad y seguridad en motovehículos. Nueva realidad, nuevos desafíos en políticas públicas en la ciudad de La Rioja. Informe Final Proyecto 31-65-088 Convocatoria 2014 - Expte. ME. 2514/14 - RSPU N° 4537/2014. Ministerio de Educación, Secretaría de Políticas Universitarias, Programa Universidad y Transporte. Informe Final. Universidad Nacional de La Rioja.
- Souza Bertazzo A. B. (2012) Establecimientos de Ensino. In: Portugal L. (org.) *Pólos Geradores de Viagens Orientados a Qualidade de Vida e Ambiental: Modelos y taxas de geração de viagens*. Rio de Janeiro, Brasil.
- 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
- Provincia de La Rioja. Estadísticas de accidentes de la Policía de la Provincia de La Rioja.
- Rodríguez, D., Santana, M., & Pardo, C. (2015) La motocicleta en América Latina: caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región. (Espacio, Ed.). Bogotá: CAF.
- Van, N. T., Boltze, M., Tuan, V. (2013) Urban Accessibility in Motorcycle Dependent Cities – Case study in Ho Chi Minh City, Vietnam 13th WCTR, July 15-18, 2013 – Rio de Janeiro, Brazil.

---

Violeta Depiante (violeta.depiante@unc.edu.ar)

Patricia Maldonado (pamaldonado@unc.edu.ar)

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

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