

## **ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD EN CAMPUS UNIVERSITARIOS: CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**



### **ANALISYS OF UNIVERSITY CAMPUS MOBILITY. STUDY CASE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

<sup>1</sup> Carlos A. González Calderón, <sup>2</sup> Diana P. Moreno Palacio y <sup>3</sup> Sebastián Velásquez Gallón

<sup>1</sup> Master of Engineering – Transportation, Magíster en Ingeniería – Infraestructura y Sistemas de Transporte. Docente Programa de Ingeniería Civil, Universidad de Antioquia. Calle 67 N° 53-108. Bloque 20. Oficina 439, Medellín, Colombia. E-mail: gonzalez@udea.edu.co. Teléfono: (4) 2195570 <sup>2</sup> Magíster en Ingeniería – Infraestructura y Sistemas de Transporte. Docente Programa de Ingeniería Civil, Universidad de Antioquia. Calle 67 N°. 53-108. Bloque 20. Oficina 248, Medellín, Colombia. e-mail: dmoreno@udea.edu.co <sup>3</sup> Ingeniero Civil. Estudiante Maestría en Ingeniería de Transporte. Universidad de los Andes. Carrera 1e No. 19a – 40. Oficina ML – 126, Bogotá, Colombia. e-mail: s.velasquez52@uniandes.edu.co



# ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD EN CAMPUS UNIVERSITARIOS: CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

ANALYSIS OF UNIVERSITY CAMPUS MOBILITY. STUDY CASE: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Carlos A. González Calderón, Diana P. Moreno Palacio y Sebastián Velásquez Gallón

## RESUMEN

Este artículo presenta la metodología para hacer un diagnóstico de movilidad dentro de campus universitarios mostrando como caso de estudio la Universidad de Antioquia. Se realiza un diagnóstico vial de la Universidad en cuanto a su accesibilidad en los diferentes modos de transporte y la congestión en los parqueaderos, diagnóstico que finalmente sirvió de materia prima para el diseño de una propuesta de solución dirigida a la búsqueda de la descongestión de los parqueaderos y mejoramiento de las condiciones de accesibilidad en cuanto al modo utilizado.

**Palabras clave:** Movilidad, Tránsito, Campus Universitario, Parqueaderos

*Recibido 15 de septiembre de 2010*

*Aceptado 19 de Mayo de 2011*

## ABSTRACT

This paper presents the methodology for making a diagnosis of mobility within university campuses. As a case study is showed the University of Antioquia study. A mobility diagnosis is performed at the University in terms of accessibility to different modes of transportation and parking congestion, a diagnosis that ultimately served as raw material to design a proposed solution for parking congestion and improving the accessibility in the mode used.

**Keywords:** Mobility, Traffic, University Campus, Parking

*Received: September 15, 2010*

*Accepted: May 19, 2011*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los campus universitarios son considerados en la actualidad como modelos de microciudades que presentan en su interior los mismos fenómenos que las grandes ciudades (tanto físicos como sociales, políticos, económicos y culturales) pero a menor escala; el tránsito constituye uno de los factores más representativos del funcionamiento del campus como una pequeña ciudad y una buena movilidad incide directamente en el comportamiento de las personas que conforman esta comunidad.

La Universidad de Antioquia - U. de A. , institución pública ubicada entre las más importantes del país y la más importante a nivel departamental, concentra la mayoría de sus estudiantes (30.000 aproximadamente) en la Ciudad Universitaria. Este campus presenta, en la actualidad (2009), una problemática ligada al tránsito en su interior, representada por los muchos momentos del día en que se producen grandes congestionamientos vehiculares en los accesos y la aparente disponibilidad insuficiente de parqueaderos, lo que ha sido producto, no sólo del rápido crecimiento del parque automotor en la ciudad, sino también de la gran cantidad de motocicletas que ingresan diariamente al campus, constituyéndose este modo de transporte en uno de los más utilizados por toda la comunidad universitaria [1]. Por estas razones, este artículo tiene como objetivo la elaboración de un diagnóstico vial de la Universidad de Antioquia en cuanto a su accesibilidad en los diferentes modos de transporte y la congestión en los parqueaderos, diagnóstico que finalmente sirvió de materia prima para la propuesta de soluciones dirigidas a la búsqueda de la descongestión de éstos y mejoramiento de las condiciones de accesibilidad en cuanto al modo utilizado.

El artículo está compuesto por tres secciones en adición a esta introducción. La sección 2 muestra el estado del arte de la movilidad en diferentes campus universitarios. La sección 3 muestra el estudio de la movilidad en la Universidad de Antioquia. Por último la sección 4 muestra los principales resultados y conclusiones de la investigación.

