

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

"CONSIDERACIONES SOBRE METODOLOGIA
PARA
LA ORDENANZA DEL TRANSITO
EN LA CIUDAD DE GUATEMALA"

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

FRANCISCO JAVIER GODOY ARRIAZA

Al conferírsele el Título de:

INGENIERO CIVIL

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

Guatemala, Agosto de 1968

DL
08
T(85)

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Escuela Central

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano: Ing. Amando Vides T.
Vocal Primero: Ing. Otto E. Becker M.
Vocal Segundo: Ing. Francisco Ubieta B.
Vocal Tercero: Ing. Leonel Pinot L.
Vocal Cuarto: Br. Rolando Llovera.
Vocal Quinto: Br. Víctor Hugo González W.
Secretario: Ing. José A. Massanet P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano: Ing. Otto E. Becker M.
Vocal Segundo: Ing. Francisco Ubieta B.
Examinador: Ing. Jorge Coronado I.
Examinador: Ing. Federico Chavarría
Secretario: Ing. José A. Massanet P.

DEDICATORIA

A Dios

A mis Padres:

Ramón Donato Godoy Turcios
Andrea Arriaza de Godoy

A mi esposa:

Zulma Liliana de Godoy

A mis hijos:

Francisco Javier
Jeda Ileana

A mis hermanos:

Blanca Estela
Víctor Manuel
Julio Romeo
Carlos Enrique

A mis familiares .

A la ciudad de Guatemala .

Al Instituto Nacional Central de Varones .

A la Facultad de Ingeniería .

A la Dirección General de Caminos .

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

Agradecimiento al Ingeniero José Luis Robles, Catedrático de Urbanismo en la Facultad de Ingeniería y ex-jefe de la oficina del plan regulador, por su valiosa orientación al asesorar este trabajo; y al Ingeniero Raul Leclair, técnico Nicaragüense especializado en transportes, por sus magníficas indicaciones sobre Ingeniería de Tránsito.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis titulado:

"CONSIDERACIONES SOBRE METODOLOGIA PARA LA ORDENANZA
DEL TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA"

Tema que me fué asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

CONTENIDO

Página

INTRODUCCION

CAPITULO I.- Elementos del tránsito	6
1.1. El conductor	6
1.2. El peatón	7
1.3. El vehículo	7
1.3.1. Automóviles	8
1.3.2. Camiones	8
1.3.3. Omnibus	8
1.3.4. Vehículos de 2 y 3 ruedas	8
1.3.5. Vehículos sobre rieles	9
1.3.6. Vehículos de tracción animal	9
1.3.7. Vehículos agrícolas o de construcción	9
1.4. La vía	9
1.4.1.a Carreteras internacionales	9
1.4.1.b Carreteras nacionales y troncales	9
1.4.1.c Carreteras regionales o secundarias	10
1.4.1.d Caminos locales o vecinales	10
1.4.2.a Arterias	10
1.4.2.b Calles colectoras	10
1.4.2.c Calles locales	11
CAPITULO II.- Características del tránsito	12
2.1. Volumen de tránsito	12
2.1.1. Unidades	12
2.2. Tránsito promedio diario	13
2.3. Tránsito promedio en días laborales	13
2.4. Volumen horario	13

	Página
2.5 Volumen horario máximo anual	13
2.6 Trigésimo volumen horario máximo	13
2.7 Como se encuentran las características cuantitativas del tránsito.	13
2.8 Porqué se precisa conocer las características cuantitativas del tránsito.	20
2.9 Características cualitativas del tránsito.	23
 CAPITULO III.- Los problemas del tránsito en la ciudad de Guatemala y la necesidad del planeamiento para su solución.	 26
 CAPITULO IV.- Estudios necesarios para el control	 56
4.1 Estudio del medio ambiente en donde se efectúa el análisis	61
4.1.1 Aspecto topográfico de la ciudad de Guatemala	62
4.1.2 Aspecto demográfico	64
4.1.3 Areas de mayor actividad social	65
4.1.4 Crecimiento horizontal de la ciudad	67
4.1.5 Estudio del uso del suelo urbano	68
4.2 Estudios para el flujo del tránsito	71
4.2.1 Clasificación de las calles de la ciudad de Guatemala	72
4.2.2 Inventario de las condiciones físicas de las calles de la ciudad	75
4.2.3 Volúmenes de tránsito en la zona central y en las principales calles de la ciudad	76
4.2.3.1 Recuentos de control	77
4.2.3.1.a Recuentos principales de control	77
4.2.3.1.b Recuentos secundarios de control	78

4.2.3.1.c Recuentos básicos de control	78
4.2.3.2 Recuentos sumarios	79
4.2.3.3 Recuentos sumarios ultracortos	80
4.2.4 Estudio de recorrido y demoras	82
4.2.4.1 Método del vehículo en movimiento	84
4.2.4.2 Método de las placas de circulación	86
4.2.5 Capacidad de las calles	92
4.2.5.1 Capacidad básica	93
4.2.5.2 Capacidad posible	93
4.2.5.3 Capacidad práctica	93
4.2.5.4 Capacidad directriz	93
4.2.5.5 Congestionamiento	95
4.2.5.6 Circulación libre	96
4.2.5.7 Circulación normal	96
4.2.5.8 Circulación restringida	96
4.2.5.9 Circulación congestionada	96
4.2.6 Transporte colectivo en Guatemala	96
4.2.6.1 Transportes lentos o locales	97
4.2.6.2 Transportes rápidos o expresos	97
4.2.6.3 Estudios aplicables	98
4.3 Estudios de origen y destino	100
4.3.1 Método de observación de placas de circulación	101
4.3.2 Método de tarjetas postales	102
4.3.3 Método de señales en los vehículos	102
4.3.4 Método de entrevistas en domicilios	103
4.3.5 Método de entrevistas en la vía	105
4.3.6 Manera en que se hace el análisis de los datos y presentación de los resultados	108
4.3.7 El modelo gravitacional	110

	Página
5.1.2 Dispositivos para regular el tránsito	146
5.1.2.a Señales de tránsito	147
5.1.2.b Marcas en las vías y en sus - inmediaciones	148
5.1.2.c Semáforos	149
5.1.2.d Señales de luz intermitente	152
5.1.2.e Señales para regular el sentido de los carriles	152
5.1.2.f Rugosidades en el pavimento	153
5.1.3 Otros medios restrictivos para facilit- tar la circulación	154
5.2 Medios constructivos para mejorar la circu- lación	155
5.2.1 Características geométricas adecua- das de las vías.	156
5.2.2 Métodos constructivos para facilitar la circulación del tránsito en inter- secciones.	156
5.2.3 Vías expresas urbanas	158
5.2.4 Terminales para estacionar	158
5.2.5 Iluminación de vías	159
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
BIBLIOGRAFIA	164
INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRAFICOS.	166

INTRODUCCION

El crecimiento de las ciudades en el mundo, ha traído consigo una serie de problemas de carácter urbano, que cada país debe resolver de acuerdo con sus recursos humanos, económicos y técnicos para salvaguardar los intereses de sus habitantes; así es como han surgido diferentes tipos de problema en cada ciudad europea, asiática, latinoamericana y particularmente en nuestra propia ciudad de Guatemala, la que ha tomado carácter de "Metropolitana"; y estos problemas pueden tornarse alarmantes, cuando se observan y no se atacan por ningún lado para resolverlos.

Se hace necesario entonces, para los que en algún grado podemos contribuir a ello, tomar cartas en el asunto y dedicar parte de nuestros esfuerzos en señalar ciertos aspectos que están dentro de nuestros conocimientos, con los cuales podemos ayudar, aunque sea, en mínima parte a resolver uno sólo de esos problemas grandes que agobian a las ciudades de hoy y que si no se resuelven de inmediato, pueden perjudicar a las generaciones futuras de ciudadanos en nuestra metrópoli capitalina.

Bajo estos puntos de vista y la imposibilidad de poder enfrentar de lleno, varios problemas, quise contribuir, en ligera forma, a plantear y tratar de iniciar la resolución de uno de los casos que hoy se nos presentan como consecuencia del crecimiento acelerado de nuestra ciudad, horizontalmente más que verticalmente y es la dificultad de trasladarse de un punto a otro de la misma, con economía de tiempo y de esfuerzos.

En los inicios de nuestra vida como Capital de la República y dado el tamaño de nuestra ciudad, no era problema que alguien se pudiese atravesar la misma sin más recursos que sus propios pies; pero luego la situación se tornó diferente, se comenzó a sentir que las distancias eran largas dentro de la propia ciudad y hubo de recurrir a otros elementos, que como: el caballo primero, el carruaje después, el tren y por último el automóvil ayudaran a recorrer esos tramos en el menor tiempo posible.

Es así como ahora, después de tantos años de existencia de nuestra ciudad, la urbanización de la misma y la propia naturaleza de la ubicación de la antigua capital del reino de Guatemala, trajo la necesidad del ciudadano guatemalteco actual de trasladarse en automóvil, por calles y avenidas no hechas en principio para ese propósito y que después, lógicamente, como resultado de la cantidad de vehículos existentes, dió el deterioro de las mismas y la disminución de espacios para la circulación, no sólo del vehículo en sí, sino que limitando también los espacios destinados para el tránsito de peatones.

Para nadie es desconocido, la serie de peripecias que es necesario efectuar para poder ir de un lugar a otro de nuestra ciudad, formándose en algunos puntos lo que se puede llamar "nudos de circulación", que son verdaderos oleajes de vehículos a determinadas horas y que será necesario disolver no sólo para beneficio del que va en vehículo por la necesidad de trasladarse a sus labores cotidianas, sino también para seguridad de aquellos que en un momento determinado, como peatones, necesiten cruzar esos "nudos" como consecuencia de idénticas necesidades.

En otros países, más adelantados que el nuestro, en cuanto se refiere al estudio de este tipo de problemas, como por ejemplo, en los Estados Unidos, estos no revisten la magnitud de nuestro caso debido a que las calles de sus ciudades han sido trazadas considerando la circulación de vehículos y por otro lado, existe gran cantidad de recursos económicos, mientras que nuestras ciudades fueron trazadas -si es que se trazó algo- siguiendo las características europeas de la vieja España, la mayoría de ellas, estrechas.

Por otra parte, no quiere decir que no se hayan tomado medidas referentes al control de tránsito hasta la fecha, porque éstas -si se han dado; pero han sido emitidas por sentimiento más que por un estudio adecuado de la medida a realizar.

Cuando el futuro Ingeniero Civil, a través de su carrera como estudiante universitario, se logra dar cuenta de lo que está sucediendo a su alrededor, en su propia ciudad, se ve obligado por las circunstancias, debido a la escasez de personal preparado en el -

campo de la Ingeniería de tránsito, y alentado por su afán de servir a la comunidad dentro de la que vive, a enfocar temas como el que aquí se presenta en forma de tesis.

Al comenzar a estudiar el problema, su simple enunciado parece llamar a participar, a todos los ciudadanos. Y es que todo el mundo habla de tránsito. Se señalan deficiencias por acá y por allá. Se exige la resolución del problema. La necesidad de resolverlo es evidente. A diario se puede obtener en la Prensa local, muchos artículos dedicados a accidentes de tránsito, de anomalías en la circulación de vehículos, de deficiencia en nuestro reglamento de tránsito, de inoperante aplicación del mismo. Se habla también de las calles recién inauguradas y se menciona su poca funcionalidad a pesar de decirse que es moderna.

El problema del tránsito se agudiza día con día y su resolución parece difícil como efectivamente lo es. Y más difícil aún será enfrentarse con este problema si se deja que aumente y no se adopta la decisión de enfrentarlo.

Mucha gente piensa que la resolución del problema está en la instalación numerosa de semáforos, en el señalamiento en todas partes de la ciudad, en prohibiciones de estacionamiento, en sanciones económicas y castigos a los infractores de el reglamento de tránsito. Esta gente está en lo cierto y puede sentir lo que se necesite. Sin embargo, no se puede instalar semáforos para la resolución del problema, si no se conocen las causas que lo producen; si no se tiene información suficiente acerca de las cantidades de vehículos, personas o vías a las que van a servir y si su funcionamiento va a ser eficiente, cómo puede lograrse tal cosa.

El señalamiento de las calles es indudable que es necesario como un medio para facilitar la circulación; pero, dada la escasez de recursos económicos de nuestra corporación municipal y de las Instituciones del Estado encargadas de hacerlo, se hace necesario estudiar y determinar técnicamente su función presente, futura y las necesidades de su colocación dentro de nuestra ciudad.

Y por último, el tema más señalado por todos los habitantes capitalinos, lo constituye tal vez el reglamento de tránsito en vigor.

No se puede aplicar sanciones justas a los infractores de un reglamento de tránsito que es inoperante. La mayoría de sus regulaciones son pasadas de moda. Basta señalar que el mismo lleva disposiciones de tránsito emitidas en 1938, es decir que datan de 30 años atrás. Y si a esto, que habla por sí sólo, todavía se suma el desconocimiento por parte de los usuarios de vehículos, del mismo, debido a la poca existencia de ejemplares de distribución pública, podemos entonces darnos cuenta del grado de ineficiencia que tiene.

Volviendo a nuestro tema, quiero señalar que el desarrollo de este trabajo lo he dividido en cinco capítulos, los que algunos a su vez se subdividen en sub-capítulos; el primero de ellos define los elementos del tránsito, o sea todos aquellos que entran a formar parte del conjunto general del problema, para poder jugar con estos y situar: tanto al que sustenta la tesis como al que lee, desde un mismo punto de enfoque del problema. Igual finalidad lleva el segundo capítulo.

En el capítulo tercero se analiza la necesidad de planificar - el tránsito en la ciudad de Guatemala, se citan algunas cifras y - se hacen consideraciones acerca de varios tópicos de interés para formarse breve idea del aspecto general del problema actual y lo que posiblemente representará en un futuro.

