

Estudio comparativo sobre la planificación del estacionamiento vehicular en campus universitarios: Caso Bogotá, Colombia

A COMPARATIVE STUDY ON PARKING PLANNING FOR UNIVERSITY CAMPUSES: THE CASE OF BOGOTÁ, COLOMBIA

Fredy Leandro Espejo-Fandiño*, Daniel Pérez-Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia

* Autor para correspondencia:
flespejof@unal.edu.co

RESUMEN

Se realiza un estudio comparativo sobre diversos métodos de planificación del estacionamiento vehicular en dos campus universitarios de la ciudad de Bogotá. Se describe la manera como se realiza este proceso actualmente, y se encuentra que la práctica habitual contempla que el estacionamiento debe ser abundante, gratuito y basado en los requisitos mínimos de estacionamiento. Posteriormente, se realiza el cálculo de los espacios de estacionamiento a partir de metodologías tradicionales las cuales producen sobreofertas por encima del 200% en comparación con la demanda pico registrada en terreno. Luego, mediante una encuesta aplicada a los usuarios del estacionamiento y un análisis de tipo descriptivo se obtienen resultados que sugieren una relación existente entre variables asociadas al usuario, los medios disponibles y las estrategias de gestión de la demanda de transporte que pueden contribuir a lograr reducciones considerables de las necesidades de estacionamiento en los campus. Se concluye que existen maneras alternativas de evaluar la planificación con resultados de oferta inferiores a los generados con el enfoque actual pero con una visión más integral del sistema de movilidad.

Palabras clave: planificación, estacionamiento, requisitos mínimos de estacionamiento, gestión de la demanda de transporte

ABSTRACT

A comparative study of the several different methods on the planning of vehicular parking in university campus in the city of Bogota was conducted. This study first describes the way this process is currently being conducted, finding that the customary practice seeks that parking lots must be abundant, free and based on the minimum parking requirements. After that, the calculus of parking lot room was conducted as from the traditional methodologies resulting in 200% oversupply compared to the peak demand on the field. Then, by a survey applied upon the parking users along with a descriptive-type analysis, the results suggest a relation between the variables associated to the user, the available means and the management strategies on the transportation demand that may contribute to get considerable reductions on the parking needs in campus. It is concluded that there are alternative ways to evaluate parking planning with supply results lower than those generated by the current approach, but with a more comprehensive vision on the mobility system.

Keywords: planning, parking, minimum parking requirements, transportation demand management

1. INTRODUCCIÓN

El aumento del índice de motorización en las ciudades latinoamericanas incide en la demanda de estacionamientos, pues cada vez son más los requerimientos de espacio para poder estacionar vehículos. En la ciudad capital de Colombia el registro indica que sólo entre el año 2005 y 2010 “el parque de vehículos privados en Bogotá ha crecido a una tasa promedio del 10,5% anual” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2010, p. 11) con un índice de 178 vehículos por 1.000 habitantes para el año 2013 (Cámara de Comercio de Bogotá y Universidad de los Andes, 2014). Esta situación representa necesidades de estacionamiento que aumentan exponencialmente mientras que la infraestructura crece a otras velocidades y las técnicas para gestionar la demanda son poco estudiadas. Las universidades no están ajenas a esta problemática, son grandes centros generadores de viajes y los problemas de congestión y aparcamiento están a la vuelta de la esquina.

La planificación y el dimensionamiento de este tipo de obras de aparcamientos fuera de vía destinada a los automóviles particulares se constituyen en el eje central de esta investigación, aplicado a un caso específico, campus universitarios. Estimar la oferta y demanda de estacionamiento que tendrá un uso educativo de nivel superior es un proceso que depende totalmente del enfoque planteado en cada caso particular.

En primer lugar, la investigación encuentra que la planificación del estacionamiento en los campus universitarios de la ciudad de Bogotá se encuentra enmarcado dentro de un paradigma que se esfuerza por ofrecer estacionamiento abundante y sin costo, y que las prácticas orientadas hacia el nuevo paradigma que se encarga de ofrecer estacionamiento óptimo y con precio, son escasas o prácticamente inexistentes a nivel local.

En segundo lugar, haciendo uso de las distintas metodologías a nivel mundial disponibles en la literatura, se efectúa la estimación de oferta de estacionamiento que deberían proveer dos campus seleccionados de la ciudad de Bogotá, el de la Universidad Nacional de Colombia (UN) de carácter público y el de la Universidad de los Andes (UA) de carácter privado, haciendo énfasis especial en las variables involucradas en cada proceso y permitiendo el comparativo con el registro en la hora de máxima de demanda (HMD) actual observada en cada campus.

Por último, se propone incorporar dentro del proceso de planificación cuestiones asociadas a la gestión de la demanda de transporte o Transportation Demand Management (TDM, por sus siglas en inglés), en la línea para adecuar este proceso dentro del nuevo paradigma lo cual es evaluado a través de un formulario de encuesta que permite el análisis multivariado identificando las variables que tienen influencia en la demanda de estacionamiento y las oportunidades que existen para disminuir las necesidades de oferta en los campus.

2. ESTADO DEL ARTE

Luego de una revisión minuciosa de la totalidad de estudios de tránsito aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM) y presentados por distintas universidades de la ciudad de Bogotá, que se enmarcan dentro de los respectivos planes de regularización, manejo y expansión, se encontraron dos aspectos determinantes y comunes a todos los estudios para efectuar la planificación del estacionamiento. Por un lado, el componente normativo que obliga al cumplimiento de ciertos aspectos urbanísticos predeterminados, y por otro, el componente técnico que se soporta en estudios detallados para determinar la demanda y rotación de estacionamientos.

Adicionalmente, en la literatura revisada se encuentran algunas metodologías para evaluar la planificación del estacionamiento que hacen parte de diversos autores o institutos, principalmente de los Estados Unidos donde se ha identificado una evolución notoria en esta línea de investigación.

Conforme con lo anterior, se definen dos aspectos determinantes en el estado del arte de la planificación del estacionamiento vehicular que se describen a continuación: el enfoque técnico y normativo actual en el ámbito colombiano y un enfoque analítico derivado de metodologías creadas en otras partes del mundo.

2.1. Orientación técnica y normativa

Para el caso de las ciudades colombianas el enfoque normativo está consignado en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), para el caso de Bogotá con el Decreto 190 de 2004 que contiene el conjunto de objetivos directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas para orientar el desarrollo físico del territorio (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2004).

Dicho decreto contiene un anexo donde se establece la exigencia general por uso en cuotas de estacionamiento, o en otras palabras, los requisitos mínimos de estacionamiento (RME) que son de obligatorio cumplimiento para la aprobación de los estudios de tránsito. Dichas cuotas se aplican sobre áreas generadoras de estacionamiento (descontando áreas de estructuras, fachada, áreas de circulación, etc.), y dependen de las zonas normativas por demanda de estacionamiento (ZNDE) que homogenizan sectores de la ciudad en donde se supone que las necesidades de estacionamiento son similares.

Tabla 1
Requisitos mínimos de estacionamiento para universidades de Bogotá.

Uso específico	Escala	Tipo	Cupos según zonas normativas por demanda de estacionamiento			
			A (alta)	B (media)	C (media a baja)	D (baja)
Educativo	Metropolitana	Privado	1 x 60 m2		1 x 100 m2	
		Visitantes	1 x 60 m2	1 x 100 m2	1 x 250 m2	

Los RME mostrados en la Tabla 1 permiten analizar que la oferta de estacionamiento depende únicamente de dos variables: el área neta construida y la ubicación de la universidad dentro de la ciudad. Lo anterior como se muestra en el capítulo 2.2 representa problemas serios en la planificación del estacionamiento, en el sistema de movilidad y en el desarrollo urbano (Shoup, 2005).