## 2. MOVILIDAD EN CAMPUS UNIVERSITARIOS

El problema de la movilidad en una ciudad tiene muchos y muy diferentes componentes y así mismo sus consecuencias afectan a diversos sectores de la sociedad. A menor escala esto mismo se presenta en las universidades. Los campus universitarios, que por lo general albergan una cantidad significativa de personas y que por lo tanto son tanto generadores como atractores igualmente de una porción importante de viajes en una comunidad, tienen problemas de movilidad interna y accesibilidad, lo cual debería ser uno de los puntos de interés de estudio dentro de toda la problemática de movilidad [2].

En algunos casos, los campus universitarios están ubicados en las afueras de la ciudad pero aún integran el sistema de ciudad metropolitana como es el caso de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), campus de Bellaterra [3]. Esta universidad es un centro importante de atracción de viajes ya que hasta ella llegan diariamente alrededor de 35.000 personas. El problema de la movilidad en la UAB fue abordado tomando en cuenta además la oferta de transporte en la misma desde la ciudad central. Este campus tiene una enorme afluencia de vehículos privados y esto se debe principalmente a que hay una falta de medidas disuasivas de su uso y en cambio hay una enorme disponibilidad de parqueaderos sin cobro, es de anotar que existen varias rutas de transporte público que llegan hasta el campus pero éstas representan largos tiempos de recorrido, trasbordos, complejidad de las rutas y tiempos de espera, lo que las hace poco competitivas respecto del vehículo privado, siendo ésta otra razón para que el automóvil sea un modo muy usado por la comunidad universitaria de este campus. Toda esta situación exige pensar cambios en el modo de controlar el uso de los vehículos en el campus universitario, pero la solución debe plantearse no buscando satisfacer la demanda sino de "gestionarla con criterios de sostenibilidad ambiental y social".

En Bilbao, España también se ha estudiado la forma en la que el sector educativo, sobre todo el universitario, hace parte muy importante del problema de la movilidad en una ciudad [4]. Para este caso se buscó obtener una función de la demanda de transporte para los estudiantes universitarios en el área de Bilbao y las variables principales que condicionan tal demanda. Este estudio buscó disminuir la congestión y la polución en la universidad. Primero se hizo un estudio de elasticidades en las tarifas y en segundo lugar planteó la posibilidad de alejar a los usuarios del uso del vehículo

privado y conducirlos hacia el servicio público colectivo buscando para ello estimular este último y apoyarse en políticas públicas que permitan disminuir el uso del primero.

El problema de la congestión al ingreso de las universidades en la Ciudad de Medellín es un problema del que no puede estar ajena la comunidad tanto universitaria como la de planeación de la ciudad. Para nadie es un secreto las largas filas que se presentan al ingresar a los principales campus universitarios de la Ciudad.

Las universidades de la ciudad, en general han tratado de tomar sus propias medidas para mitigar un poco el problema de accesos del vehículo particular y del espacio disponible para parqueo. En la Universidad EAFIT, por ejemplo, hay varios factores a considerar: el aumento de estudiantes de posgrado (2.500) la mayoría de los cuales se movilizan en vehículo particular porque en su mayoría trabajan; el uso indebido del parqueadero por parte de personas ajenas a la universidad y la dependencia del carro por parte de algunos alumnos de pregrado. Uno de los grandes inconvenientes de la Universidad Pontificia Bolivariana – UPB es el aumento de motos que ingresan al campus de Laureles [2].

En la Universidad de Medellín – U. de M. al igual que en la Universidad de Antioquia – U. de A. se han presentado problemas de congestión y allí también se ha adoptado la medida de restricción para acceder según el último dígito de la placa, el Pico y Placa, pero el problema necesita otras estrategias [1].

De manera general las medidas que hasta ahora han sido adoptadas por las universidades son la aplicación del Pico y Placa en las Universidades de Antioquia, EAFIT, Universidad de Medellín, Politécnico Jaime Isaza Cadavid y UPB. En cada una han hecho diferentes ensayos de aplicación de la medida desde que ésta empezó a regir en la ciudad en 2005. A 2008 la Universidad de Antioquia, la UPB y EAFIT tenían restricción sólo un día por carro pero durante todo el día, más tarde EAFIT y la U. de M., que tuvo un período de transición en el que aplicaban la restricción a las mismas horas de la ciudad pero cuyos resultados no mostraron mejoría alguna en la movilidad del campus; cambiaron la estrategia y ahora aplican la medida durante todo el día, con la misma programación de los días que aplica para la ciudad. En la UPB sigue la medida para todo el día, pero sólo para dos placas por día. En estas universidades a la medida deben acogerse estudiantes, empleados, egresados y público en general.

