

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

LICENCIATURA INGENIERÍA CIVIL

AREA DE DOCENCIA TRANSPORTE

ASIGNATURA: TRANSPORTE

UNIDAD 6 PLANEACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

MONOGRAFÍA

PLANEACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

Eusebio Cárdenas Gutiérrez

SEPTIEMBRE DE 2016

## CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	3
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	4
2. EL PROCESO DE PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE.....	7
2.1 MARCO TEÓRICO.....	7
2.2. EL MODELO DE PLANEACIÓN DEL TRANSPORTE.....	10
2.2.1 EL MEDIO EXTERNO.....	11
2.2.2 EL MEDIO INTERNO.....	13
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	16
4. PROPUESTAS.....	18
A MANERA DE CONCLUSIÓN.....	21
REFERENCIAS.....	22

## PRESENTACIÓN

En el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Civil se ubica, en el 8º Semestre, la asignatura de Transporte cuyo objetivo, de acuerdo al programa vigente es: “el alumno será capaz de Identificar y proponer alternativas de solución a problemas u objetivos específicos en materia de tránsito y vialidad, considerando la participación de los diferentes actores y elementos que participan en el transporte. Proponer alternativas dirigidas a los diversos actores del transporte que mejoren la circulación.

Asimismo como parte de las unidades que conforman la asignatura de Evaluación de Proyectos se encuentra la UNIDAD 6 “Planeación de sistemas de Transporte”, cuyo objetivo es: “El alumno podrá diferenciar los conceptos de planeación y planeamiento de sistemas de transportes. Así mismo, identificar las fases de diagnóstico, prognosis, selección y control en la planificación”.

La presente Monografía desarrolla un enfoque orientado a identificar y caracterizar el proceso de planeación de un sistema de Transporte considerando las propuestas de destacados autores y la problemática comúnmente encontrada en la identificación de las necesidades de transporte y sus posibles soluciones.

# Planeación de sistemas de transporte

## 1. Antecedentes históricos

Max Lay (1992) un reconocido historiador del transporte en una amena publicación sobre la historia de los caminos, refiere que estos se empezaron a planear desde la antigüedad remota tanto como 4000 años Antes de Cristo en la ciudad de Ur en Mesopotamia y más tarde con Darío rey de los Asirios en 600 A.C. quien construye un sistema de caminos para facilitar el comercio a través del reino.

Los romanos, según el mismo autor, fueron concientes de la importancia militar, económica y administrativa de una buena red de caminos. Construyeron una red de ellos que comunicaba todo el imperio, desde el occidente de Europa en Lisboa y Cádiz; la parte norte con caminos a París en la Galia, Londres y York en las islas británicas y Colonia en la actual Alemania, hasta el Asia menor en Ankara y Damasco y todo el norte de África desde Alejandría hasta Rabat. Se acuña entonces la conocida frase “Todos los caminos llevan a Roma” y Julio César se otorga, a sí mismo, el título de Curatore Viarum algo así como Director de Grandes Caminos o Residente General.

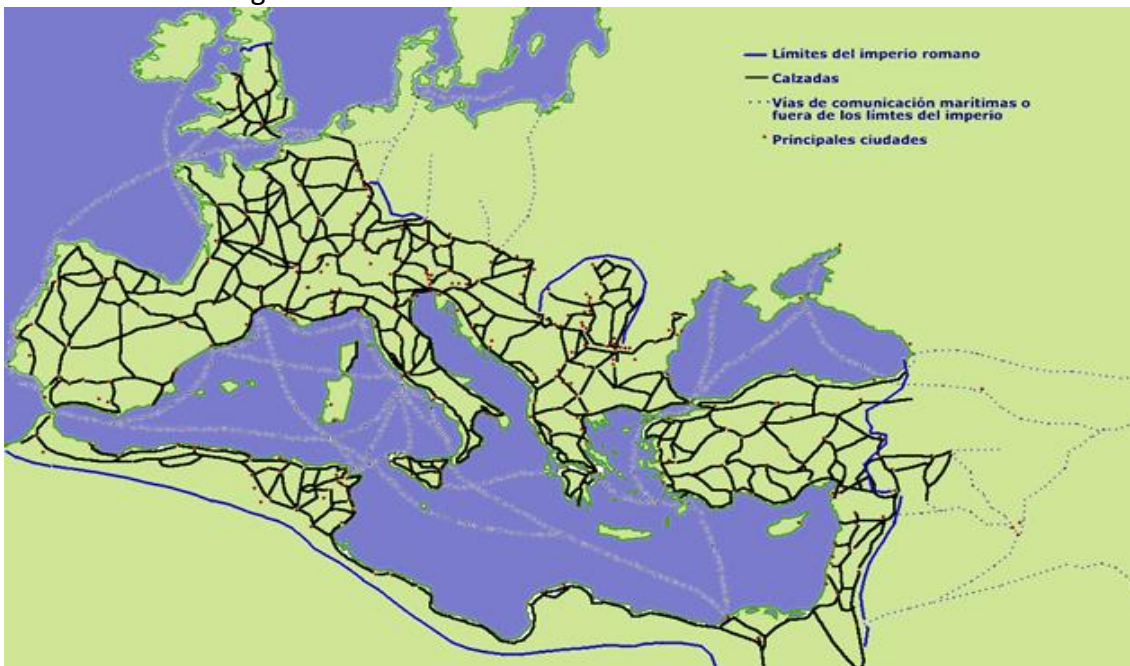


Figura 1 Red de caminos del Imperio Romano tomado de Las Calzadas Romanas de Luis Miguel Moll Revista La Alcazaba Julio de 2013

Un aspecto a destacar es que lo que ahora se denomina planeación de los sistemas de transporte se refería, en ese tiempo, a la definición del lugar y tipo de los caminos que había que construir. Lo que se hacía a partir de las condiciones geográficas y del tipo de transporte existente, que para el caso del imperio romano, era de personas a pie y a caballo con algunos carros jalados por animales, las célebres legiones romanas.