Adicional al requisito normativo las universidades y en general cualquier proyecto que cause modificaciones al sistema de movilidad debe presentar ante las entidades distritales un estudio de tránsito junto a otros informes para obtener la licencia urbanística y los permisos de operación.

Dentro de los estudios de tránsito es obligatorio presentar un capítulo destinado a determinar el número de estacionamientos privados y de visitantes. Lo más común dentro de los informes presentados a la SDM es realizar un estudio de utilización del estacionamiento (o también llamado estudio de rotación de placas) que permite determinar la demanda observada y la rotación del estacionamiento, el tiempo de permanencia y la acumulación en períodos de 15 minutos. El resultado típico consiste en establecer la ocupación máxima sucedida en la hora pico para convertirla en el parámetro de diseño.

Los estudios de tránsito que se analizaron muestran que a partir de la ocupación máxima los ingenieros consultores y los pertenecientes a la SDM entienden que la oferta de estacionamiento se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$\text{Número de estacionamientos} = \text{Máx ocupación horaria} \times \frac{\text{Área construida futura}}{\text{Área construida actual}} \quad (1)$$

Las variables de análisis en este caso obedecen únicamente al comportamiento vehicular observado *in situ*, es decir, a partir del registro de los vehículos que demandan un espacio dentro de un sector geográfico. No se analizan otras variables que permitan decir que la demanda observada es función de otras características distintas al espacio disponible. Adicionalmente, no se perciben aspectos que permitan inferir que esta técnica está asociada con las políticas de racionalización del vehículo particular planteadas en el Plan Maestro de Movilidad de la ciudad.

De hecho, si se observa la ecuación 1 se encuentra que la manera de planificar el estacionamiento está orientada a satisfacer los máximos niveles de demanda, que se presentan en una sola hora del día, causando que las 23 horas restantes se presente una sobreoferta de estacionamiento que incentiva la mayor utilización del vehículo. Por ejemplo, el cálculo de espacios

vacíos en una jornada típica del estudio de rotación de placas de la UN indica que existen 612 espacios libres en promedio por franja horaria en este campus que significan un 38,3% de sobreoferta promedio (ver Figura 1).

Lo anterior se vuelve más preocupante si se tiene en cuenta que la exigencia de RME tiene prelación sobre la oferta calculada a partir de la ecuación 1. Es decir, que si la oferta resultante a partir de la normativa supera la demanda pico observada en sitio, debe disponerse por una condición legal y obligatoria, los cupos de estacionamiento establecidos en el POT.

Para ilustrar un poco esta situación se describen en la Tabla 2 algunos casos encontrados en los estudios de tránsito analizados a nivel local. Los RME representan problemas en la planificación del estacionamiento, pues algunas veces dichos requisitos no se calculan de manera explícita en los estudios porque generalmente representan necesidades exageradas de área que se traducen en costos muy altos para las universidades o porque significan una sobreoferta importante. En otros casos, la situación es más crítica, cuando se proponen cupos iguales a los exigidos por los RME aunque la demanda observada sea mucho menor.

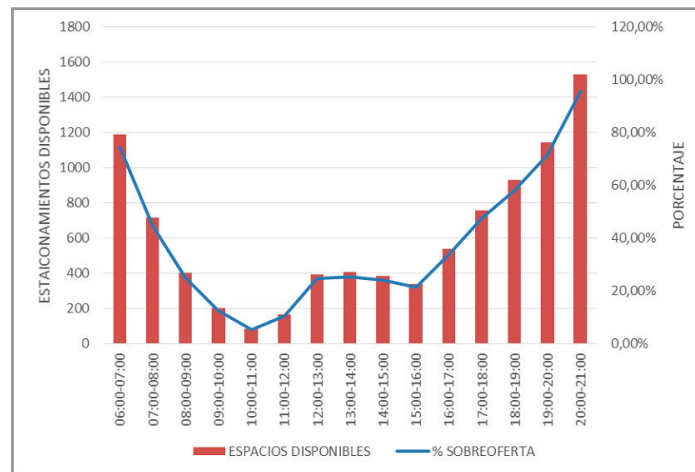


Figura 1. Porcentaje de espacios sin ocupar en un día típico campus UN. Fuente: Elaboración propia a partir de Universidad Nacional de Colombia, 2012

Tabla 2
Cupos determinados en estudios de tránsito de universidades en Bogotá

Universidad	Tipo estudio para determinar demanda	Ocupación en la HMD	% de ocupación en la HMD	Cupos por RME	Cupos adoptados y aprobados por SDM
Universidad de la Salle (2010)	Rotación de placas	292	52,3%	552	558
Universidad Nacional de Colombia (2012)	Rotación de placas	1.406	82,0%	No se calcularon	1.714
Pontificia Universidad Javeriana (2013)	Rotación de placas	1.447	66,4%	2.178	2.178
Universidad de los Andes (2008)	Encuesta de preferencias declaradas y rotación de peatones	18	5,0%	No se calcularon	360
Fundación Universitaria Panamericana (2010)	Rotación de placas	30	39,0%	No se calcularon	77

Lo anterior implica que la ocupación de estacionamiento en la HMD es por lo general inferior a la oferta de cupos de cada universidad, convirtiendo la demanda máxima en oferta mínima, sin que la administración distrital de cuenta que la misma normativa está promocionando grandes lotes de estacionamiento que a su vez incentivan el mayor uso del automóvil.

2.2. Orientación analítica de la planificación del estacionamiento vehicular

La planificación del estacionamiento se comenzó a configurar prácticamente desde los inicios de 1900 en los Estados Unidos coincidiendo con la etapa de masificación del automóvil. Los problemas se comenzaron a evidenciar de inmediato en ciudades como Detroit y Boston. Posteriormente el crecimiento acelerado del automóvil hizo que las ciudades estadounidenses respondieran de inmediato ampliando la oferta de estacionamientos en vía y fuera de vía. Luego aparecieron los grandes estacionamientos, se colocaron parquímetros en las aceras de las calles comerciales, se estableció que los nuevos desarrollos comerciales y residenciales incluyeran un lugar para el aparcamiento, y finalmente, hacia 1960 la mayoría de ciudades americanas habían establecido un mínimo de espacios de estacionamiento por uso de suelo sin evaluar los efectos sobre el desarrollo urbano (Weinberger et al., 2012).

Tempranamente la Comisión de planificación del Condado de Los Angeles (1944, c.p. Mogren y Smith, 1952) concluyeron que las ciudades deberían solicitar que cada edificación proveyera al menos espacio para estacionamiento en oficinas y tiendas. Posteriormente, Mogren y Smith (1952) fueron los primeros en discutir en su libro *Zoning and Traffic* que las ciudades norteamericanas necesitaban establecer RME fuera de vía en el máximo espacio posible de cada edificación. Esta propuesta fue tan popular que la gran mayoría de ciudades del mundo la adoptaron en sus ordenanzas locales.

Posteriormente aparecieron metodologías específicas para cada uso de suelo provenientes principalmente de los Estados Unidos. El Eno Center for Transportation (ENO) tiene varios escritos al respecto, Whitlock (1982) con su publicación de *Parking for Institutions and Especial Events*, junto a, Weant y Levinson (1990) con su publicación de *Parking*, establecieron criterios relacionados con la planificación, diseño, desarrollo, implementación, administración y operación de estacionamientos, incluyendo aspectos relacionados con los RME y con la planificación de usos especiales como las universidades, hospitales y eventos de concentración masiva de personas. El Urban Land Institute (1983) desarrolló una metodología denominada *Shared Parking* para determinar la oferta de estacionamiento que puede ser utilizada para servir dos o más usos de suelo individuales y sin conflicto o invasión, metodología destinada comúnmente a usos residenciales y comerciales. Dos años después, el Institute of Transportation Engineers ITE (1985) lanzó la primera edición del reporte más difundido a nivel mundial para la planificación del estacionamiento denominado *Parking Generation* que realiza un trabajo de tipo estadístico proporcionando valores de la demanda de aparcamiento para distintos usos del suelo a partir de datos disponibles en América del Norte.