Otra medida que se aplica en dos de las universidades: EAFIT y UPB, es el cobro de parqueadero a los vehículos que ingresan. En la primera el cobro (\$3000 para vehículos y \$1000 para motocicletas) se aplica actualmente para

empleados docentes y administrativos; estudiantes de pregrado, posgrado, Centro de Idiomas y Centro de Educación Continua; egresados; jubilados; y visitantes. Este cobro se aplica una sola vez al día y tiene entradas ilimitadas, realizándose el pago en una máquina dispensadora que devuelve una tarjeta que debe hacerse sellar en la portería; los fondos obtenidos por este efecto están destinados al desarrollo social al interior de la universidad y es desde allí que se subsidian becas, almuerzos y otro tipo de ayudas para los estudiantes que cuenta con recursos más escasos. Para el segundo caso la situación varía. Allí el cobro se realiza de igual manera a todos aquellos que ingresen a la universidad y por cada una de las entradas realizadas en el día. El sistema de recaudo es electrónico a través del carné, el cual tiene un dispositivo que permite recibir las recargas realizadas, aunque también tienen sistema de tiquete individual. Los fondos recaudados se destinan para el mantenimiento de la infraestructura y la vigilancia. En las demás: La U. de A., la Universidad Nacional y la U. de M., no se aplica ninguna tarifa.

De alguna manera podría decirse que aún no se tiene mucho convencimiento, por lo menos no en todas partes, sobre la importancia de estudios que ayuden a realizar un análisis de la situación de movilidad en los campus universitarios y que permitan que las decisiones al respecto estén sustentadas como debería ser. En el caso de la Universidad de Medellín con cerca de 10.000 estudiantes y alrededor de 1.500 empleados, las decisiones sobre movilidad son tomadas por el comité de planeación de la Universidad. y se han adoptado medidas que de alguna manera pueden optimizar el espacio con el que se cuenta como la redistribución de los espacios de parqueaderos, y se construyó una vía circunvalar que ayudara a mejorar la circulación al interior del campus. En 2005 se hizo un estudio de movilidad el cual no pudo aplicarse pues al muy poco tiempo se hizo una modificación al sentido de ingreso y de las porterías [2].

En la Universidad de Antioquia desde el 1 de febrero del 2007 comenzó a regir el pico y placa en la ciudadela central. La medida rige durante todo el día en consonancia con los parámetros fijados por la Alcaldía de Medellín donde inicialmente fueron 2 dígitos de placas restringidas y que desde Agosto de 2008 pasaron a ser 4. En la universidad, la medida sólo aplica una vez por semana por vehículo (no dos veces como en Medellín). En la página web de la universidad se puede encontrar la programación de las placas con restricción por semana. Antes de la medida, en la U. de A., se presentaron problemas de espacio debido a que eran insuficientes las celdas para los vehículos que circulan a diario por la universidad. A diferencia de EAFIT y la UPB el parqueadero en la U de A es gratuito. La situación empezó a volverse crítica cuando la vía circunvalar (vía principal dentro

de la U de A) que tiene espacio para el tránsito peatonal y que es muy utilizada para hacer ejercicio se vio invadida por vehículos en esta franja. Para el año 2008 se realizó un estudio de movilidad para el campus universitario, donde los resultados encontrados muestran que en la actualidad se tiene un nivel de ocupación de parqueaderos de cerca del 90%.

Todo lo anterior muestra de alguna manera la falta de un mayor compromiso de los usuarios que asisten todos los días a los planteles educativos, y aunque es muy claro que este compromiso sólo se puede regular con la implantación de políticas claras y eficientes por parte de las instituciones, es de esperarse por parte de esta población una posición más reflexiva frente a la situación de movilidad que atraviesa la ciudad y que además incluya una conciencia ambiental frente al uso indiscriminado del vehículo, pues estas situaciones pueden y deben mejorarse con un componente de voluntad y decisión de cada usuario, pero la situación real es que para nuestro medio el automóvil particular aún es una muestra de estatus más que de solución de transporte pues en muchos casos, a pesar de vivir cerca de las universidades y tener la posibilidad de desplazarse hasta ellas a pie o en bicicleta (la Universidad de Antioquia está conectada casi por completo con la ciclo-ruta que viene desde el barrio Laureles), los usuarios, estudiantes, profesores y empleados prefieren movilizarse en su vehículo particular, y en la mayoría de los casos viajan solos.

### 3. MOVILIDAD EN LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

La ciudad de Medellín presenta problemas de movilidad reflejados en la saturación de sectores y vías específicos de la región, incluso al interior de las universidades. Sumando el crecimiento de la extensión del desarrollo urbano que incrementa distancias y teniendo en cuenta la oferta deficiente de un buen servicio público de transporte, se hace frecuente la adquisición de vehículo particular acelerando el crecimiento del parque automotor en la ciudad, la cual tiene una deficiente oferta de capacidad del sistema vial arterial, falta de continuidad vial, y un inadecuado uso de las vías, el cual se pretende mejorar con el Plan Maestro de Movilidad 2005-2020 [5].