La figura 2 muestra la sección de una calzada romana donde se aprecian sus componentes el Statumen, que era la capa más baja, formado de piedras de mayor tamaño y peso, el rudus formado de piedras cementadas de menor tamaño, el nucleus formado de gravilla y el pavimentum de losas de piedra junteadas.



Figura 2 Sección de una calzada Romana tomada de Las Calzadas Romanas de Luis Miguel Moll Revista La Alcazaba Julio de 2013

En la América prehispánica fue notable la red de caminos del imperio Inca que comunicaba a ciudades con grandes diferencias de altitudes como la actual Santiago de Chile con Cuzco en Perú y Quito en Ecuador.

Se denominaba red vial incaica o la gran carretera de piedra, al entramado de caminos que conformaban el sistema vial del imperio incaico. La totalidad de esa organización de rutas superaba los 30,000 kilómetros. Todos estos caminos se encontraban conectados al Cuzco, la capital del Imperio incaico, constituían un efectivo medio de integración político-administrativa, socioeconómica y cultural.



Figura 3 La red de caminos del imperio incaico tomado de Wikipedia

Cabe señalar que los caminos de la red incaica, como la de todas las culturas americanas previas a los europeos, fueron utilizados principalmente por personas a pie.

En la Nueva España se cita de manera preponderante, como una acción de los gobiernos de la época, la construcción de los Caminos Reales y los caminos de herradura.

De acuerdo al blog de Medina Loera, tan pronto como se consumó la conquista de la gran Tenochtitlan, en 1521, Hernán Cortés dispuso la construcción del camino México-Veracruz para facilitar el tránsito a los tamemes o indios cargadores de a pie y a las primeras recuas de caballos, y diez años después, con Sebastián de Aparicio, a las primeras carretas o carros de América. En los caminos el recorrido de una recua de mulas era de 17.5 kms por día y la carga que podía llevar cada animal era de entre 120 y 150 kilogramos.

De igual manera, en 1523, Cortés ordenó la apertura de un camino a Tampico, en cuyo puerto mandó instalar el primer muelle que hubo en la Nueva España, y al año siguiente emprendió su viaje a Las Hibueras, donde levantó puentes para cruzar los ríos. Estas obras, conocidas como “Puentes de Cortés”, aún funcionaban 50 años más tarde.

Durante el gobierno del Virrey Mendoza se construyeron además los caminos de México a Acapulco, a Oaxaca, Tehuantepec y Huatulco; a Michoacán, Colima, Jalisco y el Pánuco, y a los minerales de Taxco y Sultepec, aparte de mejorar el que ya había entre México y Veracruz.

Apenas había tomado posesión de su cargo, en 1535, Mendoza mandó construir el camino de México a Guadalajara, que luego continuó por San Juan de los Lagos el virrey Manrique de Zúñiga. En 1542, Sebastián de Aparicio abrió la ruta a Zacatecas. En 1590, el virrey Luis de Velasco hijo, continuó la construcción del camino México-Acapulco que había iniciado Mendoza.

En 1794 se concedió permiso para establecer dos líneas de diligencias, una con viajes semanarios entre México y Guadalajara, pasando por Querétaro, y la otra de México a Veracruz.

Alejandro de Humboldt, al referirse a los caminos de principios del siglo XIX, decía con admiración que se podía hacer un viaje en carruaje desde la capital de Nueva España hasta Santa Fe, Nuevo México.



Figura 4 Red de caminos en la Nueva España tomada de la revista electrónica de geografía y ciencias sociales Universidad de Barcelona.

Como se puede apreciar de los antecedentes citados, la planeación de la infraestructura de los sistemas de transporte se daba a partir de necesidades políticas y económicas, de las características de los vehículos disponibles y de las condiciones geográficas, situación que ha prevalecido por muchos años, como lo evidencia el hecho de que en la época contemporánea, de acuerdo al propio Lay (2005), se puede decir que la planeación del transporte comenzó a principios del siglo XIX cuando en 1808 el Secretario del Tesoro de los Estados Unidos de América planteaba la necesidad de un plan comprehensivo para un sistema nacional de caminos y canales.

## 2. El proceso de planeación del transporte

### 2.1 Marco teórico

De acuerdo con Manheim (1979) en su libro pionero *Análisis de sistemas de Transporte*, el reto del análisis de transporte es intervenir de manera delicada y deliberada en el tejido social, para usar el sistema de transporte efectivamente, en coordinación con otras actividades públicas y privadas, para lograr *los objetivos sociales*. Para el propósito antes citado, sigue el autor, el analista deberá conducir un análisis sistemático válido, práctico y relevante que permita *establecer un modelo del sistema y clarificar los temas a ser debatidos*.

De acuerdo con autores como Goulias (2003) la ingeniería del transporte y la planeación del transporte son las dos caras de la misma moneda para lograr el *diseño de la infraestructura y el servicio que satisfaga las necesidades de movilidad y accesibilidad de una población*. Señala también que los mejores sistemas de transporte son aquellos que se basan en una buena *comprensión del comportamiento humano*.

Por su parte autores clásicos de la Ingeniería de Transporte como Kisthy y Lall (2002), señalan que la ingeniería del transporte comprende conocimientos que van desde las

*ciencias sociales, la economía, la planeación y los sistemas hasta métodos estadísticos y diseño y construcción de infraestructura.*

Wright y Ashford (1997) se refieren a la necesidad de que la función de planeación del transporte se realice de manera continua para mantener niveles aceptables en la prestación del servicio. Asimismo destacan la importancia de conocer *el modelo de Transporte y Uso del suelo* como uno que permite identificar lo que en términos generales pudieran denominarse zonas generadoras y zonas atractoras de viajes.

El modelo propuesto por los autores mencionados se compone a su vez de un conjunto de modelos que incluye el de población, el de actividades económicas, el de uso del suelo y los cuatro del modelo clásico de transporte que son los de generación, distribución, reparto modal y asignación. Para cada uno de ellos se propone tanto un diagnóstico de la situación actual como una proyección en el futuro.