El capítulo IV se considera como el más importante del trabajo y constituye el objetivo principal del mismo: ofrezco una serie de métodos utilizados en otras ciudades con buenos resultados, para lograr el control del tránsito. Se señalan métodos para efectuar estudios, acerca de la situación física de la ciudad de Guatemala, estudios acerca del flujo de tránsito, el estacionamiento, accidentes de tránsito y otros tópicos que con la categoría de sub-capítulos participan de la metodología general a ser empleada. En algunas oportunidades, se señalan casos específicos dentro de la ciudad de Guatemala, a manera de ilustración.

En este capítulo, es decir el IV, se trata de introducir, dentro del sub-capítulo correspondiente, un nuevo método para predicción de viajes futuros, el cual puede ser muy bien utilizado en la ciudad de Guatemala y se recomienda para estudios posteriores;

se trata del modelo o método gravitacional, muy utilizado cuando se estudian sistemas de transporte. Este método, como se explica más adelante, se basa en el principio de la atracción de masas, señalada por Isaac Newton.

En el capítulo V, se señalan algunos medios para facilitar la circulación. Este señalamiento se concreta a enunciarlos simple y muy brevemente, debido a que el estudio de cada uno de ellos, podría constituir por sí sólo un voluminoso estudio.

Finaliza el trabajo con algunas conclusiones y recomendaciones que a criterio del sustentante deben tenerse en cuenta para lograr en un futuro, que esperamos sea cercano, la ordenanza del tránsito en nuestra ciudad capital.

CAPITULO I

ELEMENTOS DEL TRANSITO

Los elementos del tránsito son aquellos que intervienen en la existencia del mismo, en forma directa. Entre ellos se pueden - contar dos elementos humanos y dos no humanos: el conductor y el peatón. Vehículo y la vía.

La conjugación de los cuatro, viene a ser el objeto de nuestro estudio por lo que procederemos a continuación a tratar acerca de cada uno de ellos.

1.1 El Conductor

El conductor es aquella persona encargada de maniobrar un - vehículo. Considerado tanto individualmente como en forma colectiva viene a constituir el elemento más importante del tránsito.

Para manejar su vehículo, el conductor depende de una serie de sensaciones: acústicas, odoríficas, táctiles, térmicas, musculares y de estabilidad.

El juego de estas sensaciones puede conformar al buen conductor.

Se puede considerar que los buenos conductores se distinguen por seis cualidades fundamentales:

1. Poseen buenas reacciones a los estímulos visuales. Aprecian rápidamente los problemas y toman decisiones - que evitan accidentes.
2. Calculan correctamente las distancias y velocidades de acuerdo con el movimiento de los vehículos y peatones.
3. Son rápidos y están habituados a las situaciones de urgencia.

4. Tienen aptitud mecánica y habilidad necesaria para go--
bernar su vehículo.
5. Sus "actitudes" son positivas y practican la cortesía, lo
que les evita muchas dificultades.
6. Son personas de confianza, puntuales, prontas a asumir -
responsabilidades y respetan los derechos de los demás.

1.2 El Peatón

Es el segundo elemento del tránsito y el segundo elemento -
humano del mismo. Constituye un importante factor que complica
los problemas de circulación en las ciudades, principalmente en
los distritos comerciales.

Este elemento, tiene sus ventajas con respecto al conductor
para apreciar las condiciones del tránsito y generalmente lo hace
con mayor exactitud debido entre otras cosas a su mejor visibili-
dad y velocidad bastante menor.

Dependiendo del lugar y de las características de sus habi--
tantes, así varía la velocidad de los peatones. En los Estados -
Unidos ésta suele ser de 1.0 a 1.4 metros por segundo, pero en
nuestro país esta velocidad es algo menor.

En un estudio de tránsito se hace necesario realizar estas in-
vestigaciones para poder analizar la capacidad de desalojo de las
aceras, según su ancho y obstáculos en la misma, así como tam-
bién para estudio de medios para facilitar la circulación.

1.3 El Vehículo

El vehículo constituye el elemento que hace posible el trasla-
do de las personas de un lugar a otro en el menor tiempo, para -
distancias más o menos largas.

Hay diferentes tipos fundamentales de vehículos a saber:

- 1) Automóviles

- 2) Camiones
- 3) Omnibus
- 4) Vehículos de dos y tres ruedas
- 5) Vehículos sobre rieles
- 6) Vehículos de tracción animal
- 7) Vehículos agrícolas o de construcción

1.3.1 Automóviles

Son vehículos libres con propulsión propia destinados al transporte de no más de 8 personas. Este tipo de vehículo - comprende el automóvil propiamente dicho y los taxis, "jeeps" y camionetas rurales.

1.3.2 Camiones

Se llama así a los vehículos automotores para transportar cargas. Clasificaremos a los camiones en simples y combinados.

El camión simple es el que tiene el motor y la caja montados en su mismo chasis; el camión combinado consta de - una unidad tractora articulada a un remolque o semi-remolque, o ambos elementos a la vez.

1.3.3 Omnibus

Los omnibuses son vehículos montados en neumáticos - destinados al transporte de más de ocho personas. En este tipo se incluyen los autobuses que tienen motor de combustión interna y los trolebuses cuyo medio de propulsión es la energía eléctrica captada de cables aéreos por algún sistema de conexión.

1.3.4 Vehículos de dos y tres ruedas

Son vehículos ligeros para el transporte, generalmente de una o dos personas. Entre ellas distinguimos a las bicicletas sin motor o con él, las motonetas y las motocicletas. Aquí puede considerarse también cualquier otro vehículo que -

en un futuro pudiése aparecer, de cierta semejanza con los -
descritos.

1.3.5 Vehículos sobre rieles

Son los tranvías de diez a dieciocho metros de largo y 2.50 de ancho.

1.3.6 Vehículos de tracción animal

Este es un vehículo tirado por caballo o por bueyes que -
desarrollan velocidades oscilantes entre tres y diez kilóme--
tros por hora. Aunque tiende a desaparecer, su existencia -
vale la pena considerarla aquí.

1.3.7 Vehículos Agrícolas o de construcción

Son todos aquellos vehículos que aunque no son propia---
mente urbanos, en un momento determinado pudiésen aparecer
como tránsito, tales como tractores: agrícolas o de construc--
ción.

1.4 La Vía

Las vías se pueden clasificar en rurales y urbanas, atendien--
do al carácter de la zona donde se encuentran.

Las vías rurales se llaman caminos; y a los caminos de carac--
terísticas modernas destinados al tránsito de un número relativa--
mente grande de vehículos motorizados se les da el nombre de ca--
rrerteras. Atendiendo a su función, las vías rurales se pueden -
clasificar en:

1.4.1.a) carreteras internacionales, cuando tienen por obje--
to proveer un medio de comunicación entre dos países.

1.4.1.b) Carreteras nacionales o troncales si su fin es co--
municar los puntos más importantes de un país y están -
destinadas principalmente al tránsito que corre grandes -
distancias.

- 1.4.1.c) carreteras regionales o secundarias, cuando su interés se limita a una región, pero están vinculados a las nacionales y son para recorridos de mediana longitud; y,
- 1.4.1.d) caminos locales o vecinales, que proporcionan acceso a los puntos más apartados del país conectándolos al sistema de carreteras y se destinan generalmente a trayectos cortos.

La calzada es la parte del camino correspondiente al área que ocupa el pavimento cuando existe. Llamamos carriles a las fajas de calzada que pueden acomodar una sola fila de vehículos de cuatro o más ruedas. Generalmente tienen 2.50 a 3.65 metros de ancho. Bermas son las porciones contiguas a la calzada para estacionar vehículos en tránsito en casos de necesidad urgente y servir de soporte lateral a la zona de circulación. Al conjunto de la calzada y las bermas se suele denominar plataforma del camino, y el área de terreno reservada para el camino es la faja del emplazamiento. Los caminos, o mejor, las carreteras, pueden tener dos calzadas independientes separadas por una faja divisoria del terreno; o bien, su calzada puede estar dividida longitudinalmente en dos porciones por un obstáculo estrecho denominado separador. Las primeras, son carreteras de calzadas independientes y las últimas carreteras de calzada dividida.

Las vías urbanas se llaman calles, y suelen tomar el nombre de avenidas cuando son más anchas y el tránsito circula por ellas con carácter preferente, aunque a veces esta denominación indica simplemente la orientación de la vía. Sin embargo, atendiendo a su función como conductores del tránsito, se ha clasificado a las vías urbanas en:

1.4.2.ª) arterias,

Cuando están destinadas primordialmente a proporcionar un medio para la circulación del tránsito en la forma más expedita que sea posible y tiene como fin secundario el acceso a las propiedades colindantes;

1.4.2.b) calles colectoras,

Si su objeto es recoger el tránsito de una zona urbana, - conducirlo a las arterias, y al mismo tiempo dar servicio a - las propiedades colindantes; y,

1.4.2.c) calles locales,

las que son principalmente para proveer accesos a las propiedades. De acuerdo con el carácter predominante de la zona donde estén situadas, las vías urbanas pueden ser residenciales, comerciales e industriales.

Generalmente las calles no tienen bermas, sino que su calzada está bordeada por una pieza vertical o inclinada que se denomina bordillo. A ambos lados de las calles se suelen construir aceras para el paso de peatones, junto al bordillo o dejando un espacio para el césped. Casi siempre la calle ocupa toda su faja de emplazamiento y no deja lugar a las zonas laterales.

Cuando las carreteras atraviesan zonas urbanas, muchas veces conservan el nombre de carreteras, como orientación, aunque sus características sean las vías urbanas; se denomina intersección al área general donde dos o más vías se unen o cruzan, y comprende todo el espacio destinado a facilitar los movimientos de los vehículos que circulan por ella. Casi siempre abarca todo el ancho de las fajas de emplazamiento de las vías. Y finalmente llamamos cruce, al lugar donde una calzada se une o atraviesa a otra u otros de suerte que en una intersección puede haber uno o varios cruces.

Mucho se puede hablar acerca de los elementos del tránsito, pero aquí sólo se da idea de los aspectos más importantes y no se profundiza en el tema por ser éste, sólo parte integrante de esta tesis a fin de establecer un panorama general.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DEL TRANSITO

En el capítulo anterior, entramos a considerar todos aquellos elementos que intervienen en el objeto de nuestro estudio, situándonos desde un mismo punto de vista.

En este capítulo vamos a entrar a conocer cuales son las características del tránsito, necesarios de conocer en la ciudad de Guatemala, para poder tomar después las necesarias medidas para su control. Así que iremos tratando ordenadamente cada una de estas características que son necesarias de investigar. Aquí sólo se definirá lo que significa cada característica en especial.

2.1 Volumen de Tránsito

Se denomina volumen de tránsito, al número de unidades de tránsito que pasan por un punto dado en un período específico de tiempo.

Este volumen de tránsito, como es lógico, se manifiesta en diferente forma en diversos puntos de la ciudad.

2.1.1. Unidades

Las unidades de tránsito, son los vehículos de todas - clases, ya definidas anteriormente en el capítulo I, considerando también como unidad de tránsito a los peatones.

Los volúmenes de tránsito varían en general, de acuerdo con ciertos patrones más o menos fijos. El conocimiento de estos patrones es muy importante porque permite derivar datos sobre volúmenes de otros que ya se poseen, sin tener que obtenerlos todos sobre el terreno. Los patrones se expresan por la relación entre unidades de volumen de tránsito y unidades de tiempo; o bien, utilizando porcentajes del vo-

lumen de tránsito total o promedio y unidades de tiempo.

Los patrones diarios en vías urbanas son sensiblemente - constantes para una calle determinada -en el mismo día- de la semana pero varían considerablemente de una calle a otra. En calles que van hacia el centro de las ciudades, el patrón tiene variaciones más pronunciadas que en las demás.

2.2 Tránsito Promedio Diario

Es el volumen de tránsito durante un período establecido dividido por el número de días de ese período. Si no se especifica, ese período es de un año (365 días). Este término se abrevia como TPD.

2.3 Tránsito promedio en días laborales

Es el tránsito promedio diario para determinado período, excluyendo sábados, domingos y días feriados. Se abrevia como - TPDL.

2.4 Volumen Horario

Es el volumen de tránsito que pasa por determinado punto de una carretera, durante una hora.

2.5 Volumen Horario Máximo Anual

Es el máximo volumen de tránsito horario que pasa por un punto dado de una carretera en un año determinado.

2.6 Trigésimo (30^o) Volumen Horario Máximo

Es el volumen horario que solamente es excedido por 29 volúmenes horarios durante un año especificado -similares definiciones se aplican al 50^o, 60^o, 80^o, etc., volúmenes máximos - Se abrevia como 30^o V.H.

2.7 Como se encuentran las características cuantitativas del tránsito

Se hace mediante la instalación de medios manuales o mecánicos durante lapsos que pueden ser de corta o larga duración.

Las instalaciones fijas o permanentes, donde los volúmenes de tránsito se van acumulando en forma ininterrumpida, se equipan o deben equiparse - con contadores mecánicos automáticos, - que van imprimiendo en una cinta de papel el número de vehículos que pasan por ese punto, obteniéndose totales para cada hora.

Las máquinas que se usan son del tipo "Traficounter-Mood - RC" que fabrica la casa Streeter-Amet Co. de Chicago. Hay otras casas europeas que las fabrican también, pero operan con el mismo principio.

Estos instrumentos funcionan por medio de impulsos de aire, transmitidos por el paso de los vehículos que transitan por la vía, al oprimir un tubo neumático que se coloca normalmente sobre la calle o carretera. Este impulso incide sobre un diafragma y produce un contacto eléctrico, el cual a su vez acciona el mecanismo contador avanzando un número por cada dos impulsos. Por otra parte el reloj, que funciona mediante cuerda de una semana de duración, conecta cada hora un motor que imprime en una cinta el número representativo del volumen de tránsito de esa hora.

Como cualquier otro aparato, estos también están expuestos a una serie de fallas debidas a desperfectos mecánicos, baterías descargadas, rupturas del tubo neumático, etc., por lo que a veces se pierden datos correspondientes a varias horas. Para compensar estos errores, estos datos se estiman comparándolas con la información de las semanas anteriores y posteriores en esas mismas horas, y directamente proporcionales.