En la Universidad de Antioquia, la más reconocida de la región, se ve el reflejo de la situación vehicular de la ciudad planteada anteriormente, que aunque tenga un predominio de estratos 1, 2 y 3 (los más bajos), la motorización ha aumentado considerablemente en los últimos años,

saturando la capacidad de parqueaderos y mostrando un corredor circunvalar bastante congestionado por el parqueo excesivo de motocicletas. La Ciudad Universitaria en calidad de sede central, que por sus políticas propias de cobertura, es una de las principales zonas atractoras de viajes en el Valle de Aburrá, atrae 42.000 viajes diarios [6], cuenta con 14 facultades, 4 institutos y 4 escuelas para la formación universitaria a nivel de pregrado y postgrado; ella alberga aproximadamente 30.000 estudiantes de pregrado y alrededor de 1.500 de postgrado, 4.500 profesores (entre profesores de planta y de cátedra), 1.500 trabajadores y 1.500 visitantes al día, todos ellos realizando una gran cantidad de viajes diarios hacia y desde el campus universitario [7].

La infraestructura vial vehicular tiene en cuenta la vía interna de circulación (circunvalar) la cual está compuesta por una sola calzada cuyo ancho (4m sin incluir parqueaderos) permite la circulación vehicular en un sólo sentido y a la vez su lateral externo es usado para el estacionamiento de automóviles; las zonas de parqueaderos de automóviles comprenden el espacio de la circunvalar destinado para tal fin y los parqueaderos conformados por patios, para una capacidad total de 941 parqueaderos vehiculares al interior del campus; para el estacionamiento de las motocicletas existen algunos espacios sobre la circunvalar y algunas áreas definidas para tal fin (existe una capacidad para alrededor de 720 motocicletas); para las bicicletas no hay zona de parqueo especial, siendo éstas, por lo general, ubicadas junto a los árboles que se encuentran en zonas verdes que deberían estar destinadas para fines netamente de descanso o paisajísticos; por último se tienen los accesos vehiculares (1 de salida y 2 de entrada – salida). En cuanto a la infraestructura vial peatonal se tuvieron en cuenta la cantidad de accesos, su ubicación y el flujo de peatones en cada uno de ellos.

Toda esta información permite realizar un estudio de disponibilidad de parqueaderos, vías de acceso y vías de comunicación, teniendo en cuenta el reparto modal de viajes de un campus universitario. A continuación se presentan los resultados obtenidos para la Universidad de Antioquia.

#### 3.1. Situación de la universidad en cuanto a la accesibilidad en vehículos particulares o de servicio público individual.

En general se puede afirmar que la ubicación de la ciudad universitaria es privilegiada para la accesibilidad en este tipo de vehículos dada la proximidad al corredor vial del Río, que favorece su conectividad con gran parte de la red vial urbana del Valle de Aburrá, así como la vecindad de la calle 67, Barranquilla, por su conexión con el mismo corredor del Río y su continuidad hacia el occidente [7].

### 3.2. Situación de la universidad en cuanto al acceso en sistemas de transporte público colectivo.

En la actualidad la población de la ciudad universitaria es atendida por varias rutas urbanas que circulan por las inmediaciones de la Universidad de Antioquia. Además, cuenta con varias rutas metropolitanas que igualmente circulan cerca de la Universidad, comunicando a Medellín con los municipios del norte y sur del Valle de Aburrá.

El servicio de transporte masivo del Metro presenta una ventaja grande para los visitantes y usuarios de la Universidad por las características del servicio y la integración con rutas complementarias en diferentes estaciones del sistema, esas ventajas han permitido que la movilidad de pasajeros del Metro crezca cada año. La estación Universidad moviliza un 3.13% de la afluencia de todo el sistema en un día laboral normal. El sistema Metro movilizó en un día laboral promedio del año 2007, 450.000 pasajeros, de los cuales 13.700 ingresaron o salieron del Metro por esta estación [5].

### 3.3. Aforos vehiculares en la Ciudad Universitaria y encuestas a peatones y a conductores.

Para la encuesta, se obtuvo una muestra de personas que ingresaban a pie del 5% y del 43% de los vehículos que entraban y salían de la universidad, muestra que consideramos confiable y de buena representatividad ya que en estudios de este tipo se pueden utilizar muestras incluso del 1-2% de la población sin aumentar el error de cálculo considerablemente [8]. Se realizaron aforos vehiculares representativos en los accesos al campus universitario un día típico de semana, en abril de 2008, entre las 6:00 y las 20:00 horas, con el fin de obtener el patrón del comportamiento vehicular en las horas de mayor demanda del día (ver Figura 1). En un día regular de semana ingresan al campus universitario aproximadamente 4.200 vehículos (entre las 6:00 y las 20:00 horas) teniendo en cuenta tanto automóviles (2.554) como motocicletas (1.593). A los taxis no se les permite el acceso. La Figura 1 muestra que la hora pico de ingreso ocurre entre las 7:30 y las 8:30 con 624 automóviles y la hora pico de salida ocurre entre las 17:30 y las 18:30 con 564 automóviles.

