

**TESIS DOCTORAL**

**INSTRUMENTOS Y METODOLOGÍA DE PLANES DE  
MOVILIDAD Y TRANSPORTE EN LAS CIUDADES MEDIAS  
COLOMBIANAS**

**AUTOR**

**Ing. Diego Alexander Escobar García**

**DIRECTOR**

**Dr. Manuel Herce Vallejo**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA**

**DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURAS DEL TRANSPORTE Y  
DEL TERRITORIO**

**PROGRAMA DE DOCTORADO**

**“GESTIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS DEL  
TRANSPORTE”**

**Con el apoyo de Programa ALBAN “Programa de Becas de Alto  
Nivel de la Unión Europea para América Latina”**

**BARCELONA, FEBRERO DE 2.008**

## **10. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE TESIS**



## 1. Sobre el desarrollo urbano y de la movilidad en las ciudades medias colombianas

A pesar de la fuerte influencia del modelo hispánico, que aún es reconocible en nuestras ciudades, el crecimiento de las ciudades en el último siglo ha desbordado la capacidad organizativa de aquellas tramas, extendiéndose sobre un sistema viario de carreteras, accesos y ejes de conexión. Ciudades que se caracterizan por la existencia de un centro congestionado, en torno al antiguo centro colonial, y multiplicidad de barrios de ensanche, ciudades jardín, tejidos de autoconstrucción, centros y periferias que se intercalan en unos conglomerados urbanos que caracterizados por su precaria articulación y la producción de importantes disfunciones entre la estructura urbana y los sistemas de transporte ofrecidos.

Es de aceptar que los planteamientos de modelos organizativos de ciudad en Colombia, han sido pocos y precarios. Teniendo que los únicos modelos con perspectivas de transformar las ciudades, pueden ser los llamados Planes Reguladores, pero, de hecho, pocas veces han servido para algo más que justificar actuaciones sectoriales, centradas en la construcción o la transformación de sólo una parte de la ciudad, como el caso emblemático de las propuestas de ciudad satélite en Bogotá, ó el Barrio El Prado en Barranquilla.

En realidad, el fuerte crecimiento urbano de las ciudades colombianas está marcado por pautas de extensión en mancha de aceite a lo largo de ejes viarios, con características de discontinuidad espacial, mezcla de densidades y una fuerte estratificación social en cuanto a localización en el territorio se refiere.

Se ha mostrado como el establecimiento de los sistemas de transporte (desde las primeras líneas de tranvía, hasta los actuales SITM), junto con sus constantes desarrollos tecnológicos, han jugado un importante papel en la expansión de las áreas urbanas; no obstante, no existe en Colombia una propuesta de planificación que de verdad conjugue y tenga en cuenta la interrelación expansión urbana - sistemas de transporte, con el fin de obtenerse el desarrollo y configuración deseados para las ciudades.

Los diferentes planes y proyectos que han abordado los temas de transporte y de expansión de las ciudades en Colombia, muestran una clara desarticulación entre estas dos áreas de análisis, teniendo que solamente es en la etapa de diagnóstico en la que se puede observar una conjugación de las variables tanto de desarrollo como de transporte, pero ello es sólo consecuencia de la necesidad de disponer de las características de la red viaria básica y de usos del suelo, como insumo para el análisis de los sistemas de transporte y el análisis del desarrollo urbano, respectivamente.

Tal y como se ha mostrado en el capítulo 2 de esta tesis, esta discordancia entre modelo de desarrollo urbano y modelo organizativos de los sistemas de transporte, no ha hecho sino incrementar las disfuncionalidades en lo que a movilidad urbana de las personas y mercancías se refiere, lo que se traduce en términos de congestión, contaminación, ruido, inseguridad social, elevados costes operacionales, etc.

Discontinuidad espacial, segregación de usos y de clases y extensión en baja densidad en las periferias, son un conjunto de variables que solo podrían tener un resultado: incremento de la necesidad de desplazamiento motorizado-incremento de los tiempos de viaje. Resultado que es común a todas las metrópolis del mundo pero que en Colombia presenta algunas características diferenciales.

Así, y aunque la motorización (o, mas precisamente, la tasa de posesión de vehículos privados) se ha duplicado en poco más de una década, no ha sido proporcionalmente reflejado en la proporción del uso del vehículo privado en la movilidad urbana en ese periodo. Los porcentajes de utilización del vehículo público solo han caído ligeramente; y las cifras referenciadas en los capítulos 2 y 6, aun siendo muy dispersas según la fuente o ciudad de que se trate, dan porcentajes de uso actual del vehículo privado entre el 27 y 34 % de los viajes motorizados, lo que viene a ser de entre el 17 y el 22 % del total de desplazamientos urbanos; cifras que, incluso en Bogotá, suponen un máximo de cambio modal a favor de transporte privado del 5 % de los viajes motorizados, que es un 3% sobre el total de desplazamientos.

Por el contrario, el transporte colectivo urbano, aun y habiendo perdido una ligera cuota, ha sufrido un doble fenómeno: incremento de las flotas, con clara disminución de la ocupación media de los autobuses (como se ha puesto de relieve para las ciudades analizadas, dando el caso máximo Ibagué, en donde se ha pasado en una década de 340 pasajeros movilizados al día por vehículo a 192 pasajeros por vehículo) y incremento de la cuota, dentro de ese tipo de transporte, de los vehículos tipo buseta y microbús.

En consecuencia, se está pues ante una expresión de la movilidad donde el gran incremento de la motorización ha tenido efecto sobre la organización de la movilidad, pero mucho menor (en términos relativos) del que se deduciría del incremento del parque; el viaje a pié, con la dificultad de medición que contienen las estadísticas analizadas, mantiene una alta cuota en la distribución modal (de entre el 30 y el 36%) y el transporte colectivo (que soporta mas de dos terceras partes de la movilidad motorizada) presenta síntomas crecientes de

disfuncionalidad: incremento de rutas y flotas, decremento de ocupación, sustitución por vehículos de menor tamaño, frecuentemente no regulados.

## 2. Sobre la forma de desarrollo urbano y el soporte infraestructural

El análisis particularizado del desarrollo urbano de Manizales y de Popayán, realizado en el capítulo 7, confirma la hipótesis de partida de que ha sido la ampliación viaria de la ciudad, construida con la permanente recurrencia la resolución de problemas de transporte (como se ha mostrado en el capítulo 5), el soporte del estallido urbano. Una ciudad como Manizales que ha pasado de 250.000 habitantes a 375.000 en los últimos veinte años, duplicando la superficie ocupada por la ciudad, y sobre el soporte de una extensión de su red viaria básica del 122%; o análogas cifras deducidas del estudio de la ciudad de Popayán.

No era el objeto principal de esta Tesis el medir esa relación entre crecimiento de la red viaria y conformación de ciudad; por eso se ha limitado la aplicación de soporte a los dos municipios citados. Lo que si se ha querido es cotejar la premisa básica de partida de la Tesis, de que son las infraestructuras de transporte las que estructuran el espacio, creando expectativas de localización de actividades e influyendo sobre su tipo a través de la formación del precio del suelo. Premisa en la que se apoya la constatación final de lo erróneo de los planes de transporte que han tomado las actividades como algo fijo (predeterminado por los planes reguladores de las ciudades) tratando de ajustar que infraestructuras harían eficiente aquel modelo de organización de actividades.

Si que se ha aprovechado este análisis de relación entre crecimiento urbano y cambios topológicos de la red viaria, para aplicar a Manizales un análisis de accesibilidades y correlación con los cambios del uso del suelo (que se ha desarrollado en los capítulos 7 y 9, en uno como constatación y en otro como instrumento de planificación de futuro).

Es curioso comprobar como en ciudades monocéntricas, como Manizales, no son en la actualidad sus centros tradicionales los que gozan de los mayores niveles de accesibilidad, debido no a la topología de una red en general confluyente sino a la velocidad alcanzable en los diferentes arcos o tramos del sistema. Es una conclusión aparentemente obvia, pero no tenida en cuenta suficientemente en la planificación urbanística y del transporte.