Para Button y Hensher (2001) el transporte es un sistema complejo sujeto a cambios continuos cuya definición depende de la perspectiva del actor desde la que se haga. Al respecto se pueden identificar *la perspectiva del usuario, del prestador del servicio, de la sociedad en su conjunto y del gobierno*. Para el profesional del transporte el reto es abordar la planeación del servicio de tal manera que se tienda a *satisfacer de manera equilibrada las expectativas de los diferentes actores*.

Sussman (2000) Plantea que el transporte es un ejemplo de lo que denomina Sistemas CLIOS por sus siglas en inglés *Complejos, Grandes, Integrados y Abiertos*. Y explica: Un sistema es complejo cuando está compuesto de subsistemas relacionados para los cuales la naturaleza y grado de las interrelaciones son conocidas de manera imperfecta. Así se tiene que el comportamiento del sistema en su totalidad es difícil de predecir aun cuando el comportamiento de algunos de los subsistemas sea predecible.

El autor señala que la escala de tiempo de los subsistemas puede ser diferente lo cual se puede interpretar como el hecho de que cambios en alguno de los subsistemas pueden tener un impacto en momentos posteriores en alguno de los otros. Asimismo el conjunto tiene un comportamiento que está determinado por el efecto integrado de los subsistemas que lo componen.

Que el sistema sea abierto se refiere a que el sistema de transporte es sensible a aspectos sociales, económicos, políticos y ambientales. Una característica singular es que la definición de medidas para mejorar un sistema de transporte puede ser contraintuitiva, es decir, que acciones decididas con base en el sentido común sin sustento teórico, pueden producir resultados contraproducentes. Coincidiendo con otros autores, Sussman agrupa a los componentes de un sistema de transporte en internos y externos.

López (2007) se refiere a la necesidad de llevar a cabo una planeación de los sistemas de transporte que considere *los aspectos económicos pero también los sociales y los ambientales, para lo cual propone el desarrollo de medidas de desempeño del sistema de transporte en cada uno de los rubros establecidos*.



Weiner y Riklin (2005) señalan que el proceso de *identificar problemas de transporte* y de las medidas para solucionar esos problemas es a lo que se denomina planeación del transporte. Citan un hecho que se ha evidenciado en diferentes lugares: Un enfoque simplista de mejora de la infraestructura para resolver problemas particulares de transporte, es usualmente infectivo y algunas veces contraproducente. Los mismos autores proponen, como un primer paso indispensable en la planeación del transporte, la configuración de una *visión de largo plazo del área respectiva*, donde participen los representantes de los grupos interesados y cabría añadir, los representantes de los diferentes temas asociados con las características deseables del sistema de transporte.

La participación de actores como los indicados en el párrafo anterior permitirá formular los objetivos deseables del sistema de transporte y su traducción en medidas de desempeño tanto del sistema en su conjunto como de sus componentes. Las medidas de desempeño se establecerán con base en los atributos del sistema de Transporte que en términos de Cárdenas (2013) se refieren a los siguientes criterios: eficiencia, equidad, sustentabilidad, accesibilidad (ubicuidad), movilidad, certeza, seguridad, rapidez, comodidad.

Hensher D (2005) se refiere a la conveniencia de establecer *medidas de desempeño* como una forma de conocer la contribución de los diversos componentes de un sistema de transporte al desempeño del conjunto. El autor referido señala una serie de requisitos que deben cumplir las medidas de desempeño: Los indicadores deben referirse a objetivos del sistema lo que incluye consideraciones tanto internas como externas; definidos claramente sin ambigüedades; distinguir entre factores fuera del control del sistema y factores dentro del mismo; simples de comprender para aquellos que influyen en su valor; y que sus resultados estén ligados al desempeño total del sistema.

May, Kelly y Shepherd (2005) Plantean que el esquema de predecir y proveer en el transporte ha llevado a situaciones indeseables debido a la falta de consideración de los diferentes factores que actúan y los diversos efectos que se generan, por lo que, basados en las experiencias del Reino Unido, proponen la aplicación de lo que denominan estrategias integradas de transporte. Por estrategias integradas consideran aquellas que integran políticas públicas en materia de infraestructura, modos de transporte y tarifas, uso del suelo, salud, educación y niveles de gobierno.

Banister (2001) señala que hay tres grandes retos en la planeación del transporte terrestre: un alto crecimiento del nivel de motorización, privatización de los servicios y el debate ambiental. Evidencia parte del problema señalando que los niveles de tráfico en muchos países se duplicaron en 20 años mientras la infraestructura crecía entre 10% y 15%.

Iles (2005) refiere que hay importantes diferencias entre la operación del transporte público en países desarrollados y países menos desarrollados. Señala que las diferencias pueden ser un menor ingreso de los usuarios y por lo tanto una menor tasa de propiedad vehicular y una mayor demanda de transporte público. El bajo ingreso

ocasiona también falta de capacidad para el pago de tarifas y baja remuneración para los operadores del servicio. Lo anterior ocasiona a su vez un bajo nivel de capacidades de los administradores, mecánicos y conductores. Puede haber también inestabilidad política, un pobre cumplimiento de las normas y corrupción. Las condiciones de los caminos pueden ser deficientes ocasionando tiempos de recorrido altos, daños a los vehículos y congestionamientos en las áreas urbanas. Los estándares de seguridad, confort, confiabilidad, puntualidad, ruido y contaminación son por mucho menores que en los países desarrollados.

El mismo autor señala que un aspecto primordial para desenredar la madeja de problemas es el establecimiento y aplicación de normas correctamente diseñadas para todos los actores del proceso de transportación, ya que en tanto esto no ocurra el proceso de planeación se hará bajo supuestos que no se cumplen.

Vickerman R. (2005) apunta que las políticas en infraestructura para el transporte pueden ser divididas en dos grandes rubros: inversión en nueva infraestructura y administración y regulación de los usuarios para su asignación en la infraestructura existente.