Las metodologías referenciadas se han constituido en la base de la planificación del estacionamiento no sólo en los Estados Unidos sino en muchos países que han adoptado estos criterios en su ejercicio profesional y de manera más propia en sus mismas disposiciones normativas (Shoup, 2005). Así por ejemplo, los RME han sido ampliamente adoptados en las normativas de ordenamiento territorial de municipios y ciudades del mundo, incluyendo Colombia.

Para Litman (2011) el tipo de planificación efectuado hasta este momento puede ubicarse en un contexto que el autor ha denominado el viejo paradigma de la planificación del estacionamiento el cual se caracteriza por ser un esquema que contempla que el aparcamiento debe ser abundante y gratuito, que se esfuerza por maximizar la oferta y reducir al mínimo el precio del estacionamiento, supone que los estacionamientos nunca se deben llenar, que los costos de las instalaciones de estacionamiento deben ser incorporados en los costos generales del edificio o que deben ser subvencionados por el gobierno y que cada destino debe satisfacer sus propias necesidades de estacionamiento.

A partir de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas llevada a cabo en 1987 se comenzaron a plantear preguntas en relación con la necesidad de cambiar las prácticas de los humanos que han generado problemas ambientales y de desarrollo sostenible. El estacionamiento no ha sido ajeno a este enfoque y se puede decir que su investigación es reciente, desde la década de los 90's. Según Litman (2011) y Shoup (2005) la planificación del aparcamiento está experimentando un cambio fundamental de paradigma que establece formas distintas de percibir el problema y de dar soluciones a éste.

Shoup (2005) ha sido el investigador que ha descrito de mejor manera las graves deficiencias que soportan los RME, algunas son las siguientes: pueden representar problemas que van desde copiar requisitos o valores mínimos de otras ordenanzas (pues al fin y al cabo son norma legal en otra ciudad y se supone que las normas son correctas), suponen que existe una alta correlación entre el área construida y la demanda de estacionamiento (lo cual no siempre es cierto), aunque representan demanda máxima registrada generalmente se convierten en oferta mínima, pueden aumentar el costo del inmobiliario y

disminuir la densidad urbana, muchas veces se convierten en estacionamiento gratuito lo cual significa que se está planeando sin economía y no transfieren el costo del aparcamiento directamente al usuario sino que lo trasladan a la totalidad de la población, entre otras cuestiones.

Esta manera de efectuar la planificación del estacionamiento a nivel local representa de hecho una falla sustancial. Puede tener efectos adversos como aumento de los costos ambientales (Environmental Protection Agency EPA, 2006; Guo et al., 2012; Monroe County Department of Planning and Development, 2007, Shoup 2005), aumento de los costos constructivos (Weinberger et al., 2012), disminución de espacio disponible para infraestructura de transporte público o transporte no motorizado (Pineda y Abadía, 2011) y desequilibrios entre la oferta y la demanda (Moeinaddini et al., 2012).

Lo que se ha denominado nuevo paradigma de la planificación del estacionamiento por parte de Litman (2011) es un cambio fundamental para tratar de pasar a un esquema en el que el aparcamiento debe ser óptimo y con precio, que considera que demasiada oferta es tan dañina como muy poca oferta, que los precios de estacionamiento muy altos son tan dañinos como los muy bajos, que se esfuerza por utilizar las instalaciones de manera eficiente, considera que los lotes de estacionamiento llenos son manejables, favorece la imputación de costos del estacionamiento directamente al usuario, ofrece recompensas económicas a las personas que reducen la demanda de estacionamiento y reconoce que el sistema de transporte y los usos de suelo se desarrollan de tal manera que la planificación del estacionamiento requiere ajustes frecuentes.

En este sentido, algunas universidades han tratado de adoptar cambios en su tipo de planificación, por ejemplo, Shannon et al. (2006) en un estudio realizado en la Universidad de Australia Occidental encontraron que una estrategia eficaz para potenciar los cambios a medios de transporte activos en las universidades es la reducción de la subvención del estacionamiento. Barata et al (2011) realizaron otra investigación donde encontraron que buen porcentaje de los conductores que hacen uso del estacionamiento en la Universidad de Coimbra (Portugal) están dispuestos a cambiar de modo de transporte si se les otorga una subvención en los pasajes de transporte público. Otra investigación realizada en la Universidad Tecnológica de Malasia por Moeinaddini et al. (2012) consideró que dos de las variables que más inciden en la utilización del estacionamiento es la sombra y el estado de la infraestructura peatonal en el estacionamiento. En la Universidad de California Zhou (2012) encontró que tener amigos o compañeros cerca del lugar de residencia aumenta la utilidad del transporte público y que los estudiantes que viven solos o con su familia son más propensos a conducir sin acompañante al campus en comparación con los estudiantes que viven en residencias compartidas. En la Universidad de Idaho, Delmelle Eric y Delmelle Elizabeth (2012) analizaron cuál sería el precio máximo a pagar por el estacionamiento y por el combustible antes de cambiar a un medio de transporte activo. Por su parte, Aoun et al. (2013) en el campus de la Universidad Americana de Beirut encontraron necesario implementar servicios de taxi compartidos para desestimular los viajes al campus en coche privado en virtud de los altos ingresos de la población universitaria y sus preferencias en el medio de transporte.

Tal como afirma Aoun et al. (2013) a excepción de Europa y Estados Unidos la literatura sobre aplicaciones TDM en estacionamientos son escasas o inexistentes.

3. METODOLOGÍA

La planificación del estacionamiento vehicular se efectuará para los dos campus seleccionados considerando la práctica actual y las metodologías descritas en el capítulo 2 tratando de identificar las variables involucradas en el proceso y el producto final asociado a la oferta resultante de estacionamiento para cada caso.

En primer lugar, se diferencian las metodologías tradicionales de planificación que pueden aplicarse en esta investigación haciendo uso de información secundaria:

- Decreto Distrital 190 de 2004 que establece los RME para la ciudad de Bogotá.
- Estudios de rotación de placas de estacionamientos, que se constituyen en la técnica tradicional.
- Metodología del Eno Center for Transportation ENO.
- Metodología del Institute of Transportation Engineers ITE.

Posteriormente, se propone una encuesta donde se pone en consideración de los usuarios del estacionamiento algunas estrategias de gestión de demanda de transporte de manera similar a los enfoques dados por otras universidades descritas

en el capítulo 2 con el fin de identificar el impacto que puedan llegar a tener en la reducción de la demanda. No se pretende generar una metodología única y rigurosa, tampoco un análisis costo beneficio o de viabilidad sobre la implementación de nuevos esquemas de operación del estacionamiento, sino en cambio, mostrar desde un punto de vista descriptivo qué posibilidades tienen las estrategias TDM y qué efecto pueden llegar a tener en el proceso de planificación del aparcamiento.

4. RESULTADOS

A continuación se describe el procedimiento y resultado de cada metodología utilizada en los dos campus universitarios seleccionados para la evaluación de la planificación del estacionamiento. Las cuatro primeras se relacionan con las metodologías tradicionales haciendo uso de información secundaria y en la quinta se explora por parte del autor la importancia de las estrategias TDM en el proceso de planificación mediante el análisis de una encuesta aplicada.