Es también una constatación relevante el hecho de comprobar como la construcción de nuevas infraestructuras básicas viarias se ha reflejado en una mayor accesibilidad de ciertos territorios, ocupados por actividades productivas y por tejido residencial de estratos medios y

altos, pero como a su vez, la existencia (o posterior producción) de una red capilar de infraestructuras de barrio ha permitido el desarrollo de un gran extensión suburbial de baja densidad y de estrato social pobre, que adopta como centro el punto de contacto con la red básica (normalmente asociado a paradas de autobús)

En el análisis de crecimiento de la red y cambios globales de accesibilidad se ha observado que ciertas zonas de la ciudad han perdido accesibilidad relativa (es decir accesibilidad de todos a todos los nodos del sistema), generalizándose esa pérdida en zonas como el sector occidente de la ciudad de Manizales y a lo largo del tradicional eje vial, Av. Santander, encontrando sitios especiales en los cuales las pérdidas de accesibilidad fueron superiores a 1 min., como el sector de la Estación Uribe, el sector de Morrogacho y el Sector de las Américas, sectores que no por casualidad han visto disminuir su calidad ambiental y del tejido edificado.

Sin tener en cuenta esta correlación, todos, o casi todos, los Planes de Transporte analizados concluyen con un listado de actuaciones viarias a realizar, que (como se ha mostrado en los capítulos 5 y 6) pocas veces tienen a ver con el diagnóstico efectuado en esos planes; listado que se va repitiendo en planes sucesivos y en el que predominan obras de extensión viaria, nuevos accesos y circunvalaciones.

Se ha puesto de relieve el bajo grado de realización de esos programas, sobre todo en relación al crecimiento urbano y de la motorización, pero es curioso comprobar como las realizaciones más frecuentemente pospuestas han sido las de reforzamiento de mallas (las de creación de itinerarios alternativos), las de transformación de sus centros, y por el contrario han primado la extensión de accesos, alguna variante y el reforzamiento de aquellos ejes: obras todas al servicio de la expansión urbana pero que en el caso Colombia añade el agravante de ser allí donde se concentrará el enorme incremento de rutas de TPCU, todas confluentes o pasantes por el centro.

Redes viarias que no están pensadas para la movilidad y menos en diferentes modalidades: recorridos peatonales que devienen imposibles por su longitud, sistemas de transporte colectivo que pretenden unir, cada línea por su cuenta, los orígenes y destinos más importantes, con lo que se concentran en las mismas rutas olvidando el resto de la ciudad, y sectores de ciudad desconectados que confían a otros tipos de vehículos el acceso a l sistema de buses, pero que ante la dificultad o poca fiabilidad del intercambio optan por llegar, a su vez, hasta el centro.

Sin embargo, es posible encontrar alternativas coherentes que busquen servir al derecho de la movilidad de las personas y apaciguar el tráfico urbano; frente a la pérdida progresiva de calidad de vida urbana, se debe incidir en la disminución y corrección, o como mínimo, mitigación de las disfuncionalidades mencionadas; lo que pasa por disminuir el ritmo de producción de la migración hacia la periferia de la ciudad y la decadencia paulatina de centros antiguamente brillantes, con el consecuente afloramiento de lugares tal vez poco especializados que requieran de servicios posteriores altamente complejos.

Es claro que una de las principales preocupaciones de la planificación urbana y de sus infraestructuras ha de ser el garantizar que se cubran las necesidades de los habitantes respecto a su movilización, en entornos urbanos donde los altos índices de motorización y de congestión son predominantes; es así como ayudar a la toma de decisiones para una adecuada oferta de Transporte Público Colectivo Urbano y su promoción con el fin de hacer cada vez más atractivo el uso de éste por parte de la comunidad.

Los estudios tomados como referencia (capítulo 8) y el ensayo de aplicación a Manizales que luego se comenta, han mostrado las posibilidades de enfoques alternativos de planificación de la movilidad urbana, que era el objeto final de la Tesis.

### **3. Sobre la predominancia de enfoques de demanda en la planificación del transporte en Colombia: características de los métodos aplicados.**

Tal y como se había enunciado como hipótesis, los Planes de Transporte formulados desde hace más de dos décadas para las ciudades colombianas han sido mera importación de metodologías de demanda, a menudo adaptadas a la planificación de ciudades del país desde estancias universitarias propias, cuando no desarrolladas directamente por consultoras extranjeras.

De estas tareas se deduce una vertiente positiva, la del incremento del nivel técnico de conocimiento y de la creación de herramientas de planificación y de toma de decisiones: pero también tiene una vertiente negativa que se concentra en la falta de un análisis crítico sobre la utilidad, posibilidades de implementación y consecuencias de la aplicación del instrumental adaptado.

Cabe distinguir tres etapas en la consolidación de este tipo de enfoque: la primera corresponde a modelos elementales de desarrollo propio (mostrados en el capítulo 5), que en general establecían formulas factoriales para calcular matrices de viajes interzonales de

futuro sobre la base de encuestas de movilidad, y ajustaban modelos de asignación de rutas de transporte privado o público (modelos METRAP de la Universidad Nacional, aplicado a Manizales, y variantes como el DISRUT o las formulaciones matriciales de Ibagué o del Plan Vial de Armenia-MOSRUT); constituyen simplificaciones de los paquetes computacionales denominados ESTRUS y desarrollados para América Latina a mediados de la década de los 80 en Chile.

La segunda etapa se caracteriza por el intento de aplicación de paquetes completos de modelización, que incluyan los cuatro pasos de generación, distribución zonal, distribución modal y asignación, más en línea de la generalización del TrasCad-Trip, y bajo la influencia de trabajos de consultoras externas como JICA, Transconsult, Ineco, etc. Aunque hay que destacar que la aplicación de esos programas a las ciudades analizadas ha sido casi siempre a través de adaptaciones de entidades universitarias nacionales (no así en el caso de las grandes ciudades Bogotá, Barranquilla y Cartagena).

La tercera etapa se consolida a través del documento CONPES establecido a finales de los años noventa por el Gobierno de la Nación, por el que se presta ayuda técnica y financiera a las ciudades que pretendan racionalizar el transporte público, y en desarrollo del cual se han aplicado todos los programas analizados en el capítulo 3 de esta Tesis.

Esta tercera etapa puede ser vista como de transición hacia un nuevo enfoque de la movilidad urbana, en la medida en que se fija en las mejoras en la oferta del transporte público y no considera a éste como un subproducto del modelo de distribución modal convencional. Así, establece como herramientas prioritarias, para ciudades de menos de 600.000 hab., la creación de carriles exclusivos, el ajuste de la señalización y semaforización para ello, la localización y operación de paraderos, la adecuación de flotas, etc.

Sin embargo, las metodologías desarrolladas en diferentes instituciones universitarias para ese fin continúan ancladas en los modelos de demanda, que parte de encuestas origen-destino, ajusta diferentes matrices de generación según motivos, extrapola al futuro una distribución modal basada en la tasa de motorización y asigna rutas de transporte colectivo con un algoritmo racional de combinación tiempo-coste de pasaje.

Más allá de que el hecho de esta nueva preocupación permita detectar una nueva sensibilidad respecto al transporte urbano y la movilidad de las personas, cabe destacar que este tipo de enfoques no es consciente del papel que la cobertura y frecuencia del TPCU tiene en la propia asignación modal, y que, en última instancia, ésta no es un dato fijo del

problema sino, en última instancia, el verdadero objetivo; es decir, todas las políticas a adoptar han de tener por finalidad afectar eficazmente a la distribución modal.