## 2.2 El modelo de planeación del transporte

De acuerdo a lo expuesto por autores como Simon(2006) y Sussman(2000) se puede establecer que un sistema de transporte está definido por las condiciones de su medio externo y las características de su medio interno. Los componentes del sistema constituyen su medio interno, y deben responder a los requerimientos que les planteen, tanto en el corto como en el mediano plazo, el conjunto de factores que constituyen su medio externo,

Se propone entonces que el modelo de planeación de un sistema de transporte se divida en principio en dos grandes apartados: El medio externo relevante al sistema de transporte y El medio interno integrado por sus componentes y sus interrelaciones.

Figura 5

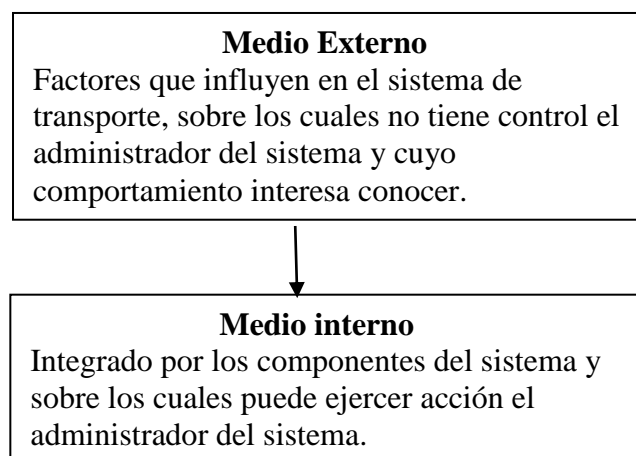


Figura 5 El modelo general del sistema del transporte. Elaboración propia

### **2.2.1 El medio externo**

Los factores del medio externo que se consideran relevantes serán aquellos que influyan en las características de los componentes del sistema de transporte. Un criterio para su identificación y posterior análisis es a partir del objetivo del sistema de transporte.

El objetivo general de un sistema de transporte se puede definir como el traslado de personas y objetos a través de un medio (terrestre, aéreo o acuático), utilizando el modo, la infraestructura y la organización que mejor logren los atributos deseables del servicio.

La definición anterior sugiere la necesidad de indagar por una parte sobre las condiciones del medio por el cual se moverá el sistema de transporte y por otra las características y necesidades de las personas u objetos a ser transportados.

El espacio en que se encuentran las personas y los objetos a ser transportados influye sobre de ellos y por lo tanto constituye el primer factor externo a identificar y analizar. Lo que se puede traducir como la delimitación de la zona de estudio y la identificación de las condiciones de su medio físico, que incluyen los usos del suelo.

Adicionalmente a las condiciones del espacio físico habrá otros factores externos, que generan la demanda por el servicio de transporte.

Para el caso de un sistema de transporte de personas, es evidente que el factor externo preponderante será el de las características de la población potencialmente usuaria del servicio.

De la población interesará conocer aspectos como su cuantía, ubicación, nivel de ingresos, esquema de valores, actividades, entre otros.

En tanto que el transporte de objetos dependerá de características de los mismos tales como: su cuantía, dimensiones, peso, valor, perecibilidad, entre otras.

Derivado de las características tanto de la zona de estudio como de la población habrá un tercer factor que es el conjunto de actividades que se realizan en la primera de ellas por los integrantes de la segunda.

El conjunto de actividades que realiza la población determinará las necesidades del servicio de transporte en aspectos como orígenes y destinos, horarios, tipo de vehículos, entre otros.

En el siguiente diagrama, Figura 6, se ilustran los factores principales del medio externo que determinan los requerimientos sobre el sistema de transporte.

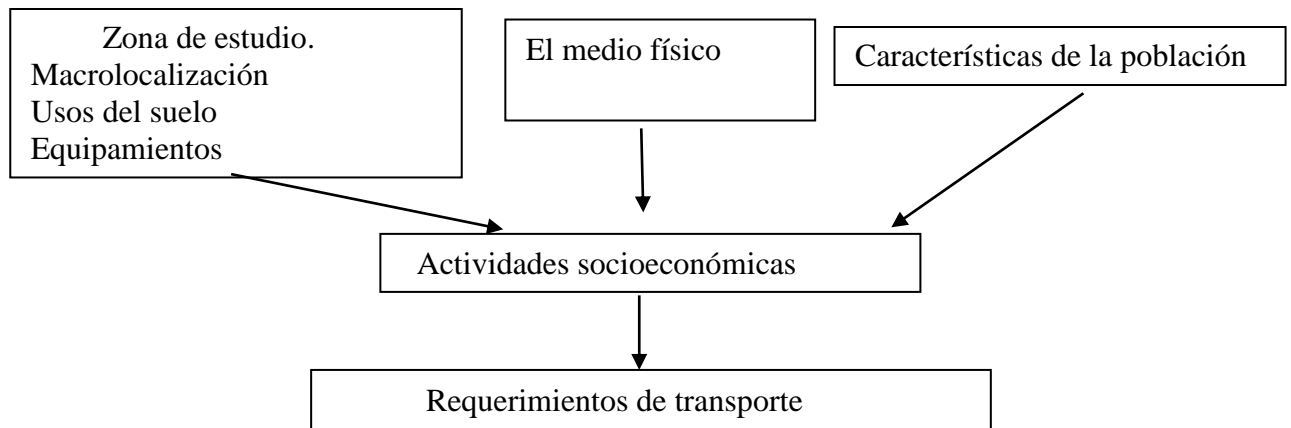


Figura 6. Los factores del medio externo. Elaboración propia a partir de Manheim.

**2.2.1.1 El Medio Físico** se refiere a la identificación de las condiciones climáticas, recursos naturales, topografía, corrientes y cuerpos de agua, suelo, flora y fauna, actividades primarias.

Respecto de la zona de estudio se identifican dos niveles de la misma:

**2.2.1.2 La Macrolocalización** que es la ubicación de la zona de estudio en una región de mayores dimensiones que la contiene. Es el contexto nacional o regional, en el que se ubica la zona de estudio, del que interesa conocer sus dimensiones geográficas, la ubicación y tamaño de sus lugares centrales, su red primaria de caminos e instalaciones de transporte como plataformas logísticas, aeropuertos, puertos, estaciones ferroviarias, terminales de transporte público.