Los medios mecánicos para medir las características del tránsito sólo pueden usarse para recuentos de vehículos únicamente, por cuanto hay datos que no es posible obtenerlos por este método tales como: la clasificación de los vehículos por tipos, número de ellos que giran u ocupantes de los mismos. Para este fin se hacen necesarios entonces, los recuentos manuales, que aunque son caros, sí permiten obtener estos datos, registrando los vehículos que pasan por medio de trazos en papel o con con-

tadores manuales. Ver Figura 2.7.1.

Se estima que el personal que se necesita para estos recuentos es alrededor de una persona por 1,000 vehículos por hora en una vía si el recuento se hace por medio de trazos. Con contadores manuales se puede duplicar el número de vehículos por hora.

Cuando se tiene una intersección de dos vías, para hacer el registro sólo se necesitan dos personas -con o sin contadores- manuales- para todo el tránsito incluyendo movimientos de giro y los tipos de vehículo, siempre que su volumen total no pase de 1,500 vehículos por hora. Para esto, las personas se sitúan en esquinas diagonalmente opuestas y cuentan sólo los vehículos - que entran en la intersección por los accesos de las ramas que convergen en la esquina donde están.

Estos recuentos manuales se hacen en hojas de campo como la de la figura 2.7.2. con una hoja de instrucciones como la mostrada en la figura 2.7.3.

Los datos así obtenidos en la hoja de campo se reúnen en un resumen gráfico para cualquier período de tiempo como el de la - figura 2.7.4 y los recuentos de media hora se tabulan en una hoja como la mostrada en la figura 2.7.5.

Esta tabla fué sugerida al igual que los otros gráficos por la "Association of Casualty and Surety Companies".

Para obtener volúmenes de tránsito, en un tramo de vías urbanas se utiliza el "Método del Vehículo en movimiento" que consiste en emplear un vehículo con su conductor, que recorre el - tramo de vía considerado, acompañado de uno o más observadores.

El conductor debe tratar que su vehículo flote en la corriente de tránsito, pasando igual número de vehículos que los que se adelantan a él; o bien marchar a la velocidad "media" de la corriente según su criterio. Este último procedimiento parece dar mejores resultados, especialmente en vías con varios carriles en un mismo sentido.

Fig. 2.7.2

VOLUMEN DE TRANSITO

HOJA DE CAMPO

PARA MEDIA HORA

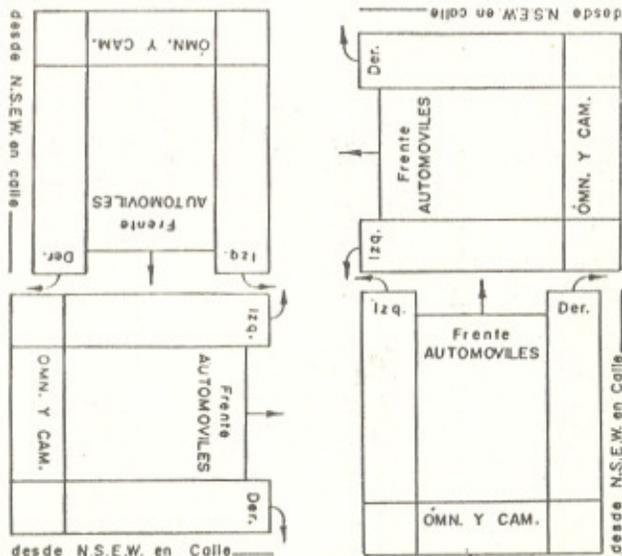
Lugar _____ Estado del Tiempo _____

Condiciones del Pavimento _____ Hora ____ m. a ____ m.

Indique el Norte con una Flecha



Conjunto de contadores manuales "Vot Tally" (Foto cortesía de la Veeder-Root Incorporated).



Fecha _____ Observador _____

—Hoja de campo para registrar con trazos el número de vehículos contados en una intersección; de la "Association of Casualty and Surety Companies" traducida al castellano.®

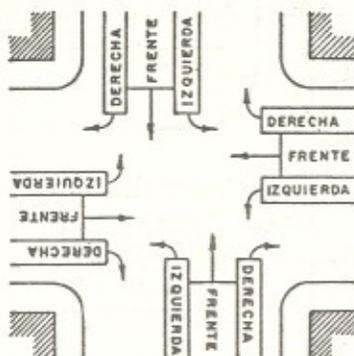
FIG. 2.7.3 VOLUMEN DE TRANSITO

INSTRUCCIONES

Fecha _____ Lugar _____

Hora _____ Recuento _____

Ejemplo de la disposición de los cuatro cuadros para hacer un recuento en una intersección común.



Dibuje un croquis de la propia intersección en el espacio de abajo mostrando: 1) El Norte, 2) Los movimientos mostrados, 3) Los nombres de las calles y números de las rutas.

INSTRUCCIONES GENERALES

Lo que se debe contar: A menos que se indique otra cosa, los vehículos que entran en la intersección son los únicos que se cuentan. Cada vehículo que entra se tabula primero de acuerdo con la dirección en que marcha y luego atendiendo a si gira a la derecha, sigue de frente o dobla a la izquierda. Los giros en U se consideran vueltas a la izquierda. Cuéntense como vehículos todos los tranvías, trenes, vehículos automotores y de tracción animal, bicicletas y motocicletas.

Hojas para trazos: La hoja para trazos tiene cuatro cuadros donde pueden anotarse los vehículos que llegan a la intersección desde cuatro orígenes distintos por lo menos. Cuando esté listo para contar, coloque la hoja en una posición en que queden orientados en su dirección real los cuadros que representan corrientes vehiculares que circulan en la forma indicada por las flechas.

Empleo de las hojas: Use el sistema habitual de cuatro trazos verticales y un quinto trazo diagonal cruzándolos. Cada página de la libreta es para usarse durante una hora. Anote las condiciones atmosféricas al principio y fin de cada recuento o siempre que ocurran cambios.

Equipo: 1) Un reloj, 2) Dos o más lápices medianamente duros, 3) Una buena goma de borrar, 4) Una cuchilla o sacapunta.

— Hoja de instrucciones para recuentos en intersecciones de la "Association of Casualty and Surety Companies" traducida al castellano.

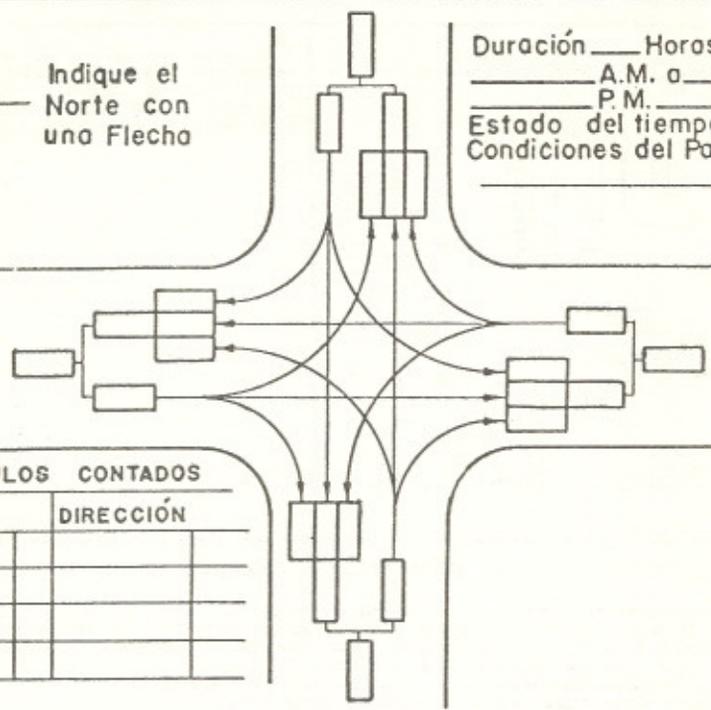
VOLUMEN DE TRÁNSITO

RESUMEN GRÁFICO

LUGAR: _____ FECHA: _____

Indique el Norte con una Flecha

Duración _____ Horas desde
 _____ A.M. a _____ A.M.
 _____ P.M. _____ P.M.
 Estado del tiempo _____
 Condiciones del Pavimento: _____



VEHÍCULOS CONTADOS			
CLASE		DIRECCIÓN	
Todos			
Autos			
Ó. y C.			
Otros			

OBSERVACIONES: _____

FECHA: _____ COPIADOR: _____

— Resumen gráfico de los datos obtenidos en un recuento de tránsito de cualquier duración en una intersección, sugerido por la "Association of Casualty and Surety Companies" y traducido al castellano.³

FIG. 2.7.4.

VOLUMEN DE TRANSITO

SUMARIO TABULAR

Lugar _____ Fecha _____

Estado del Tiempo _____ Condiciones del Pavimento _____

HORA INICIAL m.	Desde el N. en Calle _____			Desde el S. en Calle _____			Desde el E. en Calle _____			Desde el W. en Calle _____			TOTALES POR MEDIAS HORAS
	Izq.	Fre.	Der.										
7:00- 7:30													
7:30- 8:00													
8:00- 8:30													
8:30- 9:00													
9:00- 9:30													
9:30-10:00													
10:00-10:30													
10:30-11:00													
11:00-11:30													
11:30-12:00													
12:00-12:30													
12:30- 1:00													
1:00- 1:30													
1:30- 2:00													
2:00- 2:30													
2:30- 3:00													
3:00- 3:30													
3:30- 4:00													
4:00- 4:30													
4:30- 5:00													
5:00- 5:30													
5:30- 6:00													
6:00- 6:30													
6:30- 7:00													
7:00- 7:30													
7:30- 8:00													
8:00- 8:30													
8:30- 9:00													
9:00- 9:30													
9:30-10:00													
10:00-10:30													
10:30-11:00													
TOTAL													
TOTAL													

A.C.S.C. No. 119

FECHA _____

COPILADO POR _____

— Sumario tabular para un periodo de 16 horas de datos obtenidos en un recuento de tránsito en una intersección. Tabla sugerida por la "Association of Casualty and Surety Companies" traducida al castellano.³ **FIG. 2.7.5.**

El observador -u observadores- debe registrar el tiempo (T) - que tarda su vehículo (0) en recorrer el tramo de vía considerada, los vehículos que se cruzan con él y que vienen en sentido contrario (C), los pasados por su vehículo (P) y los que se adelantan a él (A). Para facilitar los cálculos es conveniente usar un cronómetro graduado en centésimos de minuto. Ver figura 2.7.6.

Si se recorre la vía igual número de veces en un sentido que en el otro, la siguiente fórmula nos dará un estimado del volumen (V) en los dos sentidos:

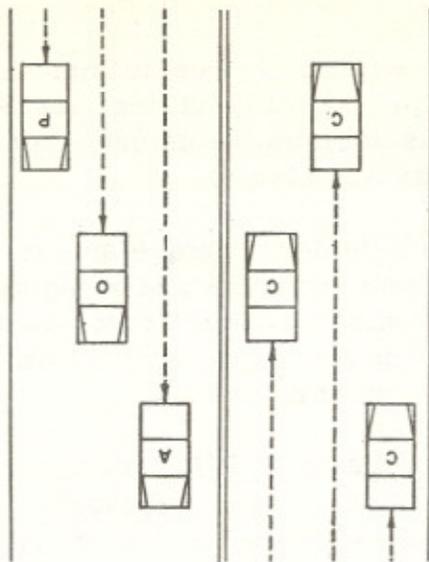
$$V = \frac{C + (A-P)}{T}$$

La precisión del volumen estimado depende del número total - de minutos contados y del volumen de tránsito del tramo de vía - considerado.

Estudios efectuados en los Estados Unidos indican que un recuento de treinta minutos realizado durante la hora de mayor circulación en un tramo homogéneo de vía urbana de ochocientos - (800) a tres mil doscientos metros (3200), con T.P.D. de tres mil vehículos (3000) -y volumen máximo horario diez por ciento (10%) del T.P.D.- , produce un estimado del volumen horario máximo - que difiere en menos del diez por ciento (10%) del volumen real - en el 68.27% de los casos, y menos del 20% en el 95.45% de los casos. Cuando el T.P.D. es de unos cuatrocientos (400) vehículos, se considera que es suficiente realizar un recuento de diez - minutos por tramo de vía urbana de mil seiscientos metros (1600) -una milla- de longitud. La aplicación de métodos estadísticos - permite determinar la duración del recuento apropiada para obtener la precisión deseada, de acuerdo con las condiciones existentes.

Los datos obtenidos por este método pueden disponerse en un registro como el que se muestra en la figura 2.7.7 sugerido por - el "National Committee on Urban Transportation" de los Estados - Unidos. Este método sirve además para determinar tiempos de recorrido y velocidades de recorrido medias.

2.8 Porque se precisa conocer las características cuantitativas -



—Tipos de vehículos considerados en el método para determinar volúmenes de tránsito del vehículo en movimiento.

FIG. 2.7.6.

FIG. 2.7.7.

Observador

Fecha

Tramo

Longitud

Dirección

Fecha	Número del Recorrido	Hora	T (Minutos)	C Vehículos que vienen en sentido contrario	A Vehículos que adelantan al observador	P Vehículos pasados por el observador
Totales:						

$$V = \frac{C + (A - P)}{T} =$$

— Registro sugerido por el "National Committee on Urban Transportation" para disponer los datos sobre recuentos de volúmenes por el método del vehículo en movimiento.

del tránsito

En este mismo capítulo hemos definido las características - del tránsito a los que por su naturaleza los he clasificado como cuantitativos. Más adelante hablaremos acerca de las características cualitativas del mismo.

Ahora vamos a establecer porqué se estudian cada una de ellas y para qué sirven; esto para poder seguir con nuestro objeto de situarnos con el mismo conocimiento, aunque somero, del tema de esta tesis, para en los últimos dos capítulos entrar de lleno al problema realmente nuestro.

El tránsito promedio diario (T.P.D.) se emplea muy especialmente en estudios económicos, porque representa la utilización o servicio de la vía y sirve para hacer distribuciones de fondos, planear vías, realizar estudios sobre ingresos viales, etc.; pero no se puede usar para determinar las características geométricas de una vía.