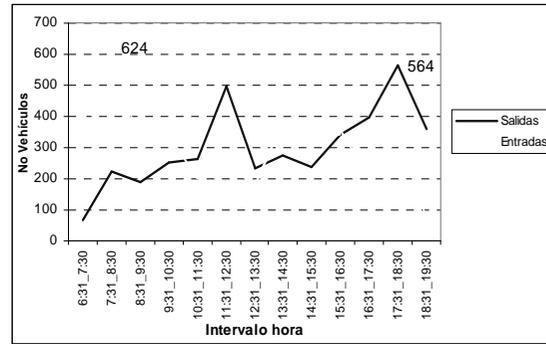


Figura 1: Flujo de entrada y salida de automóviles.

Se recogieron los datos necesarios para determinar el tiempo de permanencia de los vehículos al interior del campus, a través de la captación de los números de placas y su hora tanto de ingreso como de salida. Con esta información sumada a una encuesta de Preferencias Reveladas – PR – realizada a los conductores de los vehículos salientes sobre el lugar de parqueo dentro de la Universidad, se pudo determinar, no sólo el estado de congestión de la ciudadela sino además, los puntos más críticos así como los lugares menos apetecidos por los conductores para el parqueo, y por lo tanto los que por periodos más largos permanecen disponibles.

Al observar los resultados sobre la utilización de parqueaderos para automóviles (ver Figura 2), se encontró un máximo de ocupación de los mismos a las 10:30 a.m. correspondiente a 837 parqueaderos ocupados, es decir, una ocupación del 88.95% de los espacios disponibles en el campus. Durante las horas de la tarde se encontró una ocupación máxima del 73.22% para un total de 689 automóviles a las 4:00 p.m., esto indica que la franja de la mañana es la más congestionada lo que exige una atención especial dentro de las recomendaciones y conclusiones. El tiempo promedio de parqueo encontrado en la universidad es de 3.2 horas.

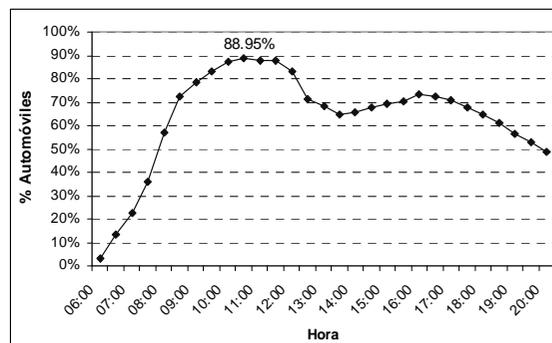


Figura 2: Porcentaje de ocupación de los parqueaderos de automóviles en la Ciudad Universitaria

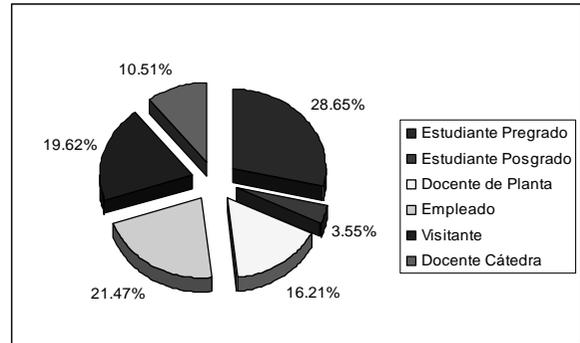
Se encontró un total de parqueaderos disponibles de 103 celdas a la hora de mayor congestión, éstas se encontraban principalmente en la zona nor-occidental, donde habían disponibles 75 celdas a esa hora, lo cual se explica dada la distribución espacial de la sede universitaria, pues en ese sector se encuentran ubicadas las zonas deportivas y está en uno de sus extremos, que se ubica relativamente distante de la infraestructura administrativa y académica mostrando el desinterés de los usuarios por desplazarse a pie un tiempo estimado de 5 a 10 minutos. Esto permite observar que si se hiciera un adecuado uso de esos espacios podría mejorar notablemente la circulación y casi abolir la mala costumbre de parquear en sitios prohibidos, como por ejemplo a un costado de la vía o en pasos peatonales. Hay que tener en cuenta que sólo ingresan al campus universitario el 80% de los vehículos ya que desde febrero de 2007 se implementó en la Universidad el pico y placa (restricción vehicular que no permite circular automóviles con cierto número de placa en un lugar establecido) durante las 24 horas del día. Por lo tanto al respecto sería posible establecer acuerdos con los docentes y empleados, de una utilización más equitativa de los espacios disponibles para parquear los automóviles y según los resultados obtenidos podría eliminarse la restricción de pico y placa tal como se tiene planteada para las 24 horas y podría disminuirse sólo para las horas en las que existe en la ciudad (6:30am – 8:30am y 5:30pm – 7:30pm) o bien plantearse una solución que cubra las horas de mayor congestión de parqueaderos que, como se vio en la Figura 2, es en la franja de la mañana. Para mayor información sobre estas posibles soluciones, referirse a [1]