En suma, puede concluirse que han primado enfoques tecnocráticos, apoyados por las metodologías de los técnicos del BID y del World Bank, y adoptados por sectores universitarios a veces más preocupados por la certeza matemática que por la incertidumbre social, sobre el conocimiento de la realidad de la movilidad y el desarrollo urbano en nuestras ciudades, como ha quedado claramente explicitado en el largo análisis contenido en los capítulos 4, 5 y 6 de la Tesis. Actitud que explica también los cambios de metodología caprichosos, como los señalados por Cárdenas para Cali, y que dificulta la adopción de una línea de retroalimentación entre planes. Consecuencias y producción de información que son la base de todo proceso continuado de planificación.

Hay que dejar constancia, no obstante, de que otro tipo de instrumentos, ligados a la simulación en tiempo real de la circulación y basados en la teoría de colas, comienzan a aplicarse con finalidades sectoriales, como ha sido el caso de los modelos TRANSYT del área central de Armenia y del SYNCHRO aplicado al Plan de tránsito de esta ciudad del 2006, y que se ha comentado en el apartado 5.4 de esta Tesis

#### **4. Sobre las dificultades metodológicas y subsiguientes simplificaciones de esas aplicaciones.**

Es indudable que los modelos de planificación de transporte con enfoque de demanda han tenido aportaciones importantes en lo que se refiere al conocer la forma en la cual se presenta la movilidad sobre un territorio en algún determinado momento y sus cambios o evolución a lo largo de un período de tiempo, así como que han producido válidos instrumentos metodológicos desarrollados para ellos.

Pero, a pesar de ello, en el capítulo 4 se han puesto de relieve las muchas indeterminaciones que presentan varios de sus pasos de aplicación, indeterminaciones que son propias de todas las investigaciones en ciencias sociales que parten del conocimiento empírico y de los ajustes estadísticos. Estas indeterminaciones obligan a aproximaciones y ajustes en los que descansa muchas veces el nivel de confianza de los resultados; y, por ello, obliga a ser muy rigurosos en el análisis de esos pasos o cadenas de enlace entre las diferentes modelizaciones de un paquete de transporte.

Tal y como se ha puesto de relieve en el capítulo 5 y 6, muchos de los errores o simplificaciones no justificadas que están presentes en ese tipo de análisis se han encontrado en los estudios analizados. En primer lugar se han encontrado zonificaciones de base para la referenciación de encuestas que no se corresponden con divisiones administrativas (a pesar de la recomendación ministerial de referirse siempre a zonas DANE) que puedan permitir el cotejo de datos estadísticos y, sobre todo, su evolución en el tiempo; como se ha mostrado para los sucesivos estudios entre 1991 y 1998 realizados en Manizales y puestos de relieve en la cita de Ortúzar que se contiene en el capítulo 6.1, o para Ibagué donde los límites de zonas se corresponden con ejes viarios básicos, provocando asignaciones equívocas de viajes cuyo origen o destino se encuentre en el entorno inmediato de estas vías.

Igualmente se han observado extrapolaciones de encuestas anteriores en sustitución de trabajos de campo, como el ejemplo del Plan Vial de Manizales de 1992, para el que no se tomó información en campo, y solo se actualizó la matriz de viajes obtenida por el INTRA en el año 1.989, en base a la evolución de población por zonas DANE (no coincidentes con las zonas de referencia del estudio),

Ajustes internos sobre los datos de las encuestas que han aparecido, por desgracia, en varios de los documentos analizados, y que unidos a la dificultad estadística propia de las bases municipales colombianas hacen más difícil creer en los altos valores de las correlaciones estadísticas de base que se han expresado en muchos de los modelos factoriales de generación-atracción de viajes elaborados.

En la construcción del grafo para asignar caminos mínimos entre nodos o zonas han sido detectados los mismos errores o insuficiencias señalados con carácter general para este tipo de modelos. En los cuatro municipios analizados en detalle se observa que se han tomado datos de velocidad de operación de rutas de transporte colectivo (con promedios de 15 Km./h) con datos promedio de velocidad de circulación de vehículos privados en accesos al centro (promedios de 24 Km./h), utilizándose unos u otros para la asignación de cada modo; y mezclándose con velocidades de 50 y 60 Km. /h para nuevas rutas viarias, lo que, obviamente, incrementa la carga potencial de éstas y justifica su construcción,

En el caso mas extremo, el del Plan Vial de Ibagué, los tiempos de transporte público fueron evaluados se han obtenido, cuando se explicita, por valores obtenidos en campo mediante el ensayo de ascenso y descenso de pasajeros y estimando que el recorrido intrazonal sobre los conectores se realiza a pie a una velocidad promedio de 4 Km./h; mientras que los

tiempos de viaje en transporte privado se obtuvieron a partir de la consideración de velocidad a flujo libre sobre los corredores y una velocidad intrazonal sobre los conectores de 20 Km./h.

Son los planes más novedosos, los de planificación del TPCU los que introducen un factor que es una de las indeterminaciones técnicas de mayor imprecisión, que es la variable traducción en tiempo del coste del pasaje (que mide la de la demanda elasticidad a la tarifa); cuestión sobre la que abundan las tesis doctorales y literatura especializada desde los ya lejanos estudios de Alonso fijando esa relación como valor marginal del tiempo de ocio en dependencia con el valor horario del trabajo.

Es esta una metodología cara a los técnicos del World Bank, pero que pone una vez más de manifiesto el intento propio de las metodologías de demanda de forzar los datos observados para poder alimentar la lógica de las formulaciones matemáticas utilizadas. Si el tema es delicado y poco convincente en sus resultados, resulta mas difícil de ajustar en ciudades de tan alta dispersión de renta como las sudamericanas, máxime cuando la mayoría de esos estudios acaban fijando el valor marginal del tiempo de viaje como una proporción del salario, también muy difícil de determinar en amplios sectores de la economía colombiana ligados, en las rentas bajas y por tanto en los usuarios del transporte colectivo, al uso del transporte colectivo. Y así hemos podido mostrar valores de entre 36 y 60 pesos minuto, para estratos sociales análogos en diferentes ciudades.

Se encontró, pues, que en general, se refuerza la hipótesis de la poca fiabilidad de los instrumentos de ajuste matemático de las predicciones de demanda y de su asignación, fundamentalmente por los siguientes aspectos:

- Es indudable que la metodología de los estudios se ha centrado en la estimación de futuros, tratando de reproducir la lógica del presente, siendo además, una lógica pensada con la filosofía de que el uso del vehículo particular es la opción prioritaria, de tal forma que el uso del TPCU se presenta por la imposibilidad de acceder a otro modo de transporte, es decir, por exclusión.
- El marcado olvido de la intermodalidad de muchos viajes cotidianos, pesa mucho en los cálculos de las matrices de viajes, teniendo que finalmente sólo se utilizan matrices de viajes obligados interzonales y en coche o autobús (lo que representa menos del 50% de la movilidad total producida al día en cualquier ciudad).

- La distribución modal es tomada por lo general como un dato, lo cual es erróneo desde el punto de vista metodológico, ya que la distribución entre modos de transporte debe estar basada en una política fuerte de organización de la movilidad en una ciudad, teniendo entonces que si se desea desincentivar el uso del vehículo particular, no sólo bastará con la implementación de medidas de disuasión del tráfico, sino que se debe gestionar adecuadamente el servicio de TPCU, y de ser posible proporcionar estímulos para su mayor uso.
- Se observa en general que las estimaciones que sustentan políticas viarias dan por lo general resultados exagerados, colaborando a la determinación de su construcción, sustentando aquello con que las intensidades de uso de las infraestructuras son incluso superiores a las inicialmente estimadas, lo cual es simplemente una consecuencia de la construcción de dicha infraestructura.
- Por otra parte, se encontró que la distribución de la movilidad no muestra que el vehículo siga siendo el principal medio de transporte, teniendo que en muchas ciudades Latinoamericanas éste no es el verdadero causante de la congestión viaria, sino que por el contrario, esta congestión es debida a la ineficiente gestión, operación y control del sistema de TPCU. Teniendo que es bien sabido que el vehículo privado ocupa todo el espacio que se le proporcione y es por esto que se hace necesaria una regulación del suelo urbano, con el fin de evitar la expulsión de las otras formas de desplazamiento que existen y que pueden ser usadas.
- Por último, vale la pena resaltar que se hace necesario disponer de información confiable para poder modelar el sistema de transporte, pues si la información es de baja calidad o errónea, los resultados no serán ni verdaderos ni útiles.