Los valores del T.P.D. tienen una variación de escala muy amplia dependiendo del lugar donde se obtenga: residencial, autopista urbana, carretera troncal, etc.

El tránsito promedio en días laborales (T.P.D.L.) tiene una muy similar función que cumplir que el T.P.D.

Dentro de los volúmenes horarios estudiados o definidos antes, vimos los volúmenes horarios máximos, estos se utilizan para proyectar las características geométricas de las vías y determinar su posible deficiencia en capacidad. También se utilizan estos volúmenes horarios máximos para planear programas de regulación de tránsito.

Para proyectar las vías, en los Estados Unidos se suele adoptar el trigésimo (30^o) de la serie de volúmenes horarios que circulan en un año, ordenados en escala descendente y considerados individualmente. O sea que durante un año habrá veintinueve volúmenes horarios superiores al "Trigésimo".

Los volúmenes de tránsito sufren también variaciones diarias, semanales, anuales y por sentido. De éstos considero más importante la última, dado a que esto ocurre de acuerdo con las características propias de la ciudad y la forma de vida de sus habitantes.

Ya antes dijimos que para proyectar las vías se suele adoptar el trigésimo (30°) volumen horario, pero este fluctúa año con año o por lo menos es susceptible de variar. Luego cuando se tiene un estudio de tránsito adecuado, recomendándose como mínimo durante cinco años en volúmenes horarios, para la proyección geométrica de la vía, se utiliza como volumen directriz el trigésimo (30°) volumen horario máximo de los cinco años, entendiéndose que el volumen directriz es el usado para dicha proyección.

La selección de este valor (30° volumen horario máximo) es sumamente empírico y se atiende a razones de carácter práctico obtenidas de un gráfico, el cual se logra como sigue:

En un sistema de coordenadas cartesianas, se ponen como ordenadas los volúmenes horarios que circulan por una vía durante un año -expresados en porcientos del T.P.D.- y como abscisas el número de volúmenes horarios iguales o superiores al valor de la ordenada correspondiente, con lo cual obtenemos una curva como la de la figura 2.8.1.

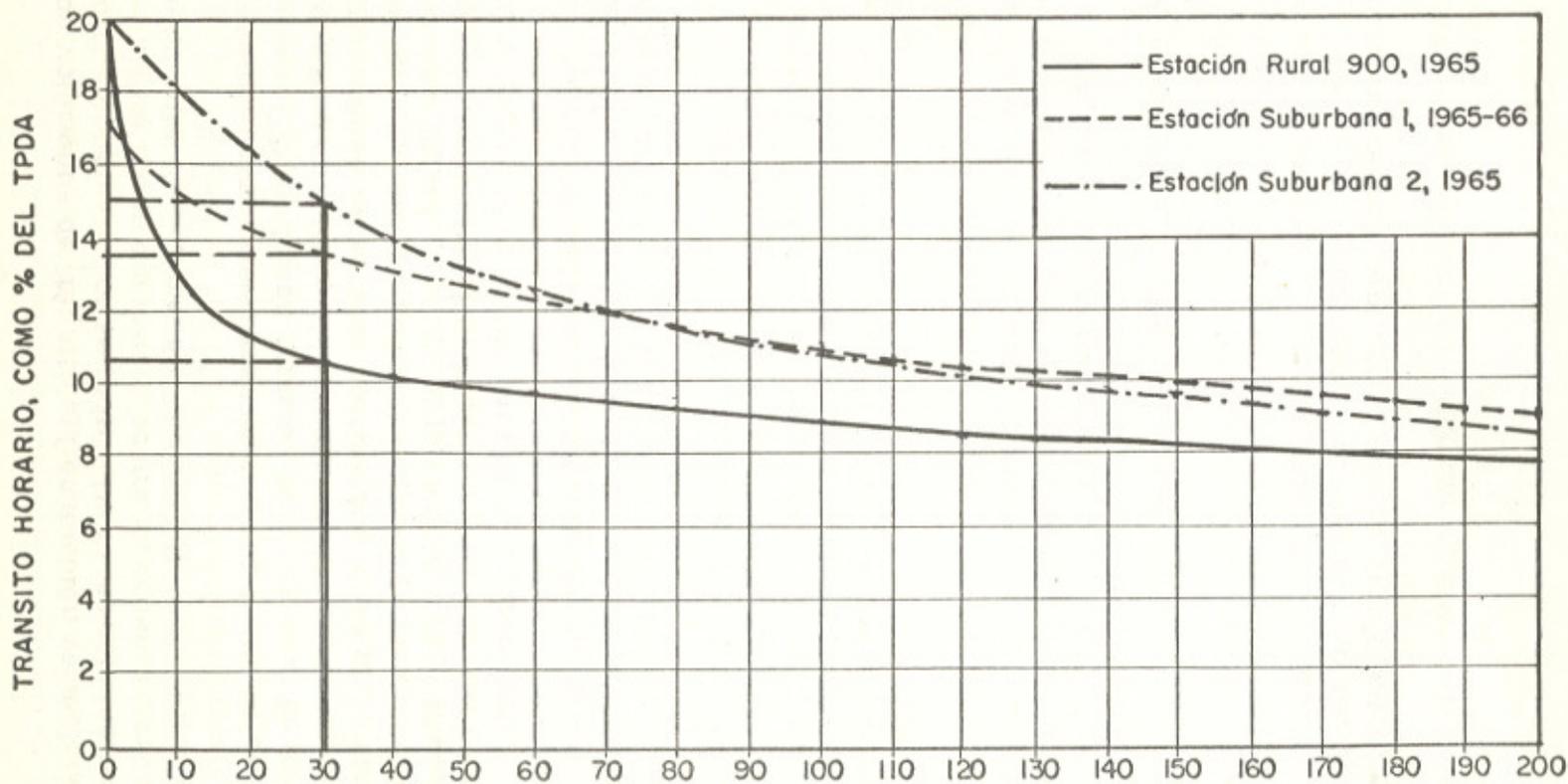
Tomamos luego el trigésimo, debido a que éste suele marcar el punto en que el volumen de tránsito empieza a aumentar bruscamente y no se justifica incrementar mucho la capacidad de una vía para usar esa capacidad total sólo unas cuantas veces al año.

2.9 Características Cualitativas del Tránsito

Además de las características cuantitativas como las mencionadas con anterioridad, se hace necesario en un estudio de tránsito investigar todas aquellas otras características que dependen exclusivamente de la disposición de los lugares en una ciudad, de las costumbres de sus habitantes y de su propio autoctonismo.

La situación especial muy singular de una ciudad depende de

FIG. 2.8.1 VOLUMENES HORARIOS MAXIMOS



NUMERO DE HORAS EN EL AÑO CON TRANSITO IGUAL O MAYOR QUE EL INDICADO
 FUENTE: DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS,

muchos factores: de su localización geográfica, del grado de urbanización que posee, de la calidad de sus calles existentes, de la distribución de su suelo urbano con distintos fines, de su posición de ciudad portuaria, de la capacidad económica del país - en donde se encuentra, etc. De todos estos aspectos, algunos son fácilmente evaluables pero otros sumamente difícil hacerlo y contribuyen a significar el tránsito de la misma. El objeto de este señalamiento, es para no olvidar su existencia especial en --- cualquier estudio de carácter urbano que se haga. Estas características que aquí no se pueden concentrar en definiciones porque son distintas de país a país, deben unirse a las características - cuantitativas para el estudio final del problema del tránsito.

CAPITULO III

LOS PROBLEMAS DEL TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA Y LA NECESIDAD DEL PLÁNEAMIENTO PARA SU SOLUCION

No podemos entrar a hablar directamente de los problemas del tránsito en nuestra ciudad, sin conocer previamente los aspectos y factores que han intervenido para la creación de los mismos. Es indispensable para el Ingeniero de Tránsito o para el estudioso de esta rama el conocimiento de lo que ocurre o ha ocurrido en la ciudad que se estudia; los fenómenos sociológicos, económicos, físicos y culturales. Es por ello, que en este capítulo vamos a exponer elementos de juicio que nos den el marco que queremos para señalar porqué es necesaria la planificación del tránsito en nuestra ciudad.

Empezaremos analizando como está creciendo nuestra ciudad en diferentes órdenes. Primero el crecimiento de nuestra ciudad en su población, y esto nos interesa por cuanto el número existente de peatones en la misma, equivale a la cantidad de gente existente en un momento dado.

El crecimiento de la ciudad se debe a tres factores fundamentales: la fecundidad de sus habitantes, la mortalidad y las migraciones internas. La primera de ellas es de carácter positivo, la segunda es negativa y la tercera puede ser positiva o negativa dependiendo de que se incremente o disminuya el número de habitantes. Tanto la fecundidad como la mortalidad pueden depender del grado de salud del pueblo, pero como lo que se intenta siempre por medio de los programas de salud pública es mejorar la salud, suele incrementarse la fecundidad y disminuir la mortalidad, siendo por esta causa influenciada la ciudad en la existencia cada vez mayor de personas en proporción directa a los mejores programas de salubridad.

En el tercer aspecto, o sea el de las migraciones, suele considerarse la emigración y la inmigración, la primera de ellas es

de carácter negativo por cuanto se desaloja la ciudad y la segunda es de carácter positivo debido a que la ciudad recibe individuos aumentando la población.

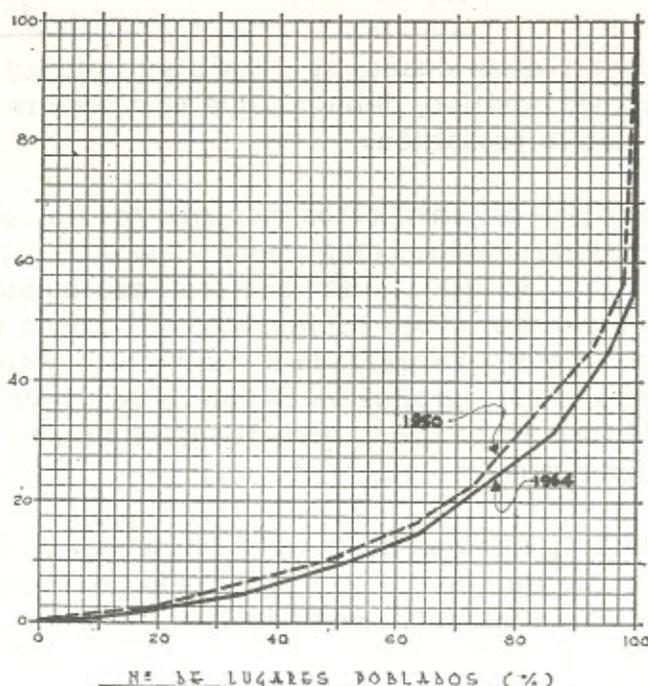
Las causas que originan estos movimientos de población son la pérdida de oportunidades, en el campo, para trabajar, la falta de servicios y la industrialización que crea oportunidades de trabajo para las personas. Esta población rural, acude primeramente a las aldeas, de allí se traslada a los pueblos y finalmente llegan a nuestra ciudad capital en búsqueda de nuevos horizontes los que no siempre encuentran, pero que para nuestro estudio podemos considerar como nuevos peatones.

En Guatemala, como en el resto de países de la América Latina, se tiene una gran ciudad y luego una serie de poblaciones muy pequeñas en comparación con ésta.

Los pocos censos efectuados en Guatemala no permiten obtener suficiente información para hacer un estudio comparativo de las tendencias de concentración de población aunque sí se puede examinar los resultados de los censos de los años de 1950 y 1964. De acuerdo con estas cifras, la población de las cabeceras municipales pasó de 866,139 habitantes en 1950 a 1,438,061 en 1964 o sea un aumento del 66% en los catorce años que corresponde a un incremento geométrico medio anual de 3.68% que excede al de 3.28% manifestado por la población total.

* Un gráfico de Lorentz preparado con la acumulación de las cifras relativas a número de lugares poblados y habitantes, muestra una tendencia creciente a la concentración, como puede verse en la figura 3.1, en la cual la diagonal indica una condición de equidistribución. Por consiguiente, mientras más se separa el gráfico de distribución de dicha línea, mayor es la concentración.

* Tomado de "Problemas de la Urbanización en Guatemala".
Ver Bibliografía.



CUADRO 3,1

Tasas de crecimiento de las poblaciones total, urbana¹ y rural y de la principal ciudad para los países latinoamericanos, y tasa de urbanización en diversos periodos.

País	Periodo	Tasa anual del crecimiento de población (por ciento)				Tasa de urbanización ²
		Total (t)	Urbana (u)	Rural (r)	Ciudad mayor	
Argentina	1947-60	1.8	3.2	0.3	—	1.3
Brasil	1950-60	3.1	6.5	2.1	3.9 ³	3.3
Chile	1952-60	2.8	5.9	0.2	4.2	3.1
Costa Rica	1950-63	4.0	4.5	3.8	4.6	0.5
Ecuador	1950-62	3.0	6.6	2.0	—	3.5
El Salvador	1950-61	2.8	5.8	2.3	4.3	2.9
Guatemala	1950-64	3.3	4.7	2.8	5.1	1.4
Honduras	1950-61	3.0	8.1	2.5	5.9	5.0
Jamaica	1943-60	1.5	4.0	0.9	—	2.5
México	1950-60	3.1	5.2	2.3	4.9 ⁴	2.1
Nicaragua	1950-63	2.6	5.9	1.9	—	3.2
Panamá	1950-60	2.9	5.1	2.0	5.2	2.1
Perú	1940-61	2.2	5.7	1.3	4.9	3.4
Puerto Rico	1950-60	0.6	1.0	0.5	1.9	0.3
Rep. Dominicana	1950-60	3.5	9.0	2.6	7.3	5.3
Venezuela	1950-61	4.0	8.1	1.4	6.8	3.9

Fuente de Información: J. D. Durand y C. A. Peláez: Patterns of Urbanization in Latin America, Conferencia del Milbank Memorial Fund, New York, 1965. Se agregó la información de Guatemala.