A los conductores y peatones se les preguntó adicionalmente a la entrada por el motivo de la visita (ver Tabla 1), el cual podía ser estudiante pregrado, estudiante postgrado, docente tiempo completo, docente de cátedra, empleado o visitante.

**Tabla 1:** Motivo de visita de encuestados

Persona encuestada	Peatones	Conductores
Estudiante Pregrado	71.84%	28.65%
Estudiante Posgrado	1.83%	3.55%
Docente de Planta	2.27%	16.21%
Empleado	11.94%	21.47%
Visitante	9.07%	19.62%
Docente Cátedra	3.05%	10.51%
Total	100.00%	100.00%

Además, la Tabla 1. muestra el motivo de visita de los conductores encuestados, para los que aplicarían nuevas medidas.



**Figura 3:** Motivo visita sobre conductores encuestados

La figura 3. muestra que la mayoría de los usuarios de vehículos particulares son los docentes y empleados que suman un total de 48.19% de los vehículos registrados, por lo que las medidas de desestimulación del vehículo particular deberían ser aplicadas a ellos [9].

Como información de gran importancia en este estudio se tiene el grado de ocupación de los vehículos que entran y salen de la Universidad, pues este puede ser precisamente una de las líneas que permitan propiciar soluciones en beneficio de la descongestión no sólo de la Universidad, sino en general de la ciudad, ya que un uso racional del automóvil contribuiría en muchos sentidos al mejoramiento del entorno incluyendo de paso, pero de manera muy especial, al medio ambiente, al disminuir las tasas de emisiones de gases cuando se disminuye el número de automotores circulantes en un mismo momento. Se tomó nota del nivel de ocupación de los vehículos tanto a la entrada como a la salida de éstos y se encontraron valores de ocupación bastante bajos. La Tabla 2 muestra estos valores

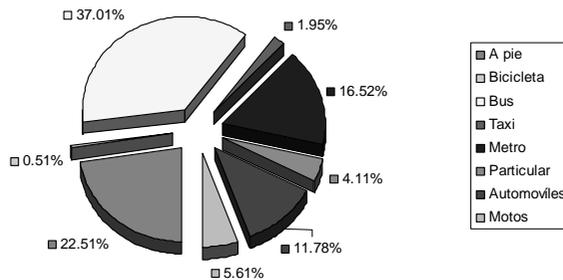
**Tabla 2:** Nivel de ocupación de los automóviles

Personas / Auto	
Automóviles Entrada	1.31
Automóviles Salida	1.35

El grado de ocupación encontrado fue de 1.3 personas/ vehículo. Este valor es un indicativo de la tendencia de los usuarios de vehículo privado, tanto automóviles como motocicletas, a circular solos. Esta tendencia afecta directamente al aumento de la congestión y dentro de las soluciones a proponer este aspecto tiene que ser tenido en cuenta para desestimular el uso del vehículo particular. Observando el grado de ocupación anterior se puede estimar que el número de personas que ingresa diariamente a la Universidad en automóvil es de aproximadamente 3350 y en motocicleta alrededor de 1590, para este caso el grado de

ocupación fue de aproximadamente 1.0.

Además de las encuestas vehiculares, se realizaron encuestas también a los peatones que ingresaban por las porterías tanto a la entrada como a la salida. A todos los usuarios (vehículo particular y peatones) se les preguntó sobre el modo que utilizaron para llegar hasta la Universidad (Bus, Metro, Taxi, lo traen en vehículo particular, en bicicleta, a pie, etc.), los cuales son presentados en la Figura 4. Se encontró que más de la tercera parte de la población utiliza el modo Bus.