**2.2.1.3 La Microlocalización** se refiere al interior de la zona en cuanto a unidades político administrativas que la integran, los usos del suelo preponderantes distinguiendo los de carácter habitacional, comercial, de gobierno, industriales, educativos, recreativos, de atención a la salud, agrícolas, de preservación ambiental. Así como la Identificación y caracterización de redes de infraestructura vial e instalaciones de transporte.

**2.2.1.4 Las Características de la Población** se refieren a variables como su tamaño y distribución, tasas de crecimiento, estructura etaria y por género, esquema de valores, grado de escolaridad, niveles de ingreso, ocupaciones principales.

**2.2.1.5 Las Actividades Socioeconómicas** de la zona son el resultado, principalmente, de la relación entre las condiciones físicas, los usos del suelo y las características de la población y pueden ser de educativas, comerciales, productivas, culturales, entre otras.

**2.2.1.6 Los Usos del Suelo** en cuanto a dimensiones y grados de especialización definirán, de acuerdo a las características de la población el tipo e intensidad de las

actividades que se realicen en la zona, lo cual a su vez generará necesidades de transporte de personas y objetos.

En términos generales las actividades en una zona determinada, de acuerdo a sus niveles de preponderancia e intensidad, podrán ser de carácter primario si se refieren a cuestiones agrícolas o pecuarias, actividades industriales en sus diversas modalidades, actividades comerciales y de servicios como los de gobierno o de carácter educativo o turístico.

Las actividades genéricas descritas generarán a su vez actividades específicas de las personas las cuales podrán ser de trabajo, estudio, adquisición de bienes y servicios, atención a la salud, recreación, entre otras.

Habrán actividades que requieran del suministro de insumos como bienes y servicios de carácter tanto públicos como privados, entre las que se pueden citar la mano de obra, materias primas, alimentos, energéticos, recolección de residuos y también el traslado de productos hacia otras zonas. Todas las actividades descritas requerirán en mayor o menor grado de un servicio de transporte.

#### **2.2.1.7 Resultantes de las variables del medio externo**

Las interacciones y resultantes de las variables del medio externo pueden sugerir insuficiencias o carencias significativas en el modelo de uso del suelo, que se puede expresar en falta o escasez de equipamientos urbanos asociados a las zonas habitacionales.

El tema de ubicación de los servicios y equipamientos urbanos es uno muy importante ya que una característica de las ciudades en países pocos desarrollados es el crecimiento de zonas habitacionales sin los servicios y los equipamientos urbanos mínimos indispensables, lo que ocasiona un uso intensivo de transporte para atender todo tipo de necesidades de parte de la población.

En cualquier caso, la interrelación entre las variables del medio externo como el tamaño y distribución de la población, las características del uso del suelo y el conjunto de actividades socioeconómicas, generarán los requerimientos de transporte que se expresarán en demandas de capacidad, costo, accesibilidad, oportunidad, seguridad, certeza, rapidez, entre otros atributos.

#### **2.2.2 El medio interno o componentes del sistema de transporte**

El medio interno o componentes del sistema de transporte se integra básicamente por tres elementos que interactúan entre sí y que son: La Infraestructura, La tecnología vehicular y La Organización del servicio, todos ellos mediados por el marco normativo y la administración pública encargada de su planeación, supervisión y control. En la Figura 7 se ilustran las relaciones entre las variables mencionadas.

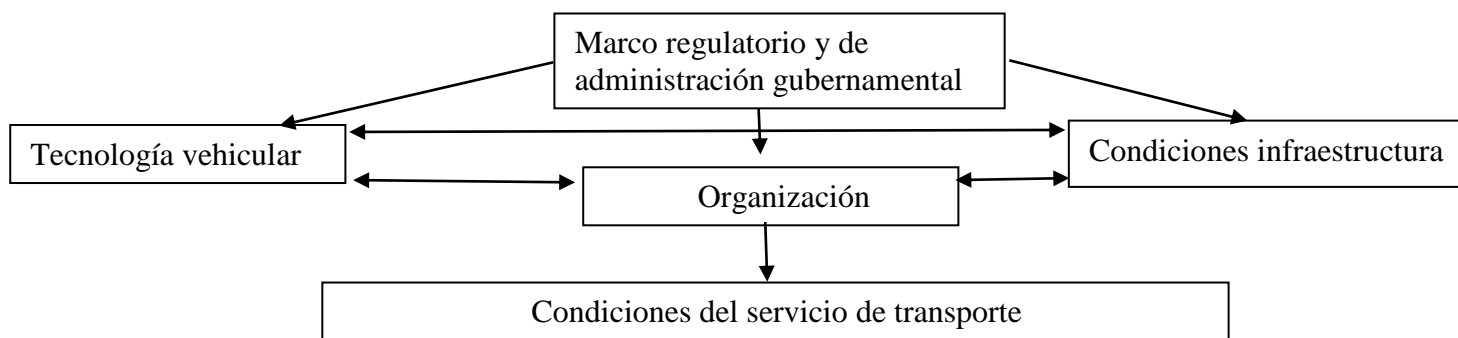


Figura 7. Los componentes del medio interno. Elaboración propia

Las condiciones de cada uno de los componentes y las interacciones entre ellos, determinarán las condiciones del servicio de transporte y el nivel en que satisface los requerimientos externos y cumple con los atributos deseables.

A continuación se hace una breve descripción de los componentes señalados.

### 2.2.2.1 El marco regulatorio.

En principio cabe señalar que los sistemas de transporte operan en la mayor parte del mundo bajo criterios y normas establecidos por los gobiernos nacionales y locales.

Una primera gran diferencia que puede haber es la señalada por Button y Hensher (2005) en relación al grado y forma en que se da la participación de mecanismos de mercado o intervención gubernamental en la prestación del servicio, por sí solos o como ocurre la mayoría de las veces, de manera mixta.