4.1. Planificación del estacionamiento a partir de Decreto 190 de 2004

Inicialmente, se calcula en la Tabla 3 la oferta mínima de estacionamiento en los dos campus considerando la reglamentación actual y de carácter obligatorio relacionada con los RME establecidos para la ciudad de Bogotá. El área por estacionamiento se considera en 28 metros cuadrados lo cual contempla el área necesaria para la circulación vehicular, de maniobra y rampas de acceso.

Tabla 3
Oferta de estacionamiento en campus seleccionados según RME

Parámetro	Universidad de los Andes	Universidad Nacional
A Número de estudiantes	17.123	29.788
B Escala universidad	Metropolitana	Metropolitana
C Ubicación en ZNDE	C	B
D Factor de oferta por ZNDE (RME tomados de Tabla 1)	1 x 100 m ²	1 x 60 m ²
E Área construida (m ²)	163.370	398.316
F Factor área generadora (%)	77,36%	69,59%
G Áreas administrativas (m ²)	11.687	25.633
H Área generadora visitantes (m ²)	126.383	277.194
I Estacionamientos privados = G / D	117	427
J Estacionamientos visitantes = H / D	1.264	4.620
K Estacionamientos totales = I + J	1.381	5.047
L Área necesaria (m ²) = K x 28	38.660	141.319

Fuente: Elaboración propia

Las variables que inciden en la planificación del estacionamiento para este caso son tres: la escala del proyecto que en otras palabras depende del número de estudiantes, el área construida y la ubicación dentro de la ciudad.

La aplicación de la metodología de RME sugiere que se requieren los siguientes cupos o plazas de parqueo:

- Universidad de los Andes: 1.381 cupos.
- Universidad Nacional: 5.047 cupos.

4.2. Planificación del estacionamiento a partir de estudios de rotación

Los estudios de tránsito con los cuales se aprobaron los planes de regularización y manejo de las universidades seleccionadas permiten ver el cálculo de la demanda de estacionamiento en la HMD bajo la misma técnica: el estudio de rotación de placas (Universidad Nacional de Colombia, 2012 y Universidad de los Andes, 2012). En estos estudios la diferencia entre los vehículos que ingresan y salen del estacionamiento en una misma hora, más la ocupación de la hora inmediatamente anterior deja como resultado la ocupación en el período de análisis. El valor máximo de todas las ocupaciones calculadas en cada período resulta ser el valor de diseño. Ver Tabla 4.

Tabla 4

Oferta de estacionamiento en campus seleccionados según estudio de rotación

Parámetro	Universidad de los Andes	Universidad Nacional
A Total ingresos (vehículos)	846	5.468
B Duración de estacionamiento (min)	334	239
C Capacidad del estacionamiento (vehículos)	463	1.600
D Horas de aforo (h)	13	15
E Índice de rotación = C / A	1,83	3,42
F Índice de rotación horaria = E / D	0,14	0,23
G Entrada máxima horaria (veh)	138	684
H Ocupación máxima horaria (veh)	395	1.516
I Fecha del estudio de rotación de placas	17/Nov/2010	14/Mar/2012

Fuente: Elaboración propia

Las variables que inciden en la planificación del estacionamiento para este caso son tres: cantidad de vehículos que llegan al estacionamiento, tiempo de entrada y salida de cada vehículo y capacidad del estacionamiento.

La aplicación de los estudios de rotación o utilización del estacionamiento sugiere que se requieren los siguientes cupos o plazas de parqueo:

- Universidad de los Andes: 395 cupos.
- Universidad Nacional: 1.516 cupos.

4.3. Planificación del estacionamiento a partir de metodología Eno Center for Transportation

La manera de establecer las necesidades de estacionamiento a partir de la metodología propuesta por el ENO se resume en la fórmula algebraica expresada en la ecuación 2 y cada variable es explicada en la Tabla 5 donde se calcula la oferta de estacionamiento para los campus seleccionados discriminando entre estudiantes y personal universitario (entiéndase para este procedimiento los profesores, administrativos y visitantes). Esta fórmula depende de varios factores, del total de personas que visitan la universidad en un día (variable P), del porcentaje de estudiantes y personal administrativo (variable C), del porcentaje de población que utiliza el automóvil como medio de transporte (variable A), del porcentaje de usuarios que llegan en el horario laboral (variable W) y del factor de acumulación de vehículos en el horario pico (variable F).

$$R = \text{Necesidades de espacio de estacionamiento} = P \times C \times W \times F \times A \quad (2)$$

Considerando que según esta metodología se debe adicionar un 10% de estacionamientos adicionales para los visitantes a partir del resultado obtenido para el personal universitario, se requieren los siguientes cupos o plazas de parqueo:

- Universidad de los Andes: $2.736 + 568 + 57 = 3.360$ cupos.
- Universidad Nacional: $1.535 + 1.653 + 165 = 3.353$ cupos.

Las variables que inciden en la planificación del estacionamiento para este caso son la población de estudiantes y administrativos que hacen uso del vehículo particular en un día típico y el factor de acumulación en la hora pico.

Tabla 5

Oferta de estacionamiento en campus seleccionados según metodología ENO

Parámetros estudiantes	Estudiantes		Personal	
	Andes	Nacional	Andes	Nacional
P Población total en el día	17.123	29.788	2.856	4.648
C % de población correspondientes a estudiantes y personal	1,000	1,000	1,000	1,000
W % de la población total que se espera llegue durante el día laborable pico de 07:00 a 16:00 horas	0,849	0,834	0,849	0,834
F Factor de acumulación de vehículos durante la hora pico (%)	0,672	0,672	0,672	0,672
A % de población que llega como conductor	0,280	0,092	0,348	0,635
R Cupos de estacionamiento	2.736	1.535	568	1.653
L Cupos para visitantes = $R \times 10\%$	NA	NA	57	165
Z Cupos totales resultantes = $R + L$	2.736	1.535	625	1.818
D Área necesaria (m ²) = $Z \times 28$	76.608	42.980	15.904	46.284

Fuente: Elaboración propia

4.4. Planificación del estacionamiento a partir de metodología Institute of Transportation Engineers

La manera de establecer las necesidades de estacionamiento a partir de la metodología propuesta por el ITE (2010) se resume en la fórmula algebraica de la Ecuación 3. En la Tabla 6 se calcula la oferta de estacionamiento para los campus seleccionados. Aunque la fórmula se deriva de observaciones en universidades de América del Norte es posible ver su aplicación en otros países por parte de responsables de oficinas de planeación debido a la falta de conocimiento o por falta de datos o por respeto a la producción bibliográfica o por la importante difusión del informe (Shoup, 2005).

$$\text{Vehículos estacionados en la HMD} = 0,22 \times \text{población universitaria} \quad (3)$$

Las variables que inciden en la planificación del estacionamiento para este caso son dos: localización dentro del área urbana o suburbana de la ciudad y población universitaria (total de estudiantes, profesores y administrativos).

Tabla 6

Oferta de estacionamiento en campus seleccionados según metodología ITE

Parámetro	Universidad de los Andes	Universidad Nacional
A Localización	Urbana	Urbana
B Población universitaria	19.979	34.436
C Espacios de estacionamiento por fórmula = $0,22 \times B$	4.395	7.576
D Área necesaria estacionamientos (m ²) = $C \times 28$	123.071	212.126

Fuente: Elaboración propia

La aplicación de la metodología propuesta por el ITE sugiere que se requieren los siguientes cupos o plazas de parqueo:

- Universidad de los Andes: 4.395 cupos.
- Universidad Nacional: 7.576 cupos.