1 Población en lugares con 20 000 o más habitantes.

2 Esta tasa se obtuvo en la siguiente forma: $\frac{(u) - (t)}{100 + (t)} \times 100$ que equivale a la tasa de aumento anual en por ciento, de la relación entre la población urbana y la total.

3 Población combinada de Río de Janeiro y San Pablo que tenían casi igual población en 1960.

4 Distrito Federal.

La tendencia aquí señalada a la megacefalia se pone de manifiesto en los estudios comparativos hechos con relación a Latinoamérica, en los cuales aparece que en trece de los diez y seis países respecto a los cuales se tiene información reciente, más de la mitad de la población urbana se encuentra en una ciudad. La ciudad de Guatemala, con una población que excede al medio millón, duplicó su número de habitantes en los catorce años del período intercensal.

En 1950 la población rural de la ciudad de Guatemala apenas significó un 3.5% de la población urbana del municipio y ahora con la incorporación a la parte urbana de áreas que todavía en 1950 fueron conceptuadas como rurales, su importancia relativa es aún menor; pero, por otro lado, hay población de municipios vecinos al de Guatemala que forman parte del área metropolitana, y que deben incorporarse a la población urbana, para los fines que nos interesan en este trabajo, aunque esto es difícil de estimar debido al estado actual de las tabulaciones censales. Con la inclusión de esta población, se puede estimar que la población de la ciudad de Guatemala es alrededor de los 600,000 habitantes. En 14 años la población de la ciudad de Guatemala se incrementó en 101.5% lo que significa un crecimiento geométrico medio del 5.13% anual. Si se considerara que el crecimiento natural de la ciudad fuera igual al del país, que resultó ser del 3.28% anual sólo un 64% del crecimiento de la misma podría atribuirse a tal causa, y por consiguiente el 36% restante debe atribuirse a un crecimiento por movimiento interno de la población o sea el saldo neto de la migración interna con relación a dicha área.

Dentro del crecimiento de población en ciudades latinoamericanas corresponde a Guatemala una tasa de urbanización de 1.4% que sólo excede a las de Puerto Rico (0.3%) y Costa Rica (0.5%) y es casi igual a la de Argentina (1.3%).

Sin embargo, a la ciudad de Guatemala le corresponde un 86% de la población urbana -poblaciones con más de 20,000 habitantes total del país.

Según el cuadro 3.1 en el período 1950-64 la tasa de creci-

miento de la ciudad de Guatemala es del 5.1% y sólo fué superado por Santo Domingo, Caracas, Panamá y Tegucigalpa. Esto quiere decir que aunque la tasa de urbanización aún no es tan alta como en otros países latinoamericanos, la tasa de crecimiento de la principal ciudad si es de mayor importancia.

En las proyecciones de población que han sido elaboradas para el área centroamericana se espera una redistribución de la población futura de Guatemala, de tal naturaleza, que la población urbana que en 1950 constituía un 25% de la población total -según concepto del censo de 1950- pasaría a constituir el 33.4% en 1980. O sea que la población urbana en 1980 será un 27.5% de la de 1950 o lo que es lo mismo, un aumento del 3.42 % anual.

En el censo realizado del 18 al 26 de abril de 1964, se obtuvo una población total para el municipio de Guatemala de 578,990 habitantes incluyendo la población rural, que dicho sea de paso es muy escasa, por lo que en la actualidad puede decirse que está dentro del área metropolitana.

Con base en los censos de 1950 y 1964 se pueden obtener las estimaciones de población para la ciudad de Guatemala de 1964 a 1984 y las mismas aparecen en el cuadro 3.2.

CUADRO 3.2

Año	Proyección lineal	Proyección geométrica
1964	578,990	578,990
1965	599,322	600,853
1966	619,656	630,129
1967	639,986	660,830
1968	660,318	693,029
1969	680,650	726,795
1970	700,982	762,207
1971	721,314	799,344
1972	741,646	838,292
1973	761,978	879,136
1974	782,310	921,970
1975	802,642	966,891
1976	822,974	1,014,002
1977	843,306	1,063,413
1978	863,638	1,115,220
1979	883,970	1,169,558
1980	904,302	1,226,544
1981	924,634	1,286,305
1982	944,966	1,348,978
1983	965,298	1,414,707
1984	985,630	1,483,635

Fuente: Tesis del Ingeniero Miguel Augusto Meneses "Consideraciones sobre la vivienda multifamiliar en la ciudad de Guatemala".

De los dos tipos de proyección mostrados en el cuadro anterior, el más indicado es el geométrico debido a las características de crecimiento de nuestra población.

En el mismo censo se obtuvieron los siguientes resultados

en la distribución por zonas de los habitantes, ver cuadro 3.3.

CUADRO 3.3 *

Zonas	Total de habitantes	% por zona
Total	578,990	100%
1	96,000	16,6
2	22,488	3.9
3	60,322	10.4
4	8,214	1.4
5	75,979	13.1
6	64,214	11.1
7	81,950	14.2
8	25,196	4.4
9	8,190	1.4
10	16,234	2.8
11	36,155	6.2
12	40,777	7.0
13	10,671	1.8
14	8,479	1.5
15	3,909	0.7
16	3,729	0.6
17	7,262	1.3
18	9,221	1.6

* Fuente: Dirección General de Estadística datos de población - 1964.

Aquí se puede observar que las zonas más populosas son las zonas 1,7,5,6, y 3; sólo ellas tienen el 65.4% del total del municipio. Las zonas 12 y 11 están moderadamente habitadas y representan el 13.2% del total; las restantes tienen el 21.4%.

De cuadros como el anterior, el Ingeniero de Tránsito puede - hacer muy interesantes observaciones y por este fin es que aquí se

ha incluido. Se puede ver por ejemplo cuáles son las zonas - que necesitan más medios de transporte colectivo, cuáles se encuentran servidas en exceso y se puede ver también al compararlas físicamente, así a grandes rasgos, qué vías necesitan ampliarse, aunque para lo anterior ya se hablará detalladamente en el capítulo siguiente.

Anteriormente hemos hablado del proceso de urbanización que experimenta nuestra ciudad, pero para formarnos una idea un poco más clara veamos cómo ha ido creciendo desde el año 1776 -fecha en que nuestra capital fué trasladada al Valle de la Ermita-. Aunque estos datos han sido o fueron "inflados" en algunas ocasiones por cuestiones políticas que no viene al caso comentar, bien vale la pena saber que se han realizado siete censos de población, uno en la época colonial y los demás en el lapso de nuestra vida independiente. He aquí el cuadro completo: -ver cuadro 3.4-

CUADRO 3.4 *

Año	Períodos Intercensales	No. de habitantes	Índice de Crecimiento	Incremento Relativo
1778	--	23,434	100%	--
1880	102 años	55,728	237.8%	137.8%
1893	13 "	67,818	289.4%	21.7%
1921	28 "	112,086	478.3%	65.3%
1940	19 "	174,868	746.2%	56.0%
1950	10 "	284,276	1,059.5%	62.6%
1964	14 "	578,990	2,470.7%	103.7%

* Está incluida la población rural, por estimarla la Dirección General de Estadística un número muy pequeño.

El municipio de Guatemala, está clasificado como de alta densidad de población y en las áreas marginales, donde las vi-

viendas no tienen construcción formal, se presentan problemas de hacinamiento con los males que se derivan del mismo. Luego, es interesante observar el siguiente cuadro, en el que se muestran las densidades brutas de población y en áreas por zonas de la ciudad de Guatemala. Esto nos puede dar una idea general de áreas disponibles para fines de descongestionamiento. -ver cuadro 3.5-

CUADRO 3.5

Año	Área (ha)	Población	Densidad (hab/ha)
1963	14	240,000	17,143
1950	10	160,000	16,000
1940	12	180,000	15,000
1930	15	225,000	15,000
1920	18	270,000	15,000
1910	20	300,000	15,000
1900	25	375,000	15,000
1890	30	450,000	15,000
1880	35	525,000	15,000
1870	40	600,000	15,000

CUADRO 3.5

Zona	No. de habitantes	Area total de las zonas en hectáreas	Densidad bruta total de habitantes por hectárea	Superficie construida hectáreas	Superficie no construida hectáreas	Grado de densidad
Total	578,990	24,919	23	3,752	21,173	
1	96,000	643	149	570	73	A.D.
2	22,488	975	23	154	821	D.M.
3	60,322	420	144	208	212	M.D.
4	8,214	100	82	101	1	B.D.
5	75,979	528	141	296	232	M.D.
6	64,214	758	85	223	535	M.D.
7	81,950	1,778	46	552	1,226	D.M.
8	25,196	125	202	122	3	M.D.
9	8,190	245	33	213	32	B.D.
10	16,234	550	30	307	243	B.D.
11	36,155	1,150	31	361	789	B.D.
12	40,777	1,178	35	245	933	A.D.
13	10,671	740	14	127	613	B.D.
14	8,479	573	15	112	461	B.D.
15	3,909	963	41	37	926	B.D.
16	3,525	3,525	1	27	3,498	D.M.
17	7,262	6,793	1	38	6,755	A.D.
18	9,221	3,875	2	60	3,815	A.D.

en que:

M.D. = máxima densidad

A.D. = alta densidad

D.M. = Densidad media

B.D. = baja densidad

La ciudad, además de crecer vertiginosamente en población, crece físicamente a un ritmo muy acelerado. No existen datos de la forma del crecimiento físico de la ciudad; pero presenta cierto desorden motivado fundamentalmente por la no existencia de ordenanzas de construcción, de un plan regulador adecuado y la presencia de las áreas marginales. Debido a esta anomalía los problemas se vuelven cada vez más numerosos; el costo del crecimiento urbano y el mal funcionamiento de la planta física de la ciudad resultan elevadísimos.

Por estos problemas se hace necesaria la planificación integral en el municipio de la cual forma parte el planeamiento del tránsito.

Cuando la ciudad crece, así sin ningún ordenamiento, los escasos recursos económicos de nuestra municipalidad o ayuntamiento no pueden ser bien empleados con cierta economía y tanto esfuerzos humanos como la contribución de los ciudadanos tienen un destino cada día más ignorado y mal utilizado.

Pero veamos, como nuestra ciudad de Guatemala crece físicamente. En las figuras 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 correspondientes a los planos existentes de la ciudad de Guatemala en los años 1800, 1850, 1900 y 1964 se puede observar que con intervalos de 50 años hasta 1900 el crecimiento fue muy lento. Para 1964 el tamaño físico de nuestra ciudad capital es sorprendente. Esto se debe a la influencia de la revolución industrial que alcanzó también a nuestro país en este período, así como también a los fenómenos económicos y sociales acaecidos durante este período que abrió oportunidades de trabajo en las nuevas industrias a los habitantes y en las últimas dos décadas la facilidad a la enseñanza pública. Estos son aspectos, que aquí no entraremos a considerar en deta-

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR
UNICAMENTE EN TESIS FISICA

lle.

De acuerdo con las áreas urbanas brutas mostradas, aproximadamente podemos obtener el crecimiento físico de la ciudad así: -ver cuadro 3.6 y figura 3.6-

CUADRO 3.6

Año	Area urbana bruta aproximada	
1800	209,8550	hectáreas
1850	679,2675	"
1900	843.8380	"
1964	5,076.2820	"

Fuente: Tesis del Ing. Miguel Augusto Meneses "Consideraciones sobre la vivienda multifamiliar en la ciudad de Guatemala".

Lo que por consecuencia da un crecimiento o expansión física, según se puede ver en el cuadro 3.7.

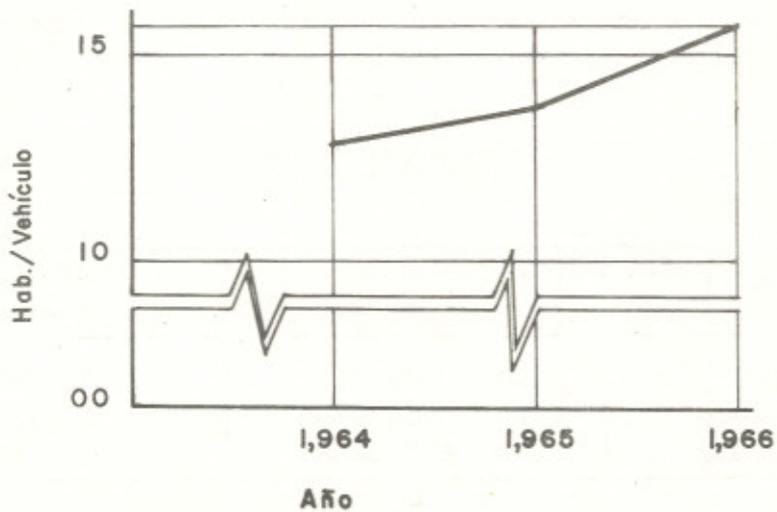
CUADRO 3.7

Período	No. de años	Incremento en área (hectáreas)	Incremento en área por año (has.)
1800-1850	50	469.4125	9.38825
1850-1900	50	164.5705	3.2914
1900-1964	64	4232.444	66.1319

Como fácilmente se puede observar el mayor incremento en área por año fué durante el último período; posiblemente este incremento fué mayor en las últimas dos décadas debido a los aspectos industriales y culturales ya mencionados antes y el apareamiento de nuevos sistemas de financiamiento de construcción -

Año	Hab./Vehículo
1,964	12.856
1,965	13.703
1,966	15.761

Fig.3.7



de vivienda en las colonias residenciales .