**Figura 4:** Reparto modal U. de A.

La Figura 4 muestra la distribución modal de ingreso a la universidad el cual en servicio público es de 53.5% donde: el 37.01% se desplaza en transporte público colectivo (bus) y el 16.52% en transporte público masivo (Metro); seguido del servicio público individual (Taxi) 1.95%, en modos no motorizados (a pie, bicicleta) aproximadamente 23.02% y se observa una marcada tendencia al uso del vehículo privado con el 11.78%, y con un porcentaje muy representativo de motocicletas, casi la mitad de estos usuarios de vehículo privado (24% del total de vehículos que ingresaron). En las encuestas realizadas se preguntó por el origen y destino de los viajes hacia y desde la Universidad de Antioquia. Esto se hizo para las 16 comunas del Valle de Aburrá y zonas cercanas. Los orígenes y destinos de los viajes con sus respectivos porcentajes, se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Total Viajes por Origen - Destino

Comuna	Total origen	% Origen	Total destino	% Destino
1. Popular	9	0.31%	8	0.23%
2. Santacruz	19	0.65%	32	0.91%
3. Manrique	101	3.47%	80	2.28%
4. Aranjuez	273	9.38%	380	10.81%
5. Castilla	105	3.61%	113	3.21%
6. 12 de Octubre	21	0.72%	12	0.34%
7. Robledo	213	7.32%	240	6.83%
8. Villa Hermosa	33	1.13%	30	0.85%
9. Buenos Aires	119	4.09%	88	2.50%
10. Candelaria	328	11.28%	593	16.87%
11. Laureles Estadio	296	10.18%	479	13.63%
12. América	142	4.88%	156	4.44%
13. San Javier	29	1.00%	39	1.11%
14. Poblado	189	6.50%	282	8.02%
15. Guayabal	63	2.17%	74	2.11%
16. Belén	243	8.35%	225	6.40%
San Cristobal	9	0.31%	8	0.23%
San Antonio de Prado	16	0.55%	11	0.31%
Envigado	267	9.18%	244	6.94%
Bello	139	4.78%	153	4.35%
Itagüi	96	3.30%	94	2.67%
Sabaneta/Estrella/Caldas	107	3.68%	94	2.67%
Copacabana/Girardota	45	1.48%	41	1.17%
Oriente	26	0.89%	22	0.63%
Otros	21	0.72%	17	0.48%
<b>TOTAL</b>	<b>2909</b>	<b>100%</b>	<b>3515</b>	<b>100%</b>

Se puede observar que la zona que más viajes atrae y produce (15% aproximadamente) es la comuna 10, que es una zona del centro de la ciudad, la cual incluye otras dependencias de la Universidad y la mayoría de estos viajes son realizados a pie. También se encontró en el estudio (ver [1]) que la mayor cantidad de viajes en automóvil se originan y van hacia el sector de Laureles y El Poblado por ser las zonas con mayor cantidad de vehículos ya que son estratos socioeconómicos altos. Estos resultados sobre viajes en automóvil son similares a los encontrados por [9, 10]

### 3.4. Parqueaderos existentes en la Ciudad Universitaria.

En el caso de las celdas para automóviles es fácilmente cuantificable la oferta de espacios, lo que no es posible para las motocicletas debido a que no conservan un patrón de estacionamiento y se acomodan en forma variable, por ello la oferta se levantó en número de celdas de autos y en zonas para motocicletas, pues su capacidad en número de motos es variable. El espacio disponible para parqueaderos se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Información parqueaderos

Parqueadero Automóviles	941
Espacio para motocicletas	720 ml

A partir de los datos de la Tabla 4, y teniendo en cuenta que una motocicleta puede ocupar aproximadamente 1ml, se puede calcular una capacidad para alrededor de 720 motocicletas para un momento dado. Este valor se ve claramente excedido en las horas de la tarde de manera creciente, alcanzando un máximo de 812 motocicletas a las 6:30 p.m. (ver Figura 5).

Persona encuestada	Peatones	Conductores
Estudiante Pregrado	71.84%	28.65%
Estudiante Posgrado	1.83%	3.55%
Docente de Planta	2.27%	16.21%
Empleado	11.94%	21.47%
Visitante	9.07%	19.62%
Docente Cátedra	3.05%	10.51%
Total	100.00%	100.00%

**Figura 5:** Número de motocicletas parqueadas en Ciudad Universitaria por hora.

La Figura 5 muestra que la tendencia motocicletas parqueadas en la ciudad universitaria aumenta con el tiempo (el usuario permanece casi todo el día en la universidad). Se muestra el uso inadecuado de los parqueaderos y en especial los de este tipo de vehículo, dado que en la mayoría

de los casos estacionan en doble fila y otros más estacionan en lugares distintos a los destinados, como senderos peatonales o zonas verdes, lo que disminuye el nivel de espacio para la movilidad de peatones y aumenta el riesgo de accidentalidad.