4.5. Planificación del estacionamiento bajo enfoques no tradicionales

En seguida se muestra el procedimiento realizado para efectuar la planificación del estacionamiento teniendo en cuenta aspectos del enfoque relacionado con el nuevo paradigma descrito con anterioridad. Como fue planteado en la metodología del trabajo no se pretende generar un procedimiento único y riguroso, sino examinar cuáles variables pueden ser más representativas del proceso y las estrategias TDM que pueden contribuir con el objetivo de reducir la demanda de estacionamientos en ambos campus universitarios.

Para este fin se conformó una encuesta que se efectuó de manera personal en los estacionamientos de la UN y mediante correo electrónico en la UA destinada exclusivamente a los usuarios del aparcamiento. El método de recolección fue diferente debido principalmente al manejo de información confidencial que solicitó la gerencia del campus de la UA. Lo anterior hizo que el enfoque de muestreo fuera no probabilístico y de muestras dirigidas en los que la elección de los individuos no depende de que todos tengan la misma probabilidad de ser elegidos, sino de la decisión del investigador (Hernández et al., 2010).

En el campus de la UN la encuesta se realizó de manera personal en los principales estacionamientos fuera de vía pero también en algunos estacionamientos en vía. Se trató de cubrir aquellos que son más concurridos y donde existía disponibilidad de registrar a todo tipo de estudiantes, profesores y administrativos. En el campus de la UA la encuesta fue administrada por la gerencia del mismo de manera electrónica a los usuarios registrados en el estacionamiento privado y público del mismo. En total se efectuaron 220 encuestas en la UN y 211 en la UA validadas y depuradas. La distribución de encuestas según variables del usuario se muestra en la Tabla 7.

Similar a lo realizado por Zhou (2012) la encuesta agrupó variables relacionadas con el entorno físico, el usuario, el viaje, la oferta de transporte y las estrategias TDM. Dicha encuesta tenía dos tipos de preguntas: a) unas asociadas a recoger información relacionada con las características del usuario, el viaje, la oferta de transporte y el entorno físico; b) otras requeridas para recoger información relacionada con la disposición a usar las estrategias TDM y cambiar el vehículo como medio de transporte al campus.

Tabla 7
Distribución de encuestados por universidad

Variable	Encuestas UN		Encuestas UA	
Femenino	70	31,8%	76	36,0%
Masculino	150	68,2%	135	64,0%
Subtotal	220	100,0%	211	100%
Estudiantes	124	56,4%	35	16,6%
Administrativos	39	17,7%	97	46,0%
Profesores	57	25,9%	79	37,4%
Subtotal	220	100,0%	211	100,0%
Jóvenes entre 18 y 25 años	80	57,1%	33	15,6%
Adultos entre 25 y 45 años	94	67,1%	111	52,6%
Adultos entre 45 y 60 años	36	25,7%	55	26,1%
Adulto mayor a 60 años	10	7,1%	12	5,7%
Subtotal	140	100,0%	211	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Las estrategias TDM que se consideraron en la encuesta a partir de la revisión de la literatura, las experiencias desarrolladas en otras universidades del mundo, que estuvieran al alcance de la administración del campus y la administración distrital, y considerando una encuesta de fácil aplicación, fueron las siguientes:

- TDM 1: suministrar transporte público exclusivamente a la población universitaria en horas pico con intervalos de 30 minutos, administrado por el campus y que transite por los corredores arteriales de la ciudad.
- TDM 2: cobrar por el estacionamiento una tarifa plana de \$1.000 COP (0,33 USD) por hora (precio muy inferior al promedio del mercado en el área de influencia).
- TDM 3: cobrar por el estacionamiento una tarifa plana de \$3.000 COP (1,00 USD) por hora (precio promedio del mercado en el área de influencia ó \$50 COP minuto).
- TDM 4: promocionar el carpooling (viaje compartido en automóvil) con miembros de la comunidad universitaria y con un incentivo en la reducción de la tarifa del estacionamiento del 50%.
- TDM 5: subsidiar un pasaje diario del transporte público.
- TDM 6: subsidiar dos pasajes diarios del transporte público.
- TDM 7: aumentar o mejorar la oferta del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad hacia el campus, con servicios o rutas que finalicen su recorrido alrededor del campus.
- TDM 8: implementar un sistema de préstamos de bicicletas gratuito para transportarse desde el hogar al campus.
- TDM 9: implementar estacionamientos para bicicletas cubiertos, vigilados y con duchas adecuadas para motivar los viajes a pie y en bicicleta.

Todas las anteriores estrategias TDM fueron evaluadas en el campus de la UN pues resultaban ser escenarios hipotéticos inexistentes para el momento del estudio, es decir, que en esta institución el estacionamiento es completamente gratuito, no hay estrategias de carpooling, tampoco sistema de préstamo de bicicletas, etc. En cambio, en la UA el estacionamiento tiene una tarifa diferenciada para estudiantes, docentes y administrativos, y adicionalmente, se ha avanzado en la promoción del vehículo compartido entre la población universitaria llegando a establecer un portal en internet para implementar dicha medida. Sin embargo, el carpooling planteado por la UA no genera reducción del cobro del estacionamiento. De acuerdo a las características encontradas en cada campus las estrategias TDM 2 y TDM 3 no fueron aplicadas a los usuarios del estacionamiento de la UA.

La disposición de los usuarios a aceptar estas estrategias fue determinada en la encuesta mediante preguntas cerradas en forma de escalas para medir actitudes. Es claro que las actitudes son indicadores de conducta, pero no conducta en sí, ya que se interpretan como síntomas o semillas que bajo ciertas condiciones pueden convertirse en comportamientos (Hernández et al, 2010). Por tanto, la intención o disposición manifestada a aceptar cambios en el medio de transporte hacia y desde el campus se hizo mediante una escala tipo Likert en siete categorías como se muestra en la Figura 2.

<p>Considere la siguiente situación. La universidad ofrece servicios de transporte destinados exclusivamente para la población universitaria por los principales corredores viales de la ciudad durante 3 horas pico en la mañana y 3 horas pico en la tarde, con vehículos que pasan cada media hora, ¿usted estaría dispuesto a cambiar su medio de transporte actual al campus?</p>								
Nada dispuesto	1	2	3	4	5	6	7	Muy dispuesto

Figura 2. Ejemplo escenario de evaluación de estrategias TDM en encuesta aplicada. Fuente: Elaboración propia

Las respuestas que estaban entre 1 y 2 fueron tomadas en un rango de “Nada dispuesto”, las que estaban entre 3, 4 y 5 en un rango de “Indeciso o indiferente” y las que estaban entre 6 y 7 como “Muy dispuesto”.

Una vez depurada la encuesta se establecieron relaciones primarias para las variables más importantes de análisis asociadas al usuario, que se encontraron importantes en otras universidades de acuerdo a la literatura revisada como género, edad y tipo de población universitaria (Zhou, 2012; Barata et al, 2011; Delmelle Eric y Delmelle Elizabeth, 2012) en relación con la aceptación a usar las estrategias TDM.

Para identificar la relación entre las variables primarias definidas y el impacto de las TDM en la planificación del estacionamiento, el estudio se basó en el análisis multivariado. La intención de aceptación de estrategias TDM y el cambio modal de viaje hacia y desde el campus en cada universidad, se midió usando la técnica estadística denominada análisis de correspondencias múltiple (ACM) que hace parte de los métodos de interdependencia los cuales “buscan el cómo y el por qué se relacionan o asocian un conjunto de variables” (Díaz y Morales, 2011, p. 16). Ésta resulta muy adecuada cuando las variables son de tipo categóricas y cuando se quieren relacionar más de dos variables. Para la organización de datos y generación de los análisis de correspondencias se utilizó el software IBM SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences).

Un tipo de análisis de información recolectada en filas y columnas es posible precisamente a través del análisis de correspondencias. Según Lebart et al (1984) citados por Díaz y Morales (2011, p. 438) esta técnica “puede ser vista como el procedimiento que encuentra la mejor representación para dos conjuntos de datos, los dispuestos en filas, o en las columnas de la respectiva matriz de datos”.