Puede achacarse muchas de estas conclusiones a deficiencias metodológicas o carencias en los modelos utilizados, pero en realidad lo expuesto pone más de relieve que se está ante un enfoque erróneo de la función del planeamiento de los sistemas de movilidad, que niega las posibilidades de alteración de su comportamiento espacial y la inducción en la localización de actividades que significa la construcción o alteración de infraestructuras.

Ello es coherente con un exacerbamiento de los aspectos funcionales de cada red que ha pretendido ignorar los aspectos de profunda interrelación que se dan entre ellas y ha hecho

perder de vista el porqué de la extensión de una red, el hecho fundamental de su existencia como requisito de formación de las condiciones de producción de ciudad.

Como se ha mostrado, casi todos los planes, exclusión hecha de los específicamente destinados al transporte colectivo, todos posteriores al año 2000, han culminado en la recomendación de un esquema de extensión urbana que poco, o casi nada, tiene que ver con la diagnosis de los problemas de transporte realizada en esos planes.

## **5. Sobre la problemática del transporte y la movilidad en las ciudades medias colombianas**

La distribución modal mostrada para los desplazamientos en todas las ciudades medias analizadas, incluso otras resumidas en el capítulo 6.3, muestra claramente donde descansa el soporte de la movilidad: 30% a pié, 50 % en vehículos colectivos y un máximo de 20% en vehículo privado, como promedio referencial (73% colectivo, 27% vehiculo privado si se observa solo la movilidad motorizada).

Respecto al uso del vehículo privado, creciente pero no al mismo ritmo que la tasa de posesión de vehículos, su presencia se nota en la congestión de los mismos accesos (como se ha puesto de relieve en el capítulo 7), pero también hay que destacar la creciente desocupación de los vehículos; se ha mostrado como en Manizales el 43% de los vehículos particulares entran a la zona centro de la ciudad con sólo un ocupante, y el 35% de éstos, entra al centro de la ciudad con dos ocupantes (conductor + acompañante). El 33% de los hogares en la ciudad poseen vehículo particular para su desplazamiento, pero solo representan el 10,5% de los viajes obtenidos en la encuesta OyD. Por otro lado, el 43% de los Taxis, aun considerándose un vehiculo colectivo, ingresa a la zona centro de la ciudad sin pasajeros.

La movilidad descansa pues sobre los otros dos modos: viaje a pie y transporte colectivo urbano. Sobre el primero pueden aportarse pocos datos, y se es consciente de que si representa el 30 % de los desplazamientos encuestados quiere decir que debe de ser superior al 50 % de los desplazamientos totales (si se tienen en cuenta los desplazamientos a pie complementarios a los realizados en viajes motorizados, y que a veces tienen más duración que estos).

Son muy escasas las informaciones que sobre el viaje a pie se tienen en los estudios analizados; lo que es lógico si se aúnan las dificultades de su categorización en las

encuestas de movilidad, con el poco interés que tienen dentro de la metodología de los modelos de demanda, que están pensados para el viaje motorizado, y fundamentalmente para el que se realiza en vehículo privado que es que tiene posibilidad de escogencia de ruta.

Si que existen algunos datos deducidos del Plan Vial y de Transporte del Área Central de Popayán, donde se pone de manifiesto el incremento de la distancia recorrida en este tipo de desplazamientos (dato esperable en un sistema urbano que deviene disperso y con movilidad en TPCU mal atendida). En ese mismo estudio se muestra otro dato relevante: en el acceso al centro el TPCU había perdido en la década anterior un 20% de carga a favor del vehículo privado (con el equivalente a casi 20.000 carros de incremento al año), situación que pone de relieve que se esta incentivando el uso del vehículo particular, aunque sea solo por que el servicio de TPCU posee una operación tan deficiente que no motiva su uso por parte de la comunidad.

En la ciudad de Manizales se tiene que la infraestructura que actualmente ofrece la ciudad para el paseo es muy deficiente en zonas específicas de ella, como por ejemplo en algunos sectores de la zona centro (con muy bajo ancho de aceras.), aunque es de notar que así mismo se están llevando a cabo obras que propician un mayor uso peatonal que vehicular, como los llamados bulevares que se están desarrollando en sitios de gran afluencia de la comunidad y las semi-peatonización de calles, como la 19.

Por otro lado, la ciudad se esta viendo afectada por la posición geográfica de los terminales de TPCU; son en total 50 terminales, los cuales en la mayoría de los casos usan el espacio público de forma directa y no poseen la adecuada infraestructura para su funcionamiento, generando desorden en sus alrededores y afectando las zonas residenciales cercanas. Es pues el asunto de la transferencia, del acceso al TPCU, un problema específico de alta repercusión urbana.

De otro lado, se presenta una alta oferta de estacionamientos públicos fuera de la vía (de las llamadas zonas azules), que actualmente presentan un promedio de subutilización del 56% de su capacidad en un día hábil, así mismo, un 86% de los usuarios usa la zona azul en períodos menores a una hora, a lo cual se debe sumar una buena oferta de estacionamientos públicos fuera de la vía (la ciudad cuenta con 72 en total) y que por lo general se encuentra una zona azul a corta distancia de un parqueadero público, sobretodo en la zona centro de la ciudad; en otras zonas de la ciudad, dada su dinámica de movilidad, es común el uso del espacio público para el estacionamiento particular, sin ningún tipo de restricción, situación

que empeora cuando se presentan actos colectivos de gran afluencia, como partidos de fútbol (Sector Palogrande).

Respecto al transporte público, se han señalado en el capítulo 3 sus principales deficiencias. La primera corresponde a la incapacidad de gestión de la oferta en todas las ciudades analizadas, con superposición de concesiones de distintos organismos que ocupan los mismos trayectos y rutas, con la consecuente sobreoferta de vehículos, en comparación con la demanda real de pasajeros que existe, y sobre la que se apuntado la conclusión del documento CONPES 3167 (2002) de que se estima que en promedio un 40% del parque automotor existente no se requiere, produciendo sistemas malos para ellos, para los usuarios, para la ciudad y el medio ambiente.

Esta ineficiencia de la oferta genera más congestión de la red vial y aumenta las externalidades negativas como la contaminación y la accidentalidad; dicha situación ha sido expresada por el Plan de Movilidad de Manizales del 2005 y confirmada por el estudio realizado por TRANSMILENIO S.A., no obstante, vale la pena resaltar que ninguno de los dos estudios establece un porcentaje definitivo ni promedio de dicha situación, es así, como calculando el promedio ponderado de los datos aportados por el Plan de Movilidad 2005, el valor de la sobreoferta en este municipio supera el 60%.

El sistema de TPCU presenta un alto nivel de informalidad y poca programación de recorridos en la prestación del servicio, lo cual se aprecia en que más del 30% de las rutas que en la actualidad operan en la ciudad (71 rutas según el Plan de Movilidad 2005) no se encuentran debidamente autorizadas por la administración, donde algunas de las rutas, presentan una baja ocupación en horas de máxima demanda y existe una superposición de recorridos en por lo menos el 70%.

Con lo anterior, se vislumbra la latente necesidad de reorganizar las rutas, congelar el parque automotor con el fin de evitar que siga aumentando la sobreoferta, y establecer un proceso de disminución del número de sillas ofrecidas por el servicio (proceso de chatarrización).