Después de analizados dos elementos que pueden intervenir o intervienen directamente en los problemas de tránsito en Guatemala, como son por un lado la población y por el otro el aspecto físico de la misma, consideremos el tercer elemento del tránsito que entra en juego: el vehículo. Y para esto tenemos a la mano, datos de la Dirección General de Estadística concernientes a la importación de vehículos: -ver cuadro 3.7-

CUADRO 3.7

VEHICULOS AUTOMOTORES EN GUATEMALA, 1929 - 1967

Año	4 Ruedas	2 Ruedas	Total
1929	3,096	185	3,281
1930	3,364	227	3,591
1931	3,502	223	3,725
1932	3,086	172	3,258
1933	2,945	174	3,119
1934	2,938	207	3,145
1935	3,331	242	3,573
1936	3,688	695	4,383
1937	4,020	1,333	5,353
1938	4,075	1,796	5,871
1939	4,241	1,893	6,134
1940	4,576	1,862	6,438
1941	4,733	2,159	6,892
1942	4,476	2,081	6,557
1943	4,746	1,932	6,678
1944	4,950	1,890	6,840
1945	4,711	1,633	6,344
1946	5,202	2,013	7,215
1947	6,506	1,906	8,412
1948	8,489	1,627	10,116
1949	9,386	2,908	12,294
1950	12,854	2,312	15,166
1951	14,499	3,133	17,632
1952	15,377	3,053	18,430
1953	16,704	3,734	20,438
1954	19,066	3,840	22,906
1955	22,283	4,271	26,554
1956	27,898	5,254	33,152
1957	29,448	4,867	34,315
1958	34,288	5,705	39,993
1959	37,415	5,945	43,360

Continúa...

CONTINUACION DEL CUADRO 3.7

Año	4 Ruedas	2 Ruedas	Total
1960	46,400	5,820	52,220
1961	52,100	5,820	57,920
1962	49,145	8,253	57,398
1963	53,001	7,564	60,565
1964	58,243	11,040	69,283
1965	57,919	9,538	67,457
1966	51,856	9,649	61,505
1967			

Fuente: Dirección General de Estadística.

En el cuadro anterior se excluyen los vehículos que pertenecen al Ejército, a miembros de la institución armada y del Congreso Nacional. En el año 1958 no hay exclusión alguna.

Allí se puede apreciar la forma en que se ha ido incrementando la cantidad de vehículos automotores. Sin embargo, esta tabla no es del todo fiable y el sustentante cree que hubo algún error en la compilación de estos datos, ya que fácilmente se puede observar -decrecimientos en las cifras, lo que no puede ser posible dada la creciente importación de vehículos en el país -excepción hecha - en el año 1966 donde sí se encuentran datos exactos-. Actualmente se realizan estudios en la Unidad de Planeamiento de la Dirección General de Caminos tendientes a corregir estos valores en base a la forma en que crecen las importaciones de vehículos en el país, lo que indudablemente acarreará mejores datos, pero --mientras tanto usaremos los datos que tenemos para nuestros ---cálculos preliminares, en el entendido de que estos pueden darnos resultados algo incongruentes, por lo que no recomiendo su uso posterior para otros trabajos de mayor delicadeza. Aquí se presentan únicamente como fin informativo y comparativo.

En el cuadro 3.8 se puede observar para el año de 1966 -único fiable con certeza- la distribución de vehículos por departamento y por clase de vehículos, observándose que del total de 61,503 -

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR
UNICAMENTE EN TESIS FISICA

C U A D R O 3 . 9

IMPORTACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES PARA CARRETERAS EN GUATEMALA,
1961-1967

Clase de Vehículo	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967 1er. semestre
1) Vehículos de Pasajeros	2,576	2,160	3,014	3,472	4,518	4,829	2,086
Automóviles y Station Wagons	1,934	1,650	2,419	2,851	3,554	3,769	1,697
Jeeps	366	360	421	621	645	666	232
Autobuses y Microbuses	276	150	174	D	319	394	157
2) Vehículos de Carga	1,259	1,067	1,511	2,372	2,892	2,368	1,235
3) Sub-Total (1) + (2)	3,835	3,227	4,525	5,844	7,410	7,197	3,321
Otros (Motocicletas, etc.)	D	D	D	1,267	1,372	1,224	1,268
TOTAL:	3,835	3,227	4,525	7,111	8,782	8,421	4,589

FUENTE: Dirección General de Estadística

D = Desconocido

En el cuadro 3.9 se muestra la forma en que han variado las importaciones de vehículos automotores para carreteras en Guatemala, de 1961 al primer semestre de 1967 -datos obtenidos en la Dirección General de Estadística- .

Comparando los datos de población de 1966, con los correspondientes de vehículos para el mismo año en el departamento de Guatemala se puede obtener la siguiente relación de personas/ -vehículo:

$$\frac{630,129}{39,993} = 15.75 \text{ Personas/vehículo.}$$

Aunque es de hacer notar que aquí se han tomado los vehículos correspondientes al Departamento de Guatemala y los habitantes pertenecientes al municipio de Guatemala -lo que bien podría arrojar un resultado inexacto- aquí siempre lo usaremos -para fines de comparación ya que hay dos factores que pueden compensarse mutuamente; por una parte, no se toma en cuenta la población de los municipios vecinos -factor negativo- y por el otro se incrementa en los vehículos los correspondientes a los mismos -factor positivo- por lo que podemos utilizarlos.

Veamos ahora como ha ido variando la relación habitantes -ciudad de Guatemala/vehículos en la república; para lo que podemos obtener las relaciones necesarias, las que aparecen en el cuadro 3.10.

C U A D R O 3 . 1 0

Año	(A) Población en la capital	(B) Total de ve- hículos en la Rep.	* Factor de Correc.	(c) BX0.65	A/C
1964	578,990	69,283	0.65	45,034	12.856
1965	600,853	67,457	0.65	43,847	13.703
1966	630,129	61,505	0.65	39,978	15.761

* Obtenido del total en % que corresponde al departamento de Guatemala, mencionado antes en este mismo capítulo.

Estos valores se pueden plotear en un gráfico como el de la figura 3.7 de relación (habitantes/vehículos) contra (tiempo por año) lo que da una curva como la mostrada. (Nota: el factor 0.65 se obtuvo del análisis hecho antes para el año 1966 para vehículos correspondientes al Departamento de Guatemala, que fueron un 65% del total).

De esta gráfica se puede deducir que la cantidad de peatones por vehículo cada día es mayor, esto podrá indicar la poca oportunidad de las personas de agenciarse de su propio vehículo o sea que la ciudad no ofrece las mejoras en bienestar que era de esperarse para sus ciudadanos. Ante esta situación de vehículos versus peatones, el Ingeniero de Tránsito tiene que tratar de buscar las mejores soluciones para proteger la vida de las personas por un lado, que actúan como peatones y facilitar la circulación de las mismas; así como de los vehículos, por la ciudad, para facilitar el transporte de masas.

La situación señalada antes, puede no ser real, debido a que los valores proporcionados no son confiables, según se determinó en un estudio realizado acerca de la importación de vehículos en la Unidad de Planeamiento de la Dirección General de Camiónes.

Esta condición obliga a tener en cuenta solamente los datos correspondientes a los años 1951 y 1966 proporcionados por la Dirección General de Estadística, y con base en ellos se puede observar un crecimiento como el de la figura 3.8.

Si se analiza este gráfico se puede establecer que de todas maneras es crítica la situación para el problema del tránsito, porque en este caso se hace evidente el crecimiento vehicular por número de habitantes, lo que indudablemente traerá sus consecuencias de congestionamiento, volumen de tránsito mayor, reducción de la capacidad de las calles, etc.

Otro aspecto interesante de observar es el del crecimiento físico de la ciudad en relación al crecimiento vehicular y poblacional.

Se puede dar cuenta fácilmente el observador que por un lado la ciudad se expande físicamente aumentando por consecuencia las distancias entre uno y otro punto de la misma. Pero, por otro, la cantidad relativa de vehículos por persona, aumenta lo que muestra la necesidad inmediata de las personas a buscar medios para desplazarse, y las calles adecuadas deben ser proporcionadas por el Municipio convenientemente para evitar las áreas y puntos de congestión del tránsito. Esta cantidad que va en aumento, en un momento dado circulará por las mismas calles y avenidas que hoy tenemos a nuestra disposición, en el centro comercial de la ciudad. Pero, por si esto fuera poco, contribuye también la cantidad de peatones que en un futuro existirá y entonces sí, los problemas se agravarán en cuanto a accidentes de tránsito se refiere, ya que el peatón juega un papel importantísimo dentro de los problemas de tránsito de la ciudad. Para darnos una idea de lo que significan estos accidentes en Guatemala se pueden observar los cuadros 3.11 y 3.12 que muestran algunos casos sucedidos en la ciudad de Guatemala y promedio diario de los mismos por mes de 1959 y 1960.

Estos cuadros dejan entrever una posible participación de tránsito mal orientado y de inmediato surge la idea de tratar de evitarlos en lo posible.

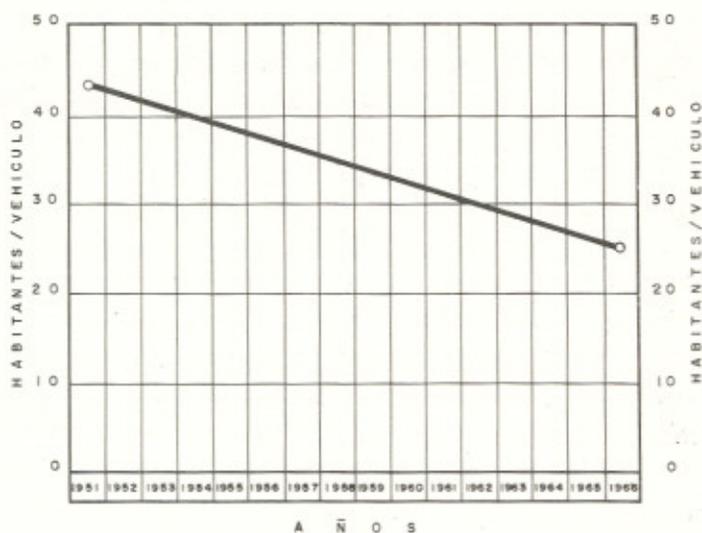
Para una ciudad que duplica su población en 14 años, este problema se torna serio y deben tomarse medidas inmediatas para atacar el problema del tránsito.

Comencemos ahora a analizar someramente otro aspecto muy importante en la existencia del problema en nuestra ciudad: y estas son las características propias de la misma en cuanto a su aspecto físico y de distribución de uso del suelo.

En cuanto a la situación o localización de la capital, teniendo a la vista los planos ya mostrados antes del crecimiento físico de la ciudad puede cualquier persona, darse cuenta fácilmente que casi todos los espacios libres más o menos planos han sido abarcados por la ciudad, no así los barrancos que caracterizan a nuestra ciudad porque la rodean. Los barrancos que se encuen-

VARIACION DEL NUMERO DE HABITANTES POR
VEHICULO EN 15 AÑOS EN EL DEPARTAMENTO
DE GUATEMALA.

FIGURA 3.8



NOTA : Solamente se utilizaron los valores correspondientes a los años 1951 y 1966, debido a que sus resultados pueden considerarse ciertos, no así los correspondientes a años intermedios (Fuente: Dirección General de Estadística).

tran en los alrededores de nuestra capital constituyen uno de los serios obstáculos que la municipalidad capitalina tiene; en algunos casos como ayuda, pero en otros como problema, debido a que forman estrechas gargantas que podrían significar en un futuro "cuellos de botella" en donde sea difícil hacer pasar vehículos para despejar las calles del centro de la ciudad. Para salvar estos obstáculos se hará necesaria la colocación de estructuras que representarán para la municipalidad fuertes inversiones que en la mayoría de los casos no podrá financiar. El otro aspecto a considerar es el uso de la tierra con distintos fines dentro de la ciudad. ¿Qué relación guardan los problemas del tránsito con este uso del suelo? Debe considerarse que hasta la fecha no existe en la ciudad de Guatemala un plan regulador para evitar que la ciudad crezca desordenadamente. Quiere esto decir que no hay hasta el momento ninguna ley estatal o municipal que designe los usos que se le deben dar a las distintas zonas de la ciudad. No hay nada que señale las áreas industriales, las áreas residenciales, comerciales, etc., y como consecuencia de esa descentralización de funciones existentes, se da el caso de industrias que se sitúan donde se les antoja a sus propietarios. A estas industrias acuden los trabajadores desde todos los puntos de la ciudad por su necesidad de trabajo, que necesitan, debido a lo grande de la capital utilizar un medio de transporte cuando viven lejos. Algunos usarán bicicletas, otros motocicletas, otros automóvil, pero en fin, todos contribuyen a agravar los problemas de congestionamiento y aumentando por consiguiente la posibilidad de accidentarse. Es necesaria entonces la existencia del plan regulador y dentro de este, cabe lo que es objeto de este trabajo: tratar de ordenar el tránsito.

El crecimiento industrial es inevitable, la utilización cada vez mayor de mano de obra también, y como consecuencia de ellos es absolutamente urgente que el municipio prevea lo que en el futuro puede ser catastrófico. El acarreo de materias primas del interior de la república para las industrias sólo puede hacerse por medio de tres formas de transporte: por avión, por tren y por carretera. En el primer caso los costos son muy altos, el segundo es justificable para distancias muy largas -las que no existen en Guatemala- y finalmente lo más usado, es por carretera. Acepte-

CUADRO 3.11

ACCIDENTES DE TRANSITO TERRESTRE CONOCIDOS POR LA POLICIA NACIONAL EN LA CIUDAD DE GUATEMALA Y PROMEDIO DIARIO DE LOS MISMOS, POR MES. 1959 - 1960

Mes	Número de accidentes		Variación porcentual	Promedio diario	
	1959	1960		1959	1960
Total	5 699	5 320	- 6.5	15.6	14.5
Enero	478	407	- 14.9	15.4	13.1
Febrero	400	402	+ 0.5	14.3	13.9
Marzo	479	458	- 4.4	15.5	14.8
Abril	497	425	- 14.5	16.6	14.2
Mayo	484	505	+ 4.2	15.6	16.3
Junio	491	418	- 14.9	16.4	13.9
Julio	447	417	- 6.7	14.4	13.5
Agosto	460	445	- 3.3	14.8	14.4
Septiembre	475	452	- 4.8	15.8	15.1
Octubre	506	480	- 5.1	16.3	15.5
Noviembre	453	425	- 6.2	15.1	14.2
Diciembre	529	486	- 8.1	17.1	5.7

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR
UNICAMENTE EN TESIS FISICA

mos lo que es indudable, que la mayoría de industrias se encuentran concentradas en la capital lo que hace suponer que es a donde mayor cantidad de vehículos de carga llegan con destino a las industrias existentes. Todo vehículo que llegue cargado tiene necesariamente que atravesar la ciudad en mayor o menor grado, buscando su lugar de destino acarreando consigo, el deterioro de calles en las que no se ha considerado para su diseño este tipo de carga, y lo que es más importante aún, con el constante uso del diesel se perjudica la salud de las personas de la ciudad.