En el caso de que el sistema de transporte esté regido fundamentalmente por criterios de mercado, el indicador de desempeño que regirá será su eficiencia económica. En el caso en que haya un enfoque más social, las medidas de desempeño estarán más orientadas a aspectos como su cobertura y equidad.

Al respecto resulta importante revisar, como lo propone Button (2005) en qué medida y de qué tipo son las fallas tanto en los mecanismos de mercado como en aquellos basados en la intervención gubernamental.

Por otra parte habrá que identificar el conjunto de normas técnicas que regulan diferentes condiciones tanto de la infraestructura como de los vehículos y en qué medida dichas normas responden a los avances en ambos componentes.

En cualquier caso interesará identificar cuál es el nivel de eficacia de las instancias de gobierno encargadas de la planeación, supervisión y control de los diferentes componentes del sistema de transporte: ya sea que se encuentre a cargo directamente de alguna área de gobierno o que esté concesionado o autorizado a prestadores privados.

### **2.2.2.2 La infraestructura.**

Como se ha visto previamente, los caminos fueron planeados desde la antigüedad y habría que considerar que lo fueron a partir de un medio de transporte dado. Es decir los antiguos caminos sumerios y romanos tomaron como variable independiente los usuarios a pie así como caballos y los carros tirados por ellos. Asimismo fue el caso de los puertos que recibían embarcaciones de vela y/o remos.

En la actualidad la infraestructura de transporte tiene una variedad de componentes dependiendo del medio en que se desempeñe, sea este terrestre, aéreo o acuático.

La infraestructura del transporte terrestre ha tomado recientemente el enfoque de aquella necesaria para la movilidad de las personas, de acuerdo a sus necesidades y a las condiciones de su entorno urbano.

Así se tiene que habrá infraestructura de carácter peatonal, para ciclistas, para transporte público y para transporte privado.

Asimismo se habrá de atender a la necesaria integralidad de los diferentes tipos de infraestructura de acuerdo al tipo de actividades que requiera realizar la población.

En el caso de vehículos automotores, que es el que ha tenido un mayor crecimiento tanto para el transporte de personas como de objetos, se tienen dos componentes principales: las vialidades urbanas y carreteras y las terminales o puntos de transferencia.

Respecto de cada una de ellas se pueden identificar condiciones que las pueden hacer más o menos apropiadas a las necesidades de los usuarios y a los atributos deseables en el sistema.

Las características básicas se referirán a su tamaño y localización, las que son motivo de diversos análisis.

### **2.2.2.3 La tecnología vehicular**

El tipo de vehículos de que se dispone para atender los servicios de transporte se caracterizará por aspectos como su capacidad, dimensiones, tipo de motor, combustible de uso, emisiones, costos de operación. Y se evaluarán en términos de criterios de capacidad, confort, eficiencia y sustentabilidad. Así en materia de transporte terrestre podrá haber vehículos de pasajeros, de carga o mixto.

Los vehículos para el transporte de personas podrán ir desde bicicletas, hasta sistemas Metro, pasando por automóviles privados y de alquiler, camionetas de 12 pasajeros, autobuses de 40, sistemas BRT, entre otros.

En cuanto a los vehículos de transporte de carga, podrán variar desde vehículos repartidores urbanos, hasta aquellos de que van desde media hasta 30 toneladas.

También habrá aquellos para transporte especializado, como el escolar, el frigorífico, de residuos peligrosos.

#### **2.2.2.4 La organización del servicio**

De acuerdo a las características de la demanda, al nivel y condiciones de la instancia de gobierno regulatoria y a las características de la infraestructura, habrá diferentes respuestas en la organización del servicio de transporte.

La organización dependerá también del nivel de preparación de sus administradores, al régimen con el que esté autorizado y a la tecnología de operación utilizada, la organización podrá variar desde vehículos en ruta, horarios y frecuencias fijas, hasta vehículos disponibles virtualmente hasta que son requeridos.

Un aspecto relevante será identificar la adecuada complementariedad entre los componentes internos del sistema, tales como el tipo y tamaño de los vehículos respecto a las condiciones de la infraestructura y la organización respecto de los aspectos anteriores. De acuerdo a lo señalado por López (2007) conviene establecer medidas de desempeño de los componentes que permitan un más fácil diagnóstico de su pertinencia.

### **3. Situación actual del servicio**

Un elemento fundamental en el proceso de planeación del transporte es el conocimiento de la situación actual del servicio, en términos de las variables propias de los factores externos y de los componentes internos del sistema.

Para el propósito señalado, se puede recurrir por una parte a fuentes de información secundaria como las del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, en las que es posible obtener datos relativos a la ubicación y delimitación de la zona de estudio, tamaño de la población, actividades económicas preponderantes, distribución y magnitud de los usos del suelo, tipo y capacidad de los equipamientos disponibles.

Una segunda fuente de información son los estudios específicos sobre temas de transporte que en términos generales se pueden agrupar en estudios sobre el comportamiento de los usuarios y en estudios sobre condiciones de la organización, tecnología vehicular y condiciones de la infraestructura.

**3.1 Las encuestas Origen Destino** son una fuente de información muy valiosa acerca tanto de las características propias del usuario como de la demanda de transporte y sobre las condiciones percibidas del servicio por parte del primero. En dichas encuestas, aplicadas sobre una muestra representativa de la población, se incluye la obtención de datos del usuario como edad, género, ocupación, ingreso, posición en la familia, entre otros, a los que se agregarán los datos relacionados con el uso del transporte público o privado y que incluyen cuestiones como origen de sus viajes,



motivo y destino de los mismos, medio de transporte, horario, costos, tiempos de recorrido, así como la problemática percibida en temas como la seguridad, el costo, la accesibilidad, entre otros.

### 3.2 Diagnóstico en términos de atributos del servicio de transporte y medidas de desempeño.

Como se señaló previamente, existe un conjunto de atributos cuyo cumplimiento en términos de estándares o medidas de desempeño, permite identificar el grado de pertinencia de un sistema de transporte.