En Popayán, actualmente existe una sobreoferta de TPCU de aproximadamente el 50%, lo que significa que la sobreoferta de vehículos ha aumentado más del 50% en 6 años, según el estudio de reestructuración de rutas. Dicha sobreoferta conlleva a una disminución del número de pasajeros movilizados por vehículo, del índice de pasajeros por kilómetro (IPK) y del porcentaje de ocupación vehicular (40% en la actualidad), no obstante, las velocidades de operación de los vehículos han aumentado en los últimos años (22,5 Km./h para los buses y

31,3 para los microbuses, actualmente), así como el número de kilómetros de la red, que paso de 72 a 135 Km. en el período comprendido entre 1997 y 2003.

Al analizar los valores presentados y compararlos con los obtenidos en el año de 1.984, se pueden realizar las siguientes observaciones: Se presentó una variación en el porcentaje de viajes de personas en la hora pico según el modo de transporte usado, en donde, para el año 1.984, aprox. el 52% de los viajes se realizaban en TPCU y Taxi, cifra que para el año de 1.997 aumento un poco más del 4%, teniendo que un 56,13% del total de viajes en la hora pico se realizaron en dichos modos.

En Armenia, se resalta entonces que entre los años 1995 y 2006, en la ciudad de Armenia, aumentó el parque automotor en 24%, aumentó el número de rutas de TPCU en 15%, aumentó el número de Kilómetros de vías destinadas al TPCU en un 31%, pero disminuyó el numero de personas movilizadas en un 23,18%, disminuyó el IPK de 4,11 a 1,74 Pasajeros por Km. y, no obstante, la rotación de pasajeros por lugar permaneció similar.

Así mismo, es importante destacar también cómo en el año 2006, a pesar de poseerse más parque automotor que en el año 1995 y de movilizarse menor cantidad de personas, haya una capacidad dinámica del servicio todavía menor que la cantidad de personas que se desplazan, lo cual lleva a concluir que para el año 1995 probablemente existía una fuerte falencia en automotores para la prestación del servicio de transporte, o que por el contrario, con una menor cantidad de éstos, se hacia un uso más eficaz de ellos y por consiguiente se movilizaba un mayor número de personas.

Según estos resultados, se destaca que el servicio de TPCU en la ciudad de Armenia, a pesar de contar con una mayor cantidad de parque automotor, con una edad promedio adecuada, vemos como al comparar características físicas del sistema como la longitud de las rutas y número de éstas entre los años de 1995 y 2006, dichas variables han aumentado, pero al apreciar la variación del número de pasajeros movilizadas, vemos como este valor ha disminuido en más de un 20%, lo cual lleva a concluir que el sistema no ha tenido el suficiente impulso para convertirse atractivo para el usuario y así aumentar su uso.

Finalmente, en Ibagué no se tienen datos cuantitativos, pero el fenómeno presenta la misma problemática. Hace ya varios años se vienen realizando estudios de tránsito y transporte en la ciudad, no obstante, el problema del TPCU aun no ha podido ser solucionado, dada la cantidad de actores involucrados en el conflicto y la poca concertación existente entre ellos. Los problemas se presentan e intensifican tanto por la circulación de vehículos particulares

como de transporte público y en la actualidad se están comenzando a tomar cierto tipo de medidas restrictivas de circulación y se está llevando a cabo un proceso de reestructuración total del sistema de Transporte Público Colectivo de la ciudad.

En el PPTT se definieron los proyectos tanto de infraestructura vial como de transporte público que fueron considerados prioritarios con el fin de garantizar el éxito del Plan. Así, por ejemplo, se insiste en que sin recuperación de la malla vial no es viable avanzar en el proceso tendiente al mejoramiento de las condiciones del tránsito y del transporte en Ibagué.

Otro fenómeno no menos relevante es el de la importancia creciente del taxi como modo colectivo de transporte urbano. Como ejemplo, se ha puesto de relieve el incremento de taxis en Armenia y el incumplimiento de las frecuencias de despacho por parte de las empresas de buses, han originado una nueva modalidad de servicio: El taxi colectivo, el cual opera sin autorización, generando inconvenientes como: competencia desleal con las empresas y rutas legalmente constituidas; tarifas de taxis colectivos no establecidas por la autoridad, cuyo precio es igual o menor a la tarifa del bus urbano; utilización de paraderos de buses, que están establecidos y demarcados por la autoridad de tránsito, donde se lleván pasajeros que esperan el bus, etc..

Las experiencias de concentración de rutas, y creación de sistemas troncales alimentados por otras líneas, y que se han detallado en el capítulo 3, son el camino imprescindible de regulación. Pero se mostraran ineficaces si no se es capaz de establecer políticas tarifarias comunes al sistema, si no se puede concertar el sistema con todos los agentes implicados, sobre todo con un sector tan automatizado como el de las busetas y microbuses, y no se establecen autoridades únicas de control y concertación, en una legislación tan compleja como la colombiana.

A este respecto, en Popayán una de las propuestas del estudio de reestructuración de rutas, refería que las rutas de TPCU no le cruzaran directamente. Estas medidas de apoyo al transporte público han venido acompañadas de ciertas restricciones a la circulación; pero, curiosamente, en lugar de limitarse al vehículo privado se extienden también a la circulación de vehículos colectivos. La medida denominada “pico y pala” (citada en el apartado 5.2.6 de esta tesis) afecta a periodos de tiempo de estacionamiento de vehículos particulares según el último dígito de la placa; pero se restringe de lunes a viernes en un día completo, variable también según ese dígito, el acceso de taxis y vehículos colectivos al centro de la ciudad.

Esta política a favor del transporte colectivo está, en cierto modo, en contradicción con el desarrollo de los lineamientos previstos en el P.O.T respecto a la atención a la demanda generada por el uso del vehículo privado, y para los que plantea unas tasas de crecimiento anual del 6 al 4 % anuales, según periodos) así como en la propia aplicación de la larga lista de proyectos de infraestructuras viarias reflejada en el capítulo 5.2. de la Tesis.

En Armenia, la red de TPCU propuesta representa el 31% de la Red Viaria Básica, y la actual red ocupada representa el 45%, lo cual, mediante una especialización de algunos corredores para la prestación del servicio, con restricciones claras sobre el uso del vehículo privado en sectores específicos de la ciudad, y con adecuadas políticas de frecuencias de servicio y cobertura, contribuyen a la movilidad general de la ciudad, haciendo el modo de TPCU más atractivo para la población. Vale la pena establecer que la regulación de las frecuencias y el establecimiento de los corredores de TPCU se convierten también en un punto de coyuntura política, en donde los gobernantes de la ciudad deben promover la adecuada prestación de un servicio público social, que de iguales posibilidades de desplazamiento a todos los habitantes.

Es obvio que sin una adecuada gestión del sistema de transporte, es imposible lograr los objetivos de mejorar la accesibilidad y por ende la movilidad de la población, pues así se posea una potente red viaria, si no se define el espacio de cada modo de transporte, será el vehículo privado el modo que mayores ventajas tendrá, lo cual desde cualquier punto de vista es perjudicial, sino no se analiza el problema desde el enfoque contrario.

Es esta problemática la que hace más patente la inadecuación de los enfoques de demanda con la que se ha planteado hasta ahora la respuesta a los problemas de movilidad en las ciudades medias colombianas, y constituye el objeto final de esta Tesis mostrarlo (como se cree que ha sido satisfactoriamente realizado) y plantear las bases de un enfoque metodológico alternativo.

## **6. Enseñanzas principales de los planes de movilidad sostenible europeos**

La crítica a los resultados de la aplicación de los modelos clásicos de planificación del transporte, emanada inicialmente del urbanismo y de la sociología urbana y más recientemente de un enfoque más integral de la movilidad urbana planteado desde la perspectiva de la oferta de sistemas de transporte como condicionante de la expresión espacial de la movilidad, ha puesto de relieve nuevos métodos de enfocar la movilidad.