¿Qué debe hacerse para evitar esto? Es indudable que el problema es en sí, complejo. Fácil es decir que debe señalarse la ruta a seguir por estos vehículos, que debe obligárseles a bordear la ciudad para evitar su deterioro, que deben modificar sus motores para que los residuos de los productos de combustión no sean perjudiciales para la salud y en lo que aquí nos interesa o sea en cuanto al señalamiento de rutas a seguir, esto no puede hacerse si no se tienen datos acerca de los mejores lugares por donde dirigir el tránsito. Hay soluciones que se hacen axiomáticas, pero otras, casi todas, necesitan de concienzudos estudios para tomar decisiones, ya que estos, hay que recordar, deben favorecer al mayor número de personas.

Mencionaremos algunas decisiones asumidas sin el debido estudio del mismo, y esto se expresa no con el afán de destruir lo hecho, sino para señalar que decisiones de tal naturaleza y envergadura seguirán dándose -casi a ciegas- si no se inician los correspondientes estudios.

Hasta hace poco, la Municipalidad capitalina inició trabajos tendientes a la ampliación de varias salidas de la capital, siendo ellas la Calzada Raul Aguilar Batres, la Calzada San Juan y la Calzada Roosevelt y se piensa también construir el viaducto de la veinticuatro calle ¿Fué acertada o no la decisión de enfrentar estas construcciones? ¿Se está totalmente en la seguridad de que esos trabajos merecían prioridad? Y supuesta acertada su ampliación ¿Con qué criterio de desalojo de vehículos se trabajó?

En cuanto a la primera de estas preguntas, es indudable que -

la cantidad de vehículos observada en estas vías es grande, los volúmenes de tránsito a nadie escapa que van en aumento. Sin embargo, sólo se puede tener una opinión acertada del problema - si se tienen datos exactos acerca del mismo y estos no se tienen, por lo menos en forma completa. Para poder tomar decisiones de este tipo, en las que se gastan miles de quetzales de contribuyentes de la ciudad, debe procederse con cuidado y seguridad; se debe estudiar cada propuesta de solución en base a la necesidad y no del impacto político. Previamente, antes de decidir la construcción de cualquiera de estas obras deben hacerse los estudios de dirección del tránsito para saber en donde se origina y hacia donde va el movimiento vehicular. Me atrevo yo a preguntar: ¿No sería más adecuado y económico construir el Puente del Incienso sobre la tercera calle de la zona dos y construir por ese lado otra vía para desalojar por allí el tránsito, antes que gastar los dineros de la comunidad en la ampliación de la calzada San Juan o la Roosevelt? Para poder responder a esta pregunta, necesita la municipalidad todos los estudios de origen y destino necesarios - para saber por donde se debe dirigir el tránsito. Ya más adelante en este trabajo, se procederá a hablar detalladamente de lo que debe hacerse y como debe hacerse. En cuanto a las otras obras, se pueden discutir con similares argumentos.

Es urgente la construcción de nuevas obras pero debe planificarse previamente y estudiar la absoluta necesidad de las mismas y el orden de prioridad es proporcionado por los estudios y análisis efectuados para invertir solamente en lo más necesario. Los ciudadanos deben ser correspondidos en sus contribuciones y debe procurarse invertir bien su dinero, no a ciegas.

Desde hace algún tiempo se viene mencionando por la prensa y en la municipalidad el anillo periférico de la ciudad y este es - un tema que a muchos apasiona, porque en verdad representa la solución a muchos de los problemas que hoy confronta la ciudad - capital.

Se estudió hace algún tiempo un anillo periférico que actualmente ya no es periférico en el sentido de la palabra, y del cual se tiene muy poco. La municipalidad capitalina había decidido - su construcción por lo que se iniciaron los estudios correspon---

dientes: se decidió hacer una vía, tal, que permitiera encerrar a la ciudad dentro de un anillo para poder desplazarse con facilidad y moverse de un lugar a otro de la misma rápidamente. Se consideró la construcción del Puente del Incienso, la comunicación de la Colonia Bethania con la carretera Roosevelt y proseguir el mismo por el Boulevard Universitario hasta la ciudad Universitaria. Por el otro lado, se pensó en construir un camino que pasaría atrás de las instalaciones del Regimiento Mariscal Zavala pasando por la zona 5 para morir finalmente entroncando en la ciudad Universitaria después de cruzar por las zonas 14, 13 y 10.

Este anillo periférico no fué más que una ilusión pasajera porque luego se desintegró la comisión que trabajara en él y todos los planes quedaron casi en el olvido. Esta solución hubiera sido talvez la más indicada en aquel tiempo, en la actualidad se hacen necesarios otros estudios. Esto es precisamente lo que sucede con estas soluciones para la ciudad, deben de ser ejecutados siguiendo un plan determinado y dentro de un plan integral. La solución al problema del tránsito, ya lo mencioné antes, debe incluirse dentro de la planificación general de programas en el ayuntamiento.

Al enfocarse las nuevas decisiones acerca de obras constructivas debe tomarse en cuenta las características del tránsito en función de las actividades de la ciudad y en especial en el núcleo comercial de la misma por cuanto estos producen gran parte del congestionamiento, porque es donde se originan.

El transporte de personas o de masas se hace al centro de la ciudad por medio de autobuses, estos van desde los puntos más alejados de la misma al centro comercial, siguiendo diversas rutas, pero convergiendo hacia un punto, que puede considerarse como centroidal: el Parque Central. Esto viene a ocasionar otro problema necesario de mencionar aquí: la disminución de velocidades en el centro de la ciudad, por la obligada serie de paradas de los autobuses y el congestionamiento del tránsito al impedirse circular a vehículos más veloces. Esto, en cuanto al centro de la ciudad, pero en cuanto a las vías de acceso se puede observar una insuficiente distribución de las líneas de autobuses. Muchas áreas de la ciudad se quedan sin su correspondiente ser-

vicio mientras que otras están sobre-servidos, así se puede ver a grandes rasgos que las áreas aledañas a la avenida Bolívar, calle Martí y doce avenida de la zona uno están sobreservidas, mientras que otras áreas no tienen un solo servicio de autobuses urbanos eficiente. Los estudios para evitar estas deficiencias entran también dentro del campo de la Ingeniería de Tránsito urbana y corresponde por lo tanto a ella resolverlos, considerando todos los factores que pueden intervenir.

Mucho se puede decir acerca de los problemas de tránsito que hoy existen en nuestra ciudad, tanto que no terminaríamos rápidamente, por eso aquí sólo se ha bosquejado generalmente, dejando abierto el tema para estudios particulares posteriores.

Finalmente quiero mencionar algunas de las conclusiones y recomendaciones del III Congreso Nacional de Ingeniería realizado - del 18 al 24 de junio de 1967 correspondientes a la sección de Vías de Comunicación, que dejan indicada la necesidad de planificación Vial Urbana:

RESUMEN DE LA SESION GENERAL CELEBRADA EL DIA 21 DE JUNIO,
1967, SECTOR VIAS DE COMUNICACION
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RECURSOS HUMANOS:

1.) conclusión:

Existe falta de personal profesional especializado y sub-profesional calificado en aspectos económicos del transporte, en planeamiento, en la Ingeniería de Tránsito y Administración de Puertos.

Recomendación:

a) Al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, al Instituto de Fomento Municipal y la Municipalidad de Guatemala, el envío de personal profesional universitario y subprofesional calificado de sus dependencias, a efectuar estudios en el extranjero.

b) A la Secretaría del Consejo Nacional de Planificación Económica, que investigue la existencia de becas para los campos - indicados y gestione su obtención.

c) A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que incluya permanentemente dentro de su programa de estudios, cursos relacionados con la Ingeniería de Tránsito.

2.) Conclusión:

Existe falta de personal subprofesional calificado en algunos aspectos relacionados con diseño, supervisión y construcción de obras básicas para transporte.

Recomendación:

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala el establecimiento, a través de la Escuela de Adiestramiento y previo estudio de las necesidades del Sector Transportes, de cursos de preparación de personal calificado.

3.) Conclusión:

No existe intercambio con los ingenieros de los otros países - centroamericanos, para conocer nuevos procedimientos de trabajo, especificaciones, investigaciones y experiencias en el Sector Transportes.

Recomendación:

A la Secretaría de Integración Económica de Centroamérica, a la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Asociación Guatemalteca de Caminos, que promuevan la celebración periódica de Congresos Centroamericanos de Ingeniería de Transportes, para la cual puede solicitarse asistencia a la International Road Federation.

INVESTIGACIONES NECESARIAS

1.) Conclusión:

No existen recuentos sistemáticos de tránsito rural en Guatemala.

Recomendación:

Al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, que de todo el apoyo necesario al programa de recuento de tránsito ya iniciado por la Dirección General de Caminos.

2.) Conclusión:

No existe un estudio técnico integral del transporte en la ciudad de Guatemala, enfocado a los aspectos de:

- congestionamiento del tránsito en algunas arterias,
- estacionamiento,
- movimiento del transporte colectivo de personas,
- movimiento del transporte de carga a través de la ciudad.

Recomendación:

Al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, que propicie la formación de una comisión técnica, con representación de las entidades relacionadas con el transporte de la ciudad de Guatemala, (Municipalidad de Guatemala, Policía Nacional y Dirección General de Caminos), para que estudie los siguientes aspectos:

- regulación del tránsito: señales, semáforos y vías preferenciales,
- estacionamiento: regulación y construcción de edificios para ese fin,
- restricción de la circulación de vehículos de tracción animal,
- construcción de un anillo periférico para evitar el tránsito de paso a través de la ciudad,
- fijación de rutas de transporte colectivo,

- desfase del horario de trabajo para las actividades comerciales, burócratas y escolares, para evitar la concentración del tránsito de personas en una misma hora,
- establecimiento de jornadas únicas para ese mismo fin,
- construcción de pasos para peatones,
- coordinación del transporte urbano y extraurbano,

3.) Conclusión:

Es oportuno iniciar el estudio del transporte urbano en las demás ciudades del país, atendiendo a que en el futuro, cuando estén más desarrolladas, requerirán soluciones más costosas.

Recomendación:

Al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, que propicie la formación de una comisión técnica específica, con representación del Instituto de Fomento Municipal, la Policía Nacional y la Dirección General de Caminos, para que estudie los aspectos relacionados con la regulación del transporte urbano en las demás ciudades del país..

4.) Conclusión:

Las estadísticas disponibles para estudios en el Sector Transportes son escasas e inadecuadas para la evaluación de futuros proyectos, debido a falta de coordinación con la Dirección General de Estadística en cuanto al tipo de estadísticas necesarias.

Recomendación:

Al Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, que la Dirección General de Caminos establezca sus necesidades estadísticas, con el objeto de que sus gestiones sean efectuadas por la Dirección General de Estadística. Como una extensión, se recomienda que las comisiones indicadas en los puntos 3o. y 4o. anteriores, también indiquen a dicha Dirección la naturaleza de las estadísticas que se necesitan.

CAPITULO IV

ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL CONTROL

En el capítulo anterior se señaló el problema del tránsito existente en Guatemala y se indicó la necesidad de planificar para un futuro, el desenvolvimiento del mismo. En este capítulo se trata de establecer los aspectos más importantes a considerar para la solución del problema.

El planeamiento de sistemas de transporte forma parte de la ciencia del planeamiento en general, cuyo papel es cada día más importante en las naciones modernas. Un planeamiento acertado de vías requiere la aplicación de la Ingeniería de Tránsito, del mismo modo que esta última disciplina necesita utilizar los postulados de la ciencia del planeamiento.

Aunque los especialistas en Ingeniería de Tránsito y en planeamiento, trabajan en organismos distintos, hay puntos en que sus actividades se superponen y la manera de evitar conflictos improductivos es que cada uno comprenda la función y fines del otro.

De esta manera el Ingeniero de Tránsito debe tener nociones de planeamiento y el especialista en esta ciencia debe estar familiarizado con los procedimientos y objetivos de la ingeniería de tránsito.

Para el planeamiento de sistemas de transporte urbano el "National Committee on Urban Transportation" de la "Public Administration Service" de los Estados Unidos recomienda los siguientes pasos:

- a) Establecimiento de la organización encargada de efectuar el trabajo.

- b) Obtención de información sobre el transporte.
- c) Definición del problema.
- d) Preparación de planes preliminares de transporte y sus programas de financiación correspondiente.
- e) Adopción del plan y programa de financiación preferido.
- f) Ejecución del plan.

En cuanto a la situación especial de Guatemala, se puede decir que la organización encargada de efectuar el trabajo debe ser la Municipalidad capitalina en su departamento o sección correspondiente de Urbanismo dentro del cual debe nombrarse una comisión idónea. Esta Organización puede decirse que cumple con sólo uno de los requisitos establecidos por el "National Committee" que son:

- 1) Obtener la aprobación de la entidad gubernamental correspondiente, que en este caso la tiene, por ser la municipalidad una institución dentro de la República y Departamento de Guatemala.
- 2) Establecer coordinación técnica, y
- 3) Ganar apoyo del público.

Los dos últimos requisitos son los que debe perseguir la municipalidad para los estudios que es necesario hacer.

De todos los pasos señalados por el "National Committee on Urban Transportation" lo más importante por ahora para Guatemala es la obtención de información sobre el transporte ya que de lo contrario, sin ella, nada se puede hacer para definir el problema. En esta tesis sólo se enfocarán (especialmente en este capítulo), los aspectos relativos a la obtención de información, se harán unas consideraciones especiales sobre las características de nuestra ciudad y finalmente en el último capítulo del trabajo --

(Cap. V) se sugerirán algunas medidas tendientes a facilitar la circulación.