## 4. CONCLUSIONES

Se encontró que más de la tercera parte de la población universitaria que ingresa a pie utiliza el modo Bus. Esto se debe a que el Metro no tiene oferta en todas las zonas de la ciudad y los usuarios prefieren tomar bus que hacer transferencia con el Metro. Además se cuenta con un gran número de rutas que pasan por la Universidad, pero éstas, a la vez generan una gran congestión en las calles aledañas a ella ya que las bahías destinadas para ello no tienen el espacio suficiente para albergar la cantidad de autobuses que llegan.

Se encontró que aproximadamente el 30% de las personas que vienen en automóvil son estudiantes de pregrado, siendo éste el mayor porcentaje de ingreso en vehículo particular a la Universidad. Sin embargo entre docentes y empleados son aproximadamente el 50% de las personas que utilizan vehículo particular, los cuales son constantes en su ingreso a la universidad y por lo tanto deberían tener un manejo particular tratando de estimular el uso del transporte público o aumentando el grado de ocupación de los vehículos en los que ingresan al campus.

La zona que más viajes atrae y produce es la comuna 10 La Candelaria, la cual incluye otras dependencias de la Universidad y la mayoría de estos viajes son realizados a pie. También se encontró que la mayor cantidad de viajes en automóvil se originan y van hacia el sur de la ciudad, ya que es una de las zonas con mayor cantidad de vehículos por tratarse de estratos socioeconómicos altos.

El índice de ocupación de los vehículos tan bajo (1.3 personas/vehículo) es un indicativo de la tendencia de los usuarios de vehículo privado, tanto automóviles como motocicletas, a circular solos. Esta tendencia afecta directamente al aumento de la congestión y dentro de las soluciones a proponer este aspecto tiene que ser tenido en cuenta, donde se propone que las personas que vienen en automóvil ingresen a la universidad por lo menos con otro usuario.

Se puede observar que el ingreso de motocicletas es constante durante todo el día y hay una insuficiencia de

parqueaderos para éstas. Este incremento se debe a las facilidades financieras para adquirir este tipo de vehículos en el mercado y los estudiantes las adquieren por facilidad pero no tienen en cuenta los riesgos de accidentalidad que representan las mismas.

Por último, con base en los resultados del estudio, se podría disminuir la restricción de pico y placa sólo para las horas en las que existe en la ciudad (6:30am – 8:30am y 5:30pm – 7:30pm) o bien plantearse una solución que cubra las horas de mayor congestión de parqueaderos como sólo dejar ingresar a los vehículos que tengan esta restricción vehicular si ingresan con 2 personas o más, ya que la capacidad máxima de parqueaderos no se ocupa, es decir, hay parqueaderos libres a las horas pico, donde aunque quedan un poco alejados de las oficinas, son espacios destinados para el parqueo de vehículos que podrían ser utilizados y de este modo no sería necesaria la aplicación del pico y placa todo el día. Esta propuesta sería válida para la situación actual. Para futuros escenarios se deben hacer estudios complementarios a éste.

## 5. REFERENCIAS

[1] C. Gonzalez-Calderon and D. Moreno, "Modelación del reparto modal de viajes: Caso Universidad de Antioquia. Proyecto de Investigación CODI," Universidad de Antioquia, Medellin, 2008.

[2] D. Moreno, "El Problema de Movilidad en Campus Universitarios. Caso Aplicado: U. de A.," Maestría en Ingeniería, Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Medellin, 2008.

[3] I. G. Miralles, C. P. Avellaneda, and A. Cebollada I Frontera, "Los condicionantes de la movilidad en un nodo de la ciudad metropolitana: el caso de la Universitat Autònoma de Barcelona," 2008.

[4] J. Bilbao and A. Fernández, "The influence of quality and price on the demand for urban transport: the case of university students," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 38, pp. 607-614, 2004.

[5] AMVA, "Formulación del Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá," Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Medellin, 2007.

[6] AMVA, "Encuesta Origen Destino Hogares y Estudios Complementarios 2005," Área Metropolitana del Valle de

Aburrá, Medellin, 2006.

[7] Universidad de Antioquia, "Estudio de movilidad para la ciudad universitaria," Universidad de Antioquia, Medellin, 2008.

[8] P. Fernández, "Determinación del tamaño muestral," *Cad Aten Primaria*, vol. 3, pp. 138-14, 1996.

[9] C. Gonzalez-Calderon, "Estrategias tarifarias y desestimulación del uso del vehículo particular por medio del pico y placa en Medellin," *Rev. ing. univ. Medellin*, pp. 95-110, 2009.

[10] C. Gonzalez-Calderon, "Modelación de la distribución de viajes en el Valle de Aburrá 2005," [Tesis de Maestría]. Medellin. Universidad Nacional de Colombia. 2007, Medellin, 2007.