En esta técnica las filas se consideran como individuos o grupos humanos y las columnas son las respuestas a cada una de las estrategias TDM conformando tablas de contingencia que pueden ser representadas a través de gráficos en donde se ubican coordenadas en ejes denominados “dimensiones” que explican la asociación entre las filas y las columnas (medida mediante un coeficiente ji-cuadrado). Algunas de las reglas de interpretación de estos gráficos o mapas perceptuales según Díaz y Morales (2011) son:

- Las modalidades con participación baja aparecen más alejadas del origen que las modalidades de mayor frecuencia.
- La proximidad entre modalidades de variables diferentes significan asociación.
- La proximidad entre modalidades de una misma variable significan semejanza.

El ACM elaborado entre la variable género y las respuestas a todas las estrategias TDM indica que en la UN existe una ligera mayor disposición por parte del género masculino a aceptar un cambio modal desde el vehículo particular a medios activos (por eso en la Figura 3 se puede ver mayor cercanía entre el punto que representa este género y la nube de puntos asociada a “estar dispuesto”). El mismo análisis en la UA indica en cambio que existe una mayor disposición por parte de las mujeres a aceptar un cambio modal desde el vehículo particular a medios activos. En términos comparativos, tanto los hombres como las mujeres pertenecientes a la UN presentan una mayor aceptación de las estrategias TDM planteadas con respecto a los hombres y las mujeres de la UA.

El ACM elaborado entre la variable edad y las respuestas a todas las estrategias TDM indica que en la UN son los jóvenes de 18 a 25 años quienes presentan mayor disposición al cambio y los adultos mayores de 45 no tienen intenciones de aceptar este tipo de iniciativas (por eso esta categoría se ubica junto de la nube de puntos asociada a “estar poco dispuesto” en la Figura 4). El mismo análisis en la UA indica que los adultos entre 25 y 45 años son los más dispuestos al cambio modal y que los jóvenes presentan indecisión e indiferencia con las estrategias TDM. Los jóvenes de la UN presentan una mayor disposición al cambio en comparación con los jóvenes de la UA.

El ACM elaborado entre la variable tipo de población universitaria y las respuestas a todas las estrategias TDM indica que en la UA son los administrativos quienes están más dispuestos al cambio modal (por eso dicha categoría se ubica junto a la nube de puntos asociada a “estar dispuesto” en la Figura 5). El mismo análisis en la UN indica que son los estudiantes de pregrado quienes presentan mayor disposición al cambio, pero esta vez equiparados o con semejanza a los estudiantes de posgrado. Los estudiantes de pregrado de la UN presentan una mayor disposición al cambio en comparación con los estudiantes de pregrado de la UA.

La efectividad resultante de las estrategias TDM en la UA y en la UN indica que la propuesta n°1 (suministrar transporte público exclusivamente a la población universitaria en horas pico con intervalos de 30 minutos, administrado por el campus y que transite por los corredores principales arteriales de la ciudad) y la n°4 (promocionar el carpooling entre la población universitaria con un subvención en la tarifa del 50%) son las más determinantes para generar un cambio modal del automóvil hacia maneras alternativas de transporte. Ambas propuestas llegan a un 50% de aceptación o intención manifestada por parte de los encuestados en ambos campus, que puede traducirse bajo ciertas condiciones en un 50% de disminución de necesidades de estacionamiento. En la UA no existen propuestas TDM adicionales que generen por lo menos un 40% de efectividad, en cambio, en la UN se encuentra que las estrategias TDM n°6 (subsidiar dos pasajes diarios del transporte público), y n°7 (aumentar o mejorar la oferta del Sistema Integrado de Transporte Público SITP de la ciudad hacia el campus, con rutas que finalicen su recorrido en las inmediaciones del campus) alcanzan porcentajes moderados de aceptación por encima del 40%. Ver Figura 6.

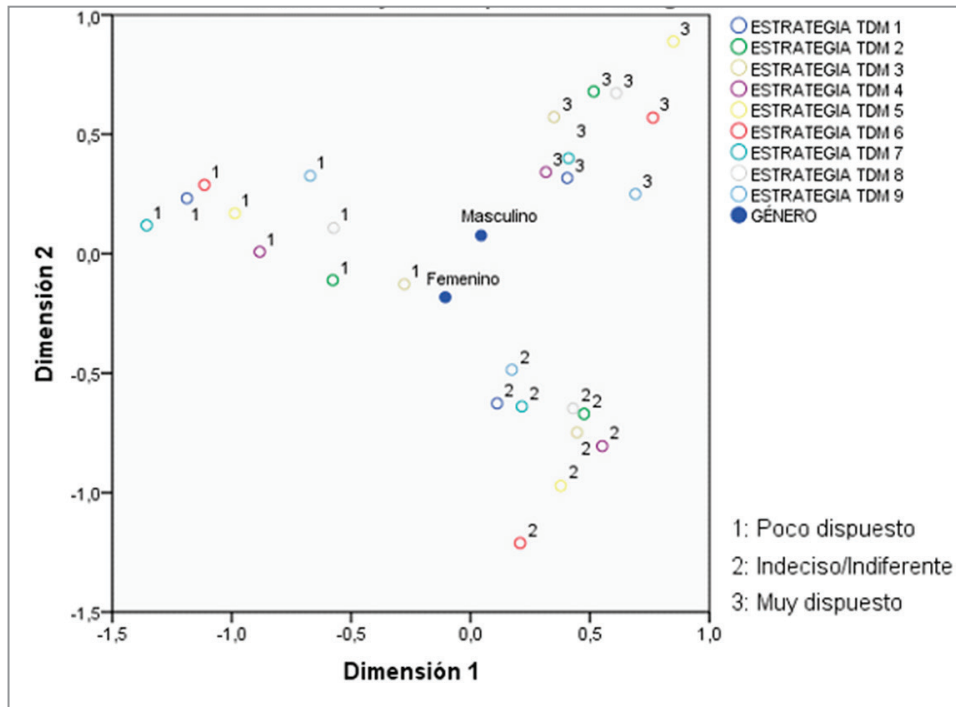


Figura 3. Respuesta al cambio modal según variable primaria género UN. Fuente: Elaboración propia

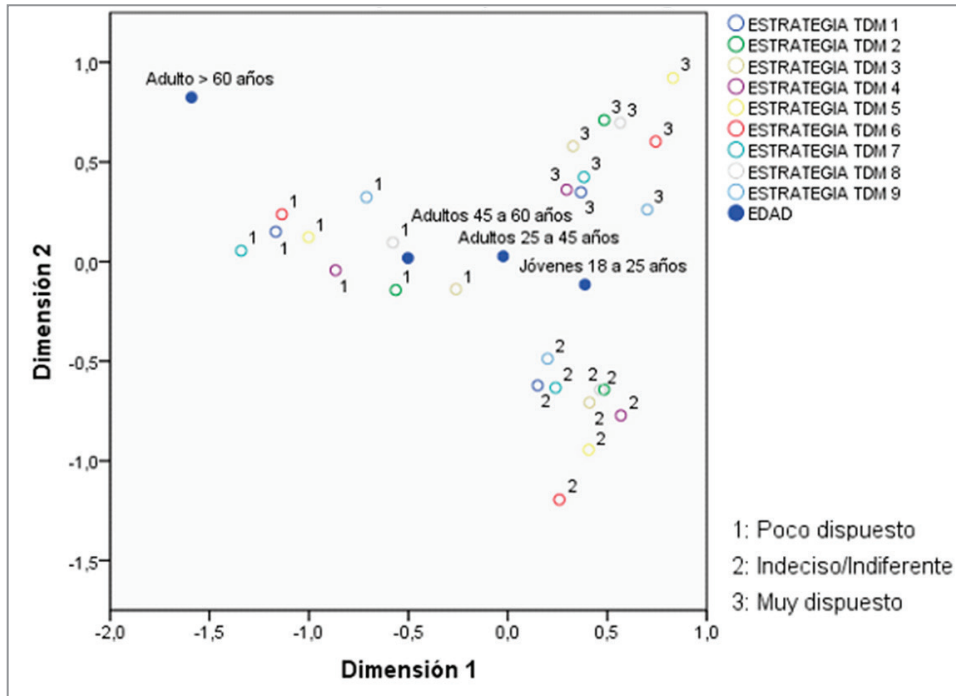


Figura 4. Respuesta al cambio modal según variable primaria edad UN. Fuente: Elaboración propia.