Se propuso como hipótesis central de esta investigación tratar de demostrar, desde el punto de vista metodológico, funcional, teórico y de posibilidades de aplicabilidad, cómo los nuevos modelos e instrumentos de planificación de los sistemas de movilidad producidos en los últimos años en Europa desde una perspectiva de oferta infraestructural y gestión de la misma, pueden ayudar a la mejora de la movilidad urbana en todos sus ámbitos y sectores, con mejora general de la accesibilidad entre las zonas que componen la ciudad, así como posibilitar el desarrollo de los sistemas de TPCU como modo predominante de desplazamiento de la comunidad, que integre un sistema donde vehículo privado, bicicleta y viaje a pie actúen de forma alternativa y complementaria.

Se partió del convencimiento de que el mejoramiento en las características de movilidad depende tanto de los mecanismos que permiten llevarla a cabo, así como de la adecuada información ofrecida a los usuarios respecto a ubicación y determinación de rutas de desplazamiento urbano (transporte autónomo y motorizado), lo cual ha de redundar en la mejora de la calidad de vida a partir de la mejora de la movilidad urbana, teniendo en cuenta que esto depende fundamentalmente del establecimiento de sistemas de transporte acordes con las características de cada población, destacándose que no todas las poblaciones poseen la capacidad de implementar y operar sistemas de transporte masivos; lo anterior conlleva a buscar unas mejores calidades de producción a través de la interacción comunidad– actividades, y como es bien sabido, es a partir del establecimiento de un sistema de TPCU accesible con costes adecuados de operación.

Las experiencias de ciudades medias catalanas mostradas en detalle en el capítulo 8 de esta Tesis muestran el camino posible y la metodología con enfoques de oferta que los han sustentado. Metodología que se resume en:

- Análisis de la accesibilidad conferida por la red viaria, como mecanismo de producción de la localización de actividades; es claro que la accesibilidad es un concepto que puede apoyar los procesos de planificación urbanística y territorial y la toma de decisiones de las administraciones implicadas en la ciudad, trascendiendo el marco puramente sectorial del tráfico y del transporte.
- Ligado a ello, adoptar decisiones de intervención sobre la red viaria ligadas a decisiones de planeamiento urbano, pero que tienen la ventaja complementaria de la consecución de redes más versátiles, de caminos alternativos y pensadas desde las necesidades específicas de redes diferenciales para la distribución de vehículos

privados, vehículos de TPCU, itinerarios peatonales y de bicicletas, redes y espacios de distribución, carga y descarga de mercancías, terminales de transferencia, estacionamiento, etc.

- Diferenciación conceptual y adaptación física del espacio viario a cada uno de los sistemas de movilidad a que se destine. Se ha extraído como conclusión que en las ciudades analizadas no más del 40 % del espacio vial se ha destinado a redes específicas (25 % de red de distribución urbana de la circulación general en vehículos privados, 15 % de redes específicas de transporte colectivo y 5 % de itinerarios peatonales exclusivos), quedando un 60 % para tratamientos de coexistencia de modos introducidos selectivamente sobre el espacio urbano.
- Metodologías específicas para el dimensionado y organización de la red de distribución de vehículos privados, en las que se utilizan muchos de los instrumentos de los análisis de demanda (matrices, grafos, algoritmos de asignación, etc.) pero vistos desde la perspectiva de que las variables velocidad-capacidad se convierten en objetivos que, mediante el oportuno test de funcionamiento, permiten alcanzar el equilibrio deseado (modelos de circulación como el SYNCHRO o el AISBUM se muestran mucho más útiles al respecto, en cuanto que simulan condiciones reales de funcionamiento de la circulación)
- Metodologías específicas sobre la planificación del TPCU que tienen en cuenta como incrementar la cobertura de los espacios de demanda sobre la base de reestructuración de rutas, pero fundamentalmente sobre la base de frecuencias, regularidades, control de intercambios y políticas tarifarias.
- Metodologías específicas para la fijación de itinerarios peatonales y de bicicletas que tienen en cuenta el ancho de las veredas (o la posibilidad en su caso de calle especializadas), la ubicación de equipamientos públicos y espacios de ocio, de centros administrativos y comerciales, y la ubicación del patrimonio edificado y cultural.
- Programas de obras a corto plazo, detalladas con anteproyecto básico, presupuesto, fuentes de financiación y agentes a concertar, para cada una de las redes previstas

- Creación de consejos de movilidad para la concertación de agentes implicados, con oficina municipal propia de soporte de las decisiones (y en su caso autoridad única de control del TPCU).
- Observatorio de la movilidad, con toma de datos de desplazamientos, modos de transporte, aforos de vehículos, accidentalidad, contaminación y emisiones, satisfacción ciudadana, cumplimiento de los objetivos del Plan, etc.

Actualmente, en Colombia, son los POT, por una parte y los SITM por otra, los que abrigan la esperanza de que estos últimos propongan verdaderas posibilidades de transformación de la ciudad, amparados en el respaldo teórico. No obstante, la verdad es que el sector transporte de pasajeros, no parece ser tan fuerte para alterar viejas estructuras, menos en la actualidad, cuando las ciudades han llegado a niveles de complejidad y dinamismos sin precedentes, en donde sólo se prioriza el uso del vehículo particular. De ahí que el impulso generado por los CONPES y las experiencias más recientes de algunas de las ciudades analizadas permitan afirmar que se está en el momento de este, difícil, cambio de enfoque.

## **7. Análisis crítico de las posibilidades de su aplicación a Manizales**

Con este espíritu se ha abordado un último capítulo que pretende probar la aplicabilidad de este tipo de enfoque y métodos a la ciudad de Manizales, donde desarrolla su actividad profesional el autor de esta Tesis. Lo contenido, al respecto, en el capítulo 7 y fundamentalmente 9 no debe entenderse más que con esta premisa. Una Tesis no es un Plan de Movilidad, pero si las propuestas y conclusiones no se prueban sobre un objeto conocido y constatable quedan cojas en su validez, y lo que se pretende es comenzar a probar su validación para un objeto más amplio como son las ciudades medias colombianas.

De un lado, se ha mostrado la dependencia del TPCU (incluyendo busetas, taxis y otros modos) de la movilidad en Manizales y el potencial que muestra el poco atendido viaje a pie. De otro lado se ha mostrado la causalidad que sobre la expresión espacial de la movilidad tiene el actual proceso de dispersión urbana. Finalmente, se ha puesto de relieve que la concentración de viajes motorizados (horas pico) en la ciudad se encuentran concentrados en dos sectores independientes, el sector centro y el sector universitario, es decir, las personas se desplazan desde la periferia hacia dichos polos de atracción, lo que sorprende al comprobar que la infraestructura que conecta el sector universitario es deficiente, y que

además se podría decir que la única infraestructura que proporcionaría el movimiento norte sur es el Túnel de la calle 52.

Por otra parte, se aprecia que las propuestas entorno al sector centro solventaran los viajes atraídos por este, no obstante, las obras propuestas para conectar el ZAT 58 con la ciudad en el sentido Sur – Norte, se proponen para los horizontes 2015 y 2015, en lo que a obras viales se refiere, ya que como se menciono con anterioridad, existen propuestas de mejoramiento del TPCU para dicha zona.

Asimismo, la tendencia de crecimiento de la ciudad ha sido hacia dichos sectores, y las expectativas de mayor crecimiento de población se concentran en los estratos de menores ingresos, con altas densidades poblacionales, por lo que el crecimiento sobre estas zonas tendrá una alta influencia en la movilidad de la ciudad.

Igualmente, se ha señalado que los estudios realizados, no abordan de forma clara la relación entre el Municipio de Villamaría y la ciudad de Manizales, teniendo que es tan sólo en el último Plan Vial, en el cual refieren la gran importancia que dicho municipio representa en la movilidad general de ambos, llegando a cubrir el 11,5% de los viajes. Hay un mayor número de viajes por hogar en el municipio de Villamaría en relación con Manizales, se estable la actual desarticulación del tema transportes, encontrando que los proyectos de movilidad como la reestructuración de rutas, la inserción del cable vía y la construcción del futuro Terminal de Transportes Intermunicipales, serán los que tendrán una relación directa con la movilidad de dicho municipio, pero la cual no ha sido estudiada a fondo.