El conjunto de atributos de un sistema de transporte, conforme a lo establecido por Cárdenas (2013) se refieren a diferentes aspectos que identifican el buen o mal estado del servicio.

En la Figura 8 se enuncian y se describen brevemente cada uno de ellos.

Atributo	Descripción
Ubicuidad	Distancia que el usuario debe recorrer desde su lugar de origen o destino al servicio de transporte.
Movilidad	Cantidad de usuarios a los que el sistema de transporte es capaz de proveer el servicio
Certeza	Seguridad de que el usuario encuentra el servicio en los lugares y horarios establecidos.
Seguridad (safety)	No ocurrencia de accidentes debidos al tránsito vehicular
Seguridad (security)	No ocurrencia de actos criminales en los vehículos y en las inmediaciones de las instalaciones.
Equidad	Relación entre el costo del servicio y el nivel de ingreso del usuario.
Sustentabilidad	Cantidad de contaminantes que el sistema de transporte produce por usuario atendido
Rapidez	Relación entre la distancia y tiempo de recorrido
Eficiencia	Relación entre costos involucrados y servicio proporcionado.
Comodidad	Niveles de ocupación, disponibilidad de asientos.

Figura 8. Los atributos de un sistema de transporte. Elaboración propia

Una manera de conocer la calidad de los servicios de transporte es determinar, mediante inspección directa, las medidas de desempeño del servicio de transporte en relación a los atributos mencionados.

**3.3 Estudios de campo sobre condiciones, capacidad y niveles de servicio de la infraestructura.** Un aspecto preponderante en el funcionamiento de un sistema de transporte es el de las características físicas y de operación de la infraestructura asociada con el servicio. Al respecto se puede recurrir a estudios de campo sobre tipo, dimensiones y condiciones de los componentes viales, aforos para determinar tipo y cuantía de los vehículos, velocidades de recorrido.

Toda la información que puede obtenerse de estudios como los anteriormente descritos, sirve para alimentar el llamado modelo clásico del transporte el cual se describe a continuación y cuyos resultados sirven a definir las acciones a incluir en un plan de mejoramiento de las condiciones del servicio de transporte.

### **3.4 El modelo de 4 fases**

De acuerdo a diversos autores como McNally (2000) una manera de conocer la situación del sistema de transporte es llevar a cabo lo que se denomina el modelo clásico que se conforma de cuatro modelos a saber: Generación, Distribución, Asignación y reparto Modal.

**La generación de viajes** se refiere a identificar cuáles son los montos de generación de viajes de las zonas de estudio identificadas, montos que pueden estar en función de variables como el nivel de ingreso de las personas, la ocupación, la edad, los equipamientos disponibles en la zona de residencia. Las encuestas Origen Destino suelen ser un instrumento muy valioso para conocer el número de viajes que se generan en una zona y para la identificación de variables asociadas como el motivo del viaje, la ocupación del viajero, la frecuencia y horario de viajes.

**La distribución de los viajes** que es el segundo modelo y también puede conocerse por medio de las encuestas mencionadas que permiten conocer el origen y destino de los viajes.

**El reparto modal** se refiere al modo de transporte utilizado por los usuarios y permite conocer la carga de vehículos del sistema de transporte público y privado.

**La asignación** que se refiere a las trayectorias seguidas por los vehículos lo que a su vez permite conocer el volumen vehicular de cada una de las vialidades y de ahí sus niveles de servicio.

## **4. Propuestas**

Una vez que se cuenta con la información relacionada tanto con las necesidades de transporte tanto en el corto como en el mediano plazo y las condiciones actuales del servicio, se puede proceder a definir las propuestas específicas para la comunidad de que se trate, las cuales, de acuerdo a los principios básicos de movilidad se orientarán a proponer acciones en los siguientes rubros:

**Infraestructura peatonal:** consiste de vialidades para uso exclusivo del peatón y cuyo propósito principal es el de permitir el fácil acceso de la población a la adquisición de bienes y servicios de acuerdo a sus necesidades sin afectaciones al medio ambiente y con posibilidades de socialización.

Existen diversos modelos de calles peatonales y especificaciones desarrolladas por instituciones como la American Association of State Highway and Transportation Officials. Un ejemplo de calle peatonal se presenta en la Figura 9.



Figura 9 Calle peatonal tomada de newclearvision.com

**Infraestructura para medios no motorizados como la bicicleta:** Consiste de la delimitación de carriles exclusivos para el uso de ciclistas y de estaciones para la renta de bicicletas por tiempo determinado, lo que propicia el desahogo de las vialidades de vehículos motorizados de uso particular.

Ejemplos de carriles exclusivos para bicicletas se muestran en la Figura 10.



Figura 10 Carriles y estaciones para ciclistas tomado de streetsblog.org

**Sistemas de transporte público BRT:** Consisten de autobuses de alta capacidad que circulan por carriles exclusivos en trayectorias troncales que interconectan zonas habitacionales con zonas comerciales y de servicios y cuyas estaciones o paradas sirven de puntos de transferencia a las calles de uso peatonal y a los medios no motorizados, con mayores efectos en la disminución del número de automoviles particulares y consecuentemente en la contaminación ambiental y en los costos sociales.

Existen insituciones como el National BRT Insitute o el Institute for Transportation & development policy que ofrecen información y guías sobre como diseñar sistemas de transporte BRT.

Ejemplos de características de los sistemas BRT se muestran en la Figura 11.