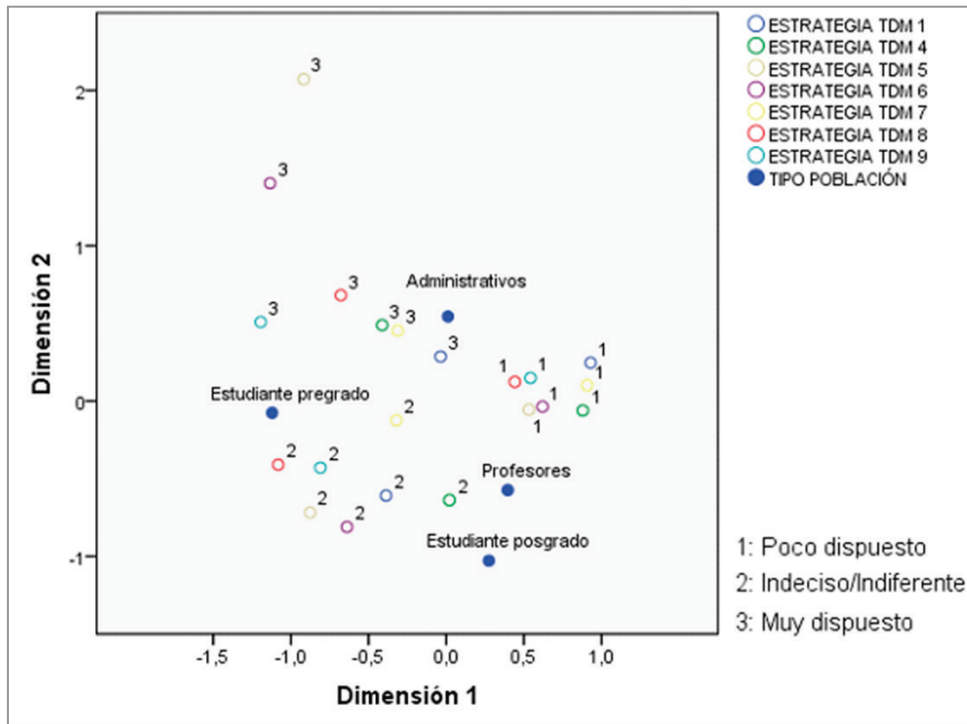


Figura 5. Respuesta al cambio modal según variable primaria tipo población UA. Fuente: Elaboración propia

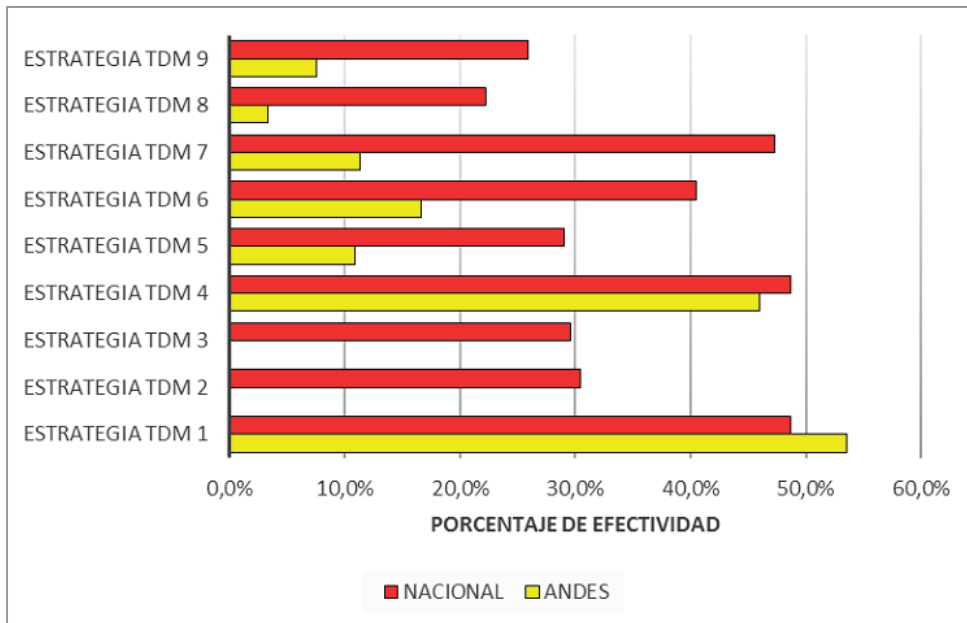


Figura 6. Efectividad estrategias TDM en campus seleccionados. Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

Los distintos métodos aplicados para planificar el estacionamiento en el marco de los enfoques tradicionales resultaron en una exigencia diversa de cupos pero que siempre generó excedentes o sobreofertas en comparación con el valor pico de demanda registrado en el estudio de rotación de placas. La sobreoferta para la UA resultó entre un 350% y 1.113%, mientras que para la UN se ubicó entre 221% y 500%. Suponiendo estacionamiento superficial se obtienen necesidades de áreas entre el 39% y 124% con referencia a la extensión del campus de la UA, y del 7% al 17% con referencia a la extensión del campus de la UN. Ver Tabla 8.

Tabla 8

Cupos y sobreoferta en campus seleccionados metodologías tradicionales

Metodología	Andes				Nacional			
	Cupos	Sobre oferta	Área necesaria (m2)	Porcentaje área campus	Cupos	Sobre Oferta	Área necesaria (m2)	Porcentaje área campus
Decreto 190 de 2004 (RME)	1.381	350%	38.668	39%	5.047	333%	141.316	11%
ENO	3.361	851%	94.080	95%	3.353	221%	93.884	7%
ITE	4.395	1.113%	123.060	124%	7.576	500%	212.128	17%
Ocupación pico observada (rotación de placas)	395	NA	11.060	11%	1.516	NA	42.448	3%

Fuente: Elaboración propia

La sobreoferta se calculó con base en la hora de mayor ocupación del estacionamiento en un día hábil, lo cual implica que el excedente de oferta es superior para las demás horas del día debido a que el número de espacios vacíos disponibles aumenta en esos períodos. Esto también sucede porque en estos estacionamientos no se explora la posibilidad de implementar estacionamiento compartido para diversos usos de suelo. Las variables de análisis en el caso de las metodologías tradicionales responden principalmente a la infraestructura, la oferta de espacio disponible y el tránsito vehicular.

Por su parte, la encuesta elaborada a los usuarios de los estacionamientos de ambos campus seleccionados permitió identificar que existen relaciones entre las variables asociadas al usuario como el género, la edad, el tipo de población universitaria, y la decisión modal de viaje hacia el campus. También, que la implementación de estrategias TDM puede contribuir de manera significativa en reducir la demanda de estacionamiento y en generar un cambio modal desde el automóvil hacia medios alternativos en estas universidades.