Con este breve resumen, se ha abordado el análisis de relaciones entre la forma y extensión de la red viaria que se contiene en el capítulo 7. El resultado muestra, además del modo en que las relaciones de cambios de accesibilidad han tenido en la localización de la población y de las actividades, que es la causa última de la expresión espacial de la movilidad (figura 5.1.2.1) y se han realizado diversas comprobaciones que muestran la manera como la localización de las actividades urbanas y las facilidades de transporte afectan la longitud de los viajes y las posibilidades para alcanzar cada uno de los destinos de interés, y, a este respecto, que distancias de viaje cortas pueden mejorar la escogencia de alternativas de transporte, es decir, el número de modos para acceder a un determinado destino, lo que lleva a la consideración de la estrecha relación entre la estructura urbana y en particular la distribución de los usos del suelo y la accesibilidad.

De ello es importante destacar dos efectos importantes: la dispersión de los destinos comunes incrementa la cantidad de desplazamientos necesaria para acceder a los bienes y servicios y actividades, lo que indica una reducción en accesibilidad (en general, manteniendo los demás factores iguales, la accesibilidad se incrementa con un aumento de la densidad de destinos) y una mayor accesibilidad a los diferentes usos del suelo significa que menos movilidad o viajes físicos son necesarios para obtener los bienes y servicios o la realización de actividades y que la población tiene buenas alternativas de transporte para escoger.

En primer lugar se ha establecido un somero diagnóstico de hacia que tipo de organización urbana se dirige Manizales en desarrollo de sus Planes de Vialidad (apartado 9.1 de la Tesis), comprobándose una cierta tendencia hacia la restitución de un modelo radioconcentrico (figura 9.2) pero de mucha mayor extensión potencial; lo que se traduce en una pérdida de accesibilidad promedio entre los nodos de la red, es decir incremento de los tiempos de viaje, y sobre todo un enorme incremento de la accesibilidad del sureste de la ciudad (plano 9.4) y de ciertos sectores al norte, dejando sombras patentes en el nordoccidente (barrio la Lima) y suroriente (sector Florida) donde se concentran estratos desfavorecidos de la población. Es decir, incremento de suelo de potencial ocupación e inatención a las actuales zonas desfavorecidas.

A continuación se ha evaluado la cobertura de la red de TPCU propuesta, detectándose la posible accesibilidad mayor en TPCU de ciertas zonas respecto al tráfico privado (en sus actuales condiciones operacionales) que ha de ser aprovechado con creación de corredores exclusivos, por coincidir con los ejes este-oeste de mayor potencia (y concentración de movilidad) de la ciudad. Por el contrario, en el resto de la ciudad son claramente más altos los índices de accesibilidad en transporte privado que en público, fenómeno agudizado en los poblados sectores de Maltería (Oriente) y Linda (Occidente), así como a lo largo de la importante avenida Alberto Mendoza.

Como conclusión fundamental se resalta que la evolución actual de la ciudad está impulsando y promoviendo el uso del v, que en la actualidad representa el 14 % de la movilidad total (frente al 40 % del TPCU). En los programas de obras previstos hasta el 2015, está ausente esta contradicción.

Por eso se ha efectuado (apartado 9.2) un análisis de las posibilidades de transformación del sistema de TPCU, utilizando el mismo algoritmo de cobertura (en base a frecuencias) del Pla de Mobilitat de Figueres.

Ahora bien, para el caso de la ciudad de Manizales, al no existir una política clara sobre la ubicación de las paradas de autobuses, es complejo su análisis y la realización de posibles cálculos comparativos sobre la cobertura espacial de este sistema de transporte; no obstante, se realiza un cálculo de la cobertura espacial que ofrece dicho modo, tomando como información las paradas establecidas en los archivos de TransCad obtenidos en la última reestructuración de rutas de la ciudad.

El conjunto de paraderos establecidos, se clasifican según el número de rutas de transporte que le usen, con el fin de establecer tres tipos de paradas y tres niveles de cobertura, asumiéndose el radio de cobertura respectivo. Dichos radios de cobertura han sido asumidos y tomados como referencia de otros estudios realizados en Europa, y referenciados en ese capítulo.

En la tabla 9.2.1. se presentan los niveles de cobertura espacial considerados y los diferentes tipos de paradas encontrados. Se observa que existe un total de 1.462 paradas, de las cuales el 63% son de Tipo 2, y Nivel 2, es decir, representa paradas en donde llegan una y máximo dos rutas de TPCU, lo cual les convierte en paradas que son servidas por frecuencias de paso superiores a 12 min.; Nivel 3 (14%) es aquel donde llegan 3 rutas y donde se poseen frecuencias de paso de entre 6 a 12 min. y Nivel 4 (23%) a la que llegan 4 o más rutas con frecuencias de paso entre 3 a 6 min.

En el Plano de la figura 9.9 se aprecia gráficamente la cobertura espacial de cada nivel sobre la ciudad, destacándose el sector del Centro Histórico, el cual se puede cubrir totalmente por los tres niveles. En el plano de la figura 9.10 se aprecian los niveles de cobertura de cada ámbito de la ciudad; es posible concluir que existe cierta relación entre la triple cobertura espacial y las áreas de densidad poblacional superior a 100 hab./ha., no obstante, la relación de éstas y la ubicación de equipamientos urbanos, es diferente, observándose como los equipamientos se establecen principalmente en la franja comprendida entre las Avenidas Santander y Paralela, así como a lo largo de la Av. Gilberto Avendaño y el Centro Histórico de la ciudad. Se destaca que en la franja entre las Avenidas Santander y Paralela, no se presenta Triple cobertura de TPCU excepto en el sector del futuro Túnel de la Calle 52.

En conclusión, se observa que prácticamente toda el área urbana de la ciudad se encuentra cubierta por el sistema de TPCU, pero sin duda, la falta de una política clara de paradas, hace que el establecer zonas cubiertas según ciertos niveles de servicio, se convierta en una tarea complicada, tarea que debiese estar articulada con la información de sectores de residencia, trabajo y estudio.

El objetivo es entonces establecer un sistema de paradas que provean una adecuada cobertura espacial sobre la ciudad, lo que debe ir articulado con una jerarquización funcional de toda la Red Viaria Básica, con el fin de lograr una movilidad más atractiva que en el vehículo privado, buscando atraer más usuarios, beneficiando la disminución del porcentaje de uso de este último, lo que es ventajoso desde todo punto de vista, sobretodo en lo ambiental.

Los problemas que existen actualmente en la gestión y operación del sistema de transporte, hacen cada vez menos atractivo su uso; no obstante, actualmente, la Administración Municipal esta centrando sus esfuerzos en la reestructuración de rutas, en donde la falta de información y desorganización de las rutas de TPCU, podría ser solventado en parte, dependiendo de la metodología de enseñanza ciudadana que se aplique, se tiene previsto sean identificadas por número y no con los antiguos tableros colgantes del vidrio delantero de cada conductor.

La comprobación de la relación entre esa cobertura y la localización de los sectores donde se ubican los puestos de trabajo y de estudio (mostrada en el plano 9.11) muestra donde se concentran los sectores menos atendidos para los que abrían propuestas específicas que, lógicamente, no son objeto de esta Tesis, por parecer de menor importancia respecto al problema de gestión reseñado, que están llevando a la constitución de una Entidad gestora de Transporte integrado con el municipio de Villamaría. No obstante en el apartado 9.5 se realiza una propuesta indicativa de reconfiguración de la red de TPCU.