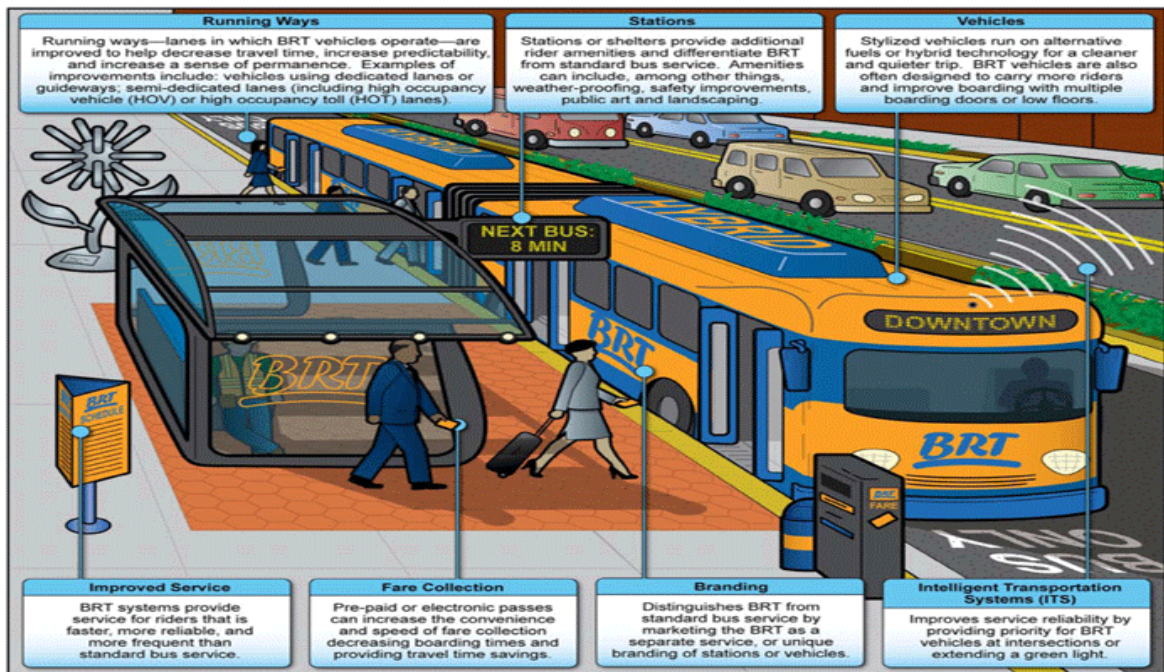


Figura 11. Diagramas de sistemas BRT tomado de downtownfresnoblog.com

**Calles completas:** La propuesta de calles completas o integrales resulta de la búsqueda por encontrar esquemas en el que de manera segura, sustentable y económica convivan los diferentes medios de transporte urbano, lo que se supone puede ocurrir en algunas zonas de las áreas urbanas. El diseño típico de una calle completa se puede encontrar en las guías desarrolladas por instituciones como American Association of State highway & transportations officials o la Municipal Research and Services Center que tiene diversas líneas de políticas para temas urbanos, entre ellos los correspondientes al diseño de calles completas. Ejemplo de calles completas se muestran en la figura 12.



Figura 12. Diseño de calle completa tomado de NACTO Urban Street Design Guide

### **A manera de conclusión**

El proceso de planeación del transporte es, como lo señalan varios de los autores citados, un proceso complejo que requiere la consideración de la simultaneidad e interacción de las acciones de un conjunto de variables internas del sistema cuyo comportamiento fluctúa por el efecto de otras variables externas al sistema.

La breve introducción que aquí se presenta al tema de Planeación del Transporte recoge los conceptos básicos del proceso, ya que cada uno ello constituiría por sí mismo el capítulo de un libro dedicado al tema.

La intención del autor es que los alumnos de cursos introductorios al tema de transporte terrestre cuenten con una referencia de pocas páginas que les pueda servir de guía para el desarrollo de los temas del curso, considerando que se puede profundizar en los temas de interés acudiendo a las fuentes mencionadas en las referencias.

## Referencias

1. Button (2005) Market and Government Failures in Transportation Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions. Pergamon Netherlands.
2. Button K. y D. Hensher (2001) Introduction Handbook of Transport Systems and Traffic Control. Pergamon Netherlands.
3. Button K. y D. Hensher (2005) Introduction Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions. Pergamon Netherlands.
4. DEste G. (2000) Urban Freight Movement Modeling. Handbook of Transport Modeling. Pergamon Netherlands
5. Ettema D.F. y H. Timmerman (1997) Activity Based Approach to Travel Analysis. Pergamon Great Britain
6. Givoni M. y D. Banister (2010) Integrated Transport. Routledge USA
7. Goulias G. K. (2003) Transportation Systems Planning CRC Press USA
8. Hensher D. (2005) Performance Evaluation Frameworks: Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions Elsevier Amsterdam
9. Iles R. (2005) Public Transport in Developing Countries Elsevier Amsterdam
10. Kisthy J. y Lall K. (2002) Transportation Engineering Prentice Hall USA
11. Lay M. (2005) The History of Transport Planning Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions Elsevier Amsterdam
12. López E. (2007) Assessment of Transport Infrastructure Plans: A Strategic Approach Integrating Efficiency, Cohesion and Environmental aspects. Universidad de Madrid.
13. Manheim M. (1979) Fundamentals of transportation systems analysis MIT USA
14. May A., Kelly CH. y S. Shepherd (2005) Integrated Transport Strategies; Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions Elsevier Amsterdam
15. McNally M. (2000) The Four step model. Handbook of Transport Modeling. Pergamon Netherlands
16. Simon H. (2006) Las ciencias de lo artificial Editorial COMARES Granada España
17. Sussman J. (2000) Introduction to Transportation Systems Artech House USA
18. Vickerman R. (2005) Infrastructure Policy: Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions Elsevier Amsterdam
19. Weiner E. y E. Riklin (2005) Long-term Planning: Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions Elsevier Amsterdam
20. Wright P. y Ashford N (1997) Transportation Engineering John Wiley USA
21. [mrsc@mrsc.org](mailto:mrsc@mrsc.org)
22. [www.brt.it](http://www.brt.it)
23. [www.itdp.org](http://www.itdp.org)
24. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
25. [www.ub.edu/geocrit/nova-ig.htm](http://www.ub.edu/geocrit/nova-ig.htm)
26. [www.laalcazaba.org](http://www.laalcazaba.org)
27. [www.newclearvision.com](http://www.newclearvision.com)
28. [streetsblog.org](http://streetsblog.org)
29. [downtownfresnoblog.com](http://downtownfresnoblog.com)
30. [nacto.org/](http://nacto.org/)