Los análisis de correspondencias permitieron identificar que las estrategias TDM no son efectivas para toda la población universitaria. Son los jóvenes menores a 25 años y los estudiantes quienes de manera general presentan una mayor disposición al uso de estas estrategias alternativas, mientras que serán poco efectivas en profesores y adultos mayores. Esto es importante pues permite identificar aspectos que harán más rentable la adopción de medidas TMD en estos campus considerando que la mayor parte de su población corresponde a grupos jóvenes y estudiantes.

Atención especial merecen los RME, pues a partir de los resultados se puede entender que el área construida no es necesariamente la variable más representativa para explicar la demanda de aparcamiento. De hecho, los RME en los casos estudiados aumentan significativamente las necesidades de estacionamiento e incentivan de manera exacerbada el uso del automóvil.

Estos RME no son una forma exclusiva de planeación en Bogotá, otras ciudades de América Latina como Santiago de Chile, Buenos Aires y Ciudad de México establecen actualmente en sus códigos urbanos o de construcción, planes reguladores o planes de ordenamiento urbano, requisitos mínimos de estacionamiento para universidades y en general para los demás usos asociados al área construida, al número de estudiantes o de aulas (Municipalidad de Santiago, 2015; Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2000; Asamblea de Representantes del Distrito Federal, 1993).

Cuando se planea con RME se están considerando algunas premisas falsas del estacionamiento, como por ejemplo, que es un servicio público, debe crecer en la misma medida que crece la tasa de motorización, es mejor una zona con mayores cantidades de cajones que otra con menos, no existe relación entre el estacionamiento, el transporte público y la gestión de la demanda, no existe relación entre los espacios requeridos por uso y la hora de máxima demanda (es decir, no existen posibilidades de establecer estacionamiento compartido), y, los cajones solucionan los problemas de congestión.

Los resultados de esta investigación sugieren estrategias o iniciativas interesantes que ya han venido aplicándose en algunas ciudades europeas y asiáticas como la eliminación de RME en zonas céntricas, implementación de requisitos máximos de estacionamiento en vez de mínimos, limitación o congelamiento de cupos en ciertas zonas o reducciones de oferta basadas en la cercanía del transporte público (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2014).

De igual manera, la investigación sugiere que planear la oferta de estacionamiento no debe restringirse únicamente a los estudios de rotación de placas sino que debe incluir una visión más integral asociada a las estrategias de movilidad que pueda ofrecer cada universidad y teniendo en cuenta las posibilidades que permite la gestión de la demanda de transporte.

Lo anterior implica que la planificación del estacionamiento debe ser entendida como una parte no aislada del sistema de transporte, que bajo una visión holística se interrelaciona con los demás componentes de la movilidad en donde tienen importancia variables propias del usuario, los medios de transporte disponibles y el precio del aparcamiento como elementos fundamentales en la regulación de la relación oferta - demanda.

Por último, la investigación permitió identificar deficiencias de tipo estructural en la forma convencional de planificar el estacionamiento y que existen posibilidades por explorar para ajustar dicha planeación en las políticas de movilidad sostenible que predicen las ciudades contemporáneas.

REFERENCIAS

Alcalde Mayor de Bogotá (2004) Decreto 190 de 2004. Bogotá.

Aoun, A., Abou-Zeid, M., Kaysi, I. y Myntti, C. (2013) Reducing parking demand and traffic congestion at the American University of Beirut. *Transport Policy*, 25, 52-60.

Asamblea de Representantes del Distrito Federal (1993) Reglamento de construcciones para el Distrito Federal. Ciudad de México.

Barata, E., Cruz, L. y Ferreira, J.P. (2011) Parking at the UC campus: *Problems and solutions*. *Cities*, 23, 406-413.

Cámara de Comercio de Bogotá y Universidad de los Andes (2014) Reporte anual de movilidad 2013. Bogotá, D.C.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2000, Agosto) Ley N° 449 B.O.C.B.A. N° 1044. Código de planeamiento urbano. Buenos Aires.

Consejo Nacional de Política Económica y Social (2010) Conpes 3677. Conpes de movilidad integral para la región Bogotá. Cundinamarca. Bogotá.

- Delmelle, E.M. y Delmelle, E.C. (2012) Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment. *Transport Policy*, 21, 1-9.
- Díaz Monroy, L.G. y Morales Rivera, M.A. (2011) Estadística multivariada: inferencia y métodos. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Environmental Protection Agency (2006) Parking spaces / Community Places. Finding the balance through smart growth solutions. Washington.
- Fundación Universitaria Panamericana (2010) Estudio de tránsito para la ampliación de sedes. Plan de Regularización y Manejo Fundación Universitaria Panamericana. Bogotá, D.C.
- Guo, L., Huang, S. y Sadek, A.W. (2013) A novel agent-based transportation model of a university campus with application to quantifying the environmental cost of parking search. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 50, 86-104.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M.D. (2010) Metodología de la investigación (Quinta ed.). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Institute of Transportation Engineers (1985) Parking Generation (Primera ed.). Washington D.C.
- Institute of Transportation Engineers (2010) Parking Generation (Cuarta ed.). Washington D.C.
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México (2014) Menos cajones, más ciudad. El estacionamiento en la ciudad de México. Ciudad de México.
- Lebart, L., Morineau, A. y Warwick, K.M. (1984) Multivariate Descriptive Statistical Analysis, John Wiley and Sons, New York.
- Litman, T. A. (2011) Parking Management. Strategies, Evaluation and Planning. Victoria, Canadá: Victoria Transport Policy Institute.
- Moeinaddini, M., Asadi-Shekaria, Z., Ismailb, C.R. y Zaly Shaha, M. (2012) A practical method for evaluating parking area level of service. *Land Use Policy*, 23, 1-10.
- Mogren, E. y Smith, W. (1952) Zoning and Traffic. Saugatuck: Eno Foundation.
- Monroe County Department of Planning and Development (2007) Statistical analyses of parking by land use. Rochester, New York.
- Municipalidad de Santiago (2015) Ordenanza local. Plan regulador comunal. Santiago de Chile.
- Pineda, M. y Abadía, X. (2011) Criterios de movilidad. El estacionamiento urbano en superficie. Orientaciones para la definición de políticas locales de movilidad. Barcelona, España: Fundación RACC.
- Pontificia Universidad Javeriana (2013) Estudio de tránsito. Plan de Regularización y Manejo Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C.
- Shannon, T., Giles-Corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T. y Bull, F. (2006) Active commuting in a university setting: Assessing commuting habits and potential for modal change. *Transport Policy*, 13, 240-253.
- Shoup, D. (2005) The high cost of free parking. Chicago IL: American Planning Association.
- Universidad de La Salle (2010) Estudio de tránsito. Plan de Regularización y Manejo de la Universidad de La Salle. Bogotá, D.C.
- Universidad de los Andes (2008) Estudio de tránsito edificio de estacionamientos Centro Deportivo Universidad de los Andes. Bogotá, D.C.
- Universidad de los Andes (2012) Estudio de tránsito. Plan de regularización y manejo Universidad de los Andes. Bogotá.
- Universidad Nacional de Colombia (2012) Aforos vehiculares y peatonales en el campus por Planeación de Sede. Bogotá.
- Urban Land Institute (1983) Shared parking. Washington D.C.: The Urban Land Institute.

Weant, R. A. y Levinson, H. S. (1990) *Parking*. Washington D.C.: Eno Foundation for Transportation.

Weinberger, R., Kaehny, J. y Rufo, M. (2012) *Políticas Estadounidenses de Estacionamiento: una visión general de las estrategias de gestión*. New York, NY: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo.

Whitlock, E. M. (1982) *Parking for institutions and special events*. Connecticut: Eno Foundation for Transportation.

Zhou, J. (2012) Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students. *Transportation Research Part A*, 46, 1013-1029.