En el apartado 9.3 se ha ensayado la aplicación de las soluciones catalanas reseñadas a la preparación de diferentes itinerarios peatonales, cuya justificación se encuentra en ese apartado, y cuya propuesta se reseña en el plano 9.12. Algunas de esas propuestas se corresponden con actuaciones programadas por la Alcaldía, aunque hasta ahora casi todas postpuestas, y otras tienen la particularidad de que dado el ancho viario es posible hacerlas coincidentes con rutas de transporte colectivo, y a veces privado, acondicionando el espacio destinado a cada una.

Un aspecto a destacar es que se ha analizado la imbricación de esos itinerarios con la propuesta reintervención sobre el espacio urbano del Centro expuesta en el apartado 9.4. sobre ella se han tratado de aplicar los mismos principios de derivación del tráfico de paso, concentración de accesos, paso de rutas de TPCU y peatonización o áreas de coexistencia para el resto del Pla d'Ordenació del centre de Sabadell, mostrada en el plano 9.13, probándose su viabilidad con tan solo pequeñas rectificaciones de la política actualmente en curso de estudio.

Finalmente, se han expuesto las bases de una política integrada de los diferentes modos de movilidad, que pasa, desde el punto de vista físico, por la reestructuración de los destinos de la red básica (apartado 9.6) y por la tención a los puntos de intercambio y terminales e los diferentes sistemas de transporte colectivo (apartado 9.5).

En suma, puede concluirse es posible y conveniente la adaptación de los métodos y enfoques de oferta en la planificación de la movilidad a la ciudad de Manizales, y , por analogía a las ciudades medias colombianas que tienen características de tamaño, morfología y organización análogas.

El grafo de la red viaria elaborado ha permitido medir los efectos espaciales de la construcción de nuevos arcos de la red viaria, y por tanto seleccionar éstos en función no de la congestión actual de tráfico (como hace el PTU actual) sino de su bondad para configurar un modelo menos disperso de extensión urbana, y donde, por tanto, sea posible establecer formas de movilidad más sostenibles en términos energéticos y ambientales.

Igualmente, el instrumental de análisis de coberturas aplicado al transporte colectivo, a mostrado la posibilidad de mejorar enormemente la eficacia del TPCU siempre que se sea capaz de establecer un sistema integrado de troncales de autobús y líneas alimentadoras.

Es este posiblemente el punto de más difícil aplicación a las ciudades colombianas, a pesar de las experiencias mostradas en el capítulo 4; porque es la regulación del transporte, la integración de operadores y tarifaria y el control de las condiciones de funcionamiento, el gran desafío de la movilidad en Colombia.

Un aspecto a remarcar es que, dadas las dificultades de consecución de series estadísticas municipales, desagregadas por barrios, referentes al comportamiento de la movilidad, resultan más eficaces los métodos aplicados, que juegan fundamentalmente con la validación de la topología y cobertura de las redes. Afirmación ésta que no pretende menospreciar la

necesaria conformación de Observatorios de la movilidad, con conteos y encuestas satisfacción periódicas, como base de una adecuada gestión de la demanda.

## **8. Principales aportaciones de la tesis y líneas de desarrollo futuras**

Como resumen pude plantearse que se han podido constatar las hipótesis previas de la inadecuación de la aplicación de modelos de demanda a la planificación de las infraestructuras de la movilidad en las ciudades medias colombianas; tanto por su incapacidad de enfrenta los problemas de la movilidad en unas ciudades donde su eficacia descansa sobre los sistemas de transporte público y los desplazamientos a pie, como por el hecho de que al estar pensados fundamentalmente desde la lógica del desplazamiento fundamentalmente en automóvil están propiciando un tipo de desarrollo urbanístico que agrava los problemas de movilidad.

Incluso, dentro de la preocupación dominante en la actualidad por el establecimiento de sistemas potentes e integrados de TPCU, el seguir adoptando metodologías de demanda, que precisan de fijar modelos de distribución modal sobre el comportamiento observado en la actualidad, implica una renuncia implícita a alterar ese comportamiento modal sobre la base de una combinación de medidas tendentes a la captación de usuarios, la mejor cobertura espacial, la disuasión del uso del vehículo privado (o la restricción a aquellos espacios periféricos donde no pueda llegar aquel), y el aprovechamiento de integración entre todos los modos, favoreciendo los no mecanizados allá donde son eficaces.

Hay que resaltar que dentro del proceso de planeación aplicado al municipio de Ibagué, el sistema de transporte se analiza como un sistema que evoluciona, en donde dada la interdependencia existente entre los flujos de tráfico y los usos de la tierra, se tienen en cuenta los cambios de los primeros en respuesta al crecimiento de la ciudad y a las modificaciones en la distribución de actividades planteadas por el POT. Por tanto, se considera que debe existir una coordinación de objetivos entre el desarrollo de la infraestructura vial y de transporte, y el desarrollo físico espacial establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial. Es esta la línea en la que se defiende profundizar

Con el anterior panorama general, es posible concluir que aunque el Gobierno este en disposición de adelantar estudios de transporte y movilidad en las ciudades Colombianas, con el fin de solventar el problema existente, sólo se ha enfocado en participar directamente sobre los proyectos propuestos por las ciudades más pobladas, dejando en manos de las

Administraciones Municipales en cada caso, el análisis y reestructuración de sus respectivos sistemas de TPCU.

Se está pues, a juicio del autor de esta Tesis, en el momento de dar el salto metodológico cuantitativo a un nuevo enfoque de la movilidad basado en la gestión de la oferta integrada de todos los modos de transporte, desde una triple perspectiva de sostenibilidad, eficiencia energética e integración social. No obstante, antes de ello es necesario testar la viabilidad de aplicación de los métodos aplicados en ciudades europeas a la realidad de las ciudades medias colombianas, para evitar volver a caer en el error de la mera importación de métodos

En este sentido, se han mostrado cuales de los instrumentos producidos por una larga, y no despreciable, tradición de planificación de transporte son de utilidad para un nuevo enfoque de oferta, adaptando el método y extrayendo su eficacia. El ejemplo, y los métodos, de planificación de la movilidad, bajo una nueva perspectiva de sostenibilidad e integración social, en diversos municipios catalanes, han permitido testar este instrumental para el municipio de Manizales, y, por analogía, otras ciudades medias colombianas.

Este ejercicio, también ha permitido resaltar las dificultades e insuficiencias con que se puede encontrar su desarrollo (que no están siendo menores en Europa), pero que en el caso Colombiano se complican por una parca tradición de gestión y una tendencia, casi provinciana, a la sacralización de métodos importados. La producción científica es una transferencia de tecnología mutuamente compartida, validada y transformada en otros contextos, y, a este respecto, la potencia de los Departamentos universitarios propios y la originalidad con la que se ha comenzado a abordar la planificación del transporte colectivo (a pesar de las dependencias conceptuales mostradas) son síntomas esperanzadores de cambio.

Esta tesis no se acaba en si misma, sino que, a su vez, pretende fomentar en los profesionales colombianos, y en aquellos departamentos universitarios, su continuación tanto en un triple sentido.

- El estudio del impacto económico y urbano de los cambios de accesibilidad sobre cierta área o ciudad, que ha de enmarcar tanto la planificación de infraestructuras como la planificación urbana y territorial, restituyendo un maridaje que nunca tuvo que haberse roto.

- El análisis crítico de los métodos específicos de planificación de las infraestructuras, que recoja la gran tradición de la ingeniería moderna y la permita enfrentarse a los nuevos retos que ofrece la sociedad actual.
- La validación de esos métodos a través de la gestión de los problemas cotidianos urbanos, en los Planes de movilidad Urbana en este caso, como método de acercamiento de la técnica a las necesidades sociales, y también como validación de aquella propia técnica.

El hecho de que la Nación se haya comprometido a cofinanciar el 70% del costo de los estudios de transporte para ciudades con población superior a 300.000 habitantes, siendo el 30% restante será asumido por éstas, es una oportunidad que puede apoyar este tipo de investigaciones. La intención de esta Tesis es contribuir, modestamente, a esa finalidad.