Ahora bien, yo creo que más que el solo hecho de obtener información es importante efectuar estudios sobre lo que sucede en nuestra ciudad.

Aunque para los fines que persigue esta tesis, los estudios para el control del tránsito se han ordenado a criterio del sustentante, se ha tomado en cuenta también en parte lo señalado por el Comité ya mencionado antes. Según ellos la obtención de la información sobre el transporte debe hacerse de la siguiente forma:

"Después de haberse organizado la manera en que se va a acometer la tarea de planeamiento se emprenden los siguientes estudios:

1) Función actual de las calles.

Consiste este estudio en clasificar las calles existentes en vías expresas, arterias colectoras y calles locales; a veces es difícil hacer esta clasificación y se necesita contar con la ayuda de personas que vivan en diferentes partes de la ciudad. La tarea se puede facilitar observando diagramas técnicos o estudiando urbanizaciones nuevas donde sea fácil distinguir la función de cada calle. La longitud del viaje medio en cada calle puede servir como ayuda para hacer su clasificación, pues se considera que en las arterias el viaje promedio debe ser superior a kilómetro y medio. También el volumen de tránsito puede servir como guía, pero solamente en forma relativa.

2) Origen y Destino

Si no se ha llevado a cabo un estudio completo de origen y destino en los últimos diez años se recomienda que se inicie uno. El propósito de este estudio es obtener información sobre los viajes que tienen lugar en la ciudad, dentro de la ciudad o a través de la misma, los medios de transporte que emplean los viajes y la hora del día en que se ha-

cen.

3) Uso del Terreno

Los datos sobre el uso del terreno son esenciales para preparar un plan total del uso del terreno que lógicamente debe preceder o hacerse paralelamente al estudio sobre el transporte; pero además, para hacer los pronósticos del tránsito futuro es necesario determinar la relación que existe entre el uso del terreno y la generación y distribución del tránsito.

4) Eficiencia de las Vías Públicas como conductores del Tránsito.

Pocos elementos del planeamiento de un sistema de transporte son más importantes que la evaluación acertada de los medios existentes para la circulación del tránsito. Los estudios que se recomiendan para valorar la eficiencia de circulación de las vías públicas son los siguientes:

- a) Volumen de Tránsito
- b) Tiempos de recorrido
- c) Capacidad de las calles
- d) Accidentes
- e) Estacionamiento
- f) Dispositivos para regular el tránsito.

Muchos de estos estudios se hacen habitualmente en las ciudades que cuentan con un organismo de tránsito competente.

5) Eficiencia del Transporte Colectivo.

Muchas compañías o entidades encargadas de administrar sistemas de transporte colectivo realizan periódicamente

estudios sobre su eficiencia, pero rara vez los resultados de estos estudios son suficientes para el planeamiento del transporte.

Los estudios que se recomienda hacer sobre el transporte colectivo son los siguientes:

- a) Rutas y difusión del servicio.
- b) Características de los medios de transporte colectivo.
- c) Cantidad de pasajeros que montan en los vehículos colectivos.
- d) Datos generales sobre el financiamiento.
- e) Hábitos de viaje de los pasajeros.

Estos estudios no solamente dan una idea de la eficiencia del servicio al administrador de una empresa de transporte público, sino que facilitan la integración del transporte colectivo con el planeamiento urbano y la política de transporte total de la comunidad.

6) Inventario del Sistema Físico de Calles.

Gran parte de la información para preparar este inventario se puede obtener de distintas entidades municipales, pero es preciso salir al terreno y tomar suficiente cantidad de datos para completar la información necesaria. Entre los datos que deben obtenerse para cada tramo de calle se encuentran: ancho de las calzadas y fajas de emplazamiento; tipos de pavimentos, edad y condiciones (de donde se puede estimar su duración), condiciones de las aceras, bordillos y cunetas; desagües pluviales; iluminación; causes de ferrocarril y estructuras como puentes, viaductos y túneles.

7) Información Financiera.

El objeto de este estudio es obtener datos necesarios so-

bre las sumas que se invierten en los medios de transporte, tanto públicos como privados y los recursos económicos de donde proceden esas sumas."

Para los propósitos de esta tesis, como es el de dar las sugerencias iniciales para el enfoque del problema en la ciudad capital, se han dividido los estudios así:

Estudios Necesarios para el Control

- 4.1 Estudio del medio ambiente en donde se efectúa el análisis.
- 4.2 Estudios para el flujo del Tránsito.
- 4.3 Estudio de Origen y Destino.
- 4.4 Estudio del Estacionamiento.
- 4.5 Estudio de los Accidentes del Tránsito.

El orden establecido es función de la necesidad de conocer cada aspecto; aunque se han seguido más o menos en orden de prioridades, en muchos aspectos puede ocurrir que uno u otro ocupen el lugar máximo de importancia dependiendo del curso que siga el análisis del problema. Como en el planeamiento se forma el círculo vicioso de la pobreza, aquí suele formarse algo similar, en donde aparece tal número de variables que la dependencia entre uno y otro aspecto resulta ser; sino imposible, casi imposible y de aquí que sea importante considerar esta situación.

Inmediatamente después de señalado el orden a seguir podemos pormenorizar un poco más detalladamente en lo que consiste cada uno de ellos y dar ejemplos sencillos para dejar más o menos claros los conceptos que aquí se vertirán.

4.1 Estudio del Medio Ambiente en donde se efectúa el Aná-

Este estudio consiste en analizar detalladamente las características de la ciudad que se va a estudiar; deben señalarse entonces: las características topográficas, demográficas, las áreas de mayor actividad social, crecimiento de la ciudad y de usos del suelo urbano. Con este objeto, para la ciudad de Guatemala se verá a grandes rasgos a manera de ejemplo la forma de hacerlo.*

4.1.1 Aspecto Topográfico de la Ciudad de Guatemala.

La ciudad de Guatemala se encuentra en un valle predominantemente plano que tiene como particularidad la de estar profundamente erosionado en todos sentidos, principalmente de norte a sur y que, por lo mismo, a pesar de que del Noreste al Sureste la ciudad abarca veintiún (21) kilómetros de largo, tiene en la zona uno, dos (2) kilómetros de ancho y, tomando en cuenta cuatro barrancos de por medio, alcanza hasta los veinte (20) kilómetros desde la zona 16 a la colonia La Florida y lo. de Julio, ubicadas en la Zona 19, incluyendo en tal extensión una longitud intermedia de 3.5 kilómetros que pertenece al municipio de Mixco. Tal característica, por la falta de viaductos adecuados, hace que distancias que debieran ser de dos kilómetros, como la del Palacio Nacional en la Zona 1 a la Colonia Bethania en la zona 7, a través del barranco del Incienso, se transforman en recorridos de nueve (9) kilómetros en el caso citado o de seis (6) kilómetros en vez de 1.5 kilómetros cuando se trata de pasar de la misma zona 1 a la zona 5 partiendo del parque Central a la Colonia Abril.

Tal constitución topográfica no sólo hace casi imposible el tránsito transversal de vehículos sino que transforma a la zona 1 de la ciudad en una especie de centro crucial por donde, obligada y fatalmente, tiene que pasarse para la intercomunicación entre las zonas del Norte y del Sur de la ciudad.

* Fuente: Estudio Económico sobre el servicio Urbano de Autobuses de la Ciudad de Guatemala. Lic. Gerardo Gordillo Barrios.

La parte de la capital cubierta por la Zona 8, que colinda con las zonas 1, 3, 4, 7, 9, 11, 12 y 13 está situada en una colina y se caracteriza por tener calles sumamente angostas, de pendientes muy pronunciadas por lo general y cortadas en su confin Oriente con las zonas 4 y 9 por la línea del ferrocarril, la cual actúa también como un obstáculo al desenvolvimiento normal del tránsito transversal -estímese como de Este a Oeste- y hace que el grueso de la circulación de vehículos sea notoriamente periférico en la zona, por las avenidas Bolívar y Liberación y deja prácticamente sin servicio transversal de autobuses, a un fuerte sector de la población capitalina, principalmente a las zonas 4, 5, 9, 15 y 16 que no pueden cruzar en autobús la zona 8 por las partes más lógicas para pasar a la Zona 3.

Entre las Zonas 10 y 15 existe también un barranco y la intercomunicación sólo se hace posible por medio de automóviles, no existiendo líneas directas de autobuses.

Entre las Zonas 15, 16, 17 y 18 de Norte a Sur hay barrancos, colinas, ríos y riachuelos y de entre todas ellas y la ciudad, de Oriente a Poniente hay profundos barrancos, por los que pasan - el río de las Vacas y sus afluentes, hechos que no permiten la intercomunicación lógica ni económica y que han distorsionado prácticamente la circulación de vehículos obligándolos a recorridos más o menos rígidos de Oriente a Poniente y fuerzan a sus habitantes a tomar varias rutas para comunicarse entre sí y ocupan en ellos cuatro o cinco veces más tiempo del que les tomaría hacerlo si existieran las calles y avenidas necesarias.

Los aspectos topográficos citados y su relación con las vías de intercomunicación traen a cuenta el hecho de que todo el tránsito de la ciudad relacionado con la ruta al Atlántico, debido a los barrancos y a la línea ferrea, no tiene más conexión actual que la que proporciona el puente Belice, lo cual constituye un factor negativo que ocasiona a la ciudad de Guatemala la enorme pérdida anual de tiempo y de capital, amén de innumerables problemas de tránsito como de otra índole.

Actualmente se construye el Puente de la Asunción que comunicará a la zona 5 con la zona 1, saliendo la vía por la 5a. ca--

lle. Indudablemente esta obra beneficiará a la zona 5 aislada por el momento y permitirá desplazar tránsito por allí. Las zonas 5 y 7 están situadas en su mayor parte paralelas al Este y Oeste, respectivamente, de la zona 1 pero no pueden comunicarse entre sí - por medio de autobuses más que por los extremos Sur; la 26 y 27 - calles para la zona 5 y la 42 calle para la zona 7; y la zona 6, que es otro centro de mayor población, sólo puede comunicarse con la zona 1 por el extremo Este de la Calle Martí y casi sucede lo mismo con la Zona 3 por el barranco que abarca de la 13 calle hacia - el Norte hasta la 6a. calle.

4.1.2. Aspecto Demográfico.

Este aspecto comprende el estudio del crecimiento de la población de la ciudad capital. Acerca de este crecimiento ya se - expusieron bastantes datos en el capítulo III, por lo que aquí sólo se ampliarán los que ya tenemos.

En cuanto al crecimiento demográfico de la ciudad, es necesario concatenarlo dentro de los estudios para el control porque de aquí se puede deducir la cantidad de gente a la que se servirá en un futuro y por las relaciones de población/vehículo necesarios - de establecer en el estudio.

El crecimiento de la población también se relaciona con el - crecimiento físico de la ciudad; la zona 6 está creciendo y avanzando sobre Chinautla y San Pedro Ayampuc, la zona 7 sobre Mixco, la Zona 12 sobre Villanueva y la Zona 10, que era hasta hace once años la zona residencial más representativa, sobre Santa Catarina Pinula y todas lo hacen preponderadamente mediante construcciones baratas y situaciones económicas precarias. Las zonas 3 y 5 han agotado prácticamente su tierra urbanizable, pues - aún cuando en la zona 5 se construyen nuevas colonias, sus habitantes ocupan hasta los barrancos y las orillas de los desagües, sirviendo de asiento a las familias de menores recursos entre los que se cuentan la mayoría de los que llegan del campo o de otros municipios.

Y para los propósitos de relación entre la ciudad capital y las poblaciones aledañas se puede observar el cuadro 4.1.

CUADRO 4.1

CUADRO COMPARATIVO DE LA POBLACION DEL DEPARTAMEN-
TO DE GUATEMALA BASADO EN LOS CENSOS DE 1950 y 1964

Municipio	CENSOS		INCREMENTO ABSOLU- TO	
	1950	1964	+	-
Total	431,462	793,216	372,248	10,494
Guatemala	294,344	578,990	284,646	-----
Sta. Catarina Pinula	5,187	9,498	4,311	-----
Sn. José del Golfo	7,844	10,668	2,824	-----
Palencia	2,314	2,962	648	-----
Chinautla	12,935	14,875	1,940	-----
Sn. Pedro Ayampuc	4,948	20,622	15,674	-----
Mixco	11,784	9,445	-----	2,339
San Pedro Sac.	5,906	8,289	2,383	-----
San Juan Sac.	28,380	39,743	11,363	-----
San Raymundo	6,921	36,697	29,776	-----
Chuarrancho	4,851	8,400	3,549	-----
Fraijanes	4,801	6,700	1,899	-----
Amatitlán	11,616	5,835	-----	5,781
Villa Nueva	7,428	19,430	12,002	-----
Villa Canales	20,057	17,683	-----	2,374
Petapa	2,146	3,379	1,233	-----

Este cuadro, complementado con los ya vistos en el capítulo IV pueden darnos un mejor panorama en el aspecto demográfico.

4.1.3 Areas de Mayor Actividad Social.

Las mayores concentraciones de actividad social se manifiestan en los centros comerciales, industriales y educacionales, de espectáculos y en los parques públicos, por una parte y por las dependencias administrativas del Estado, la Policía y el Ejérci-

to, por la otra.

Debido a la falta de un plan regulador, el crecimiento de tales centros en la ciudad de Guatemala ha sido anárquico y no existe la debida correlación, pongamos por caso, entre la ubicación de las nuevas industrias y la residencia de los trabajadores, lo cual da motivo a que gran cantidad de su personal viva a muchos kilómetros de distancia y orille diariamente el trabajador a correr el riesgo de llegar tarde a sus labores o a que mantenga su puntualidad a base de gozar menos descanso y de sufragar un mayor desembolso económico. Este hecho, ya señalado antes en el capítulo anterior fué duramente criticado en una conferencia sobre "Problemas de la Urbanización" en el seminario realizado sobre el mismo tema en 1965, bajo los auspicios del Seminario de Integración Social, en la cual el Ingeniero Adolfo Alvarez Marroquín se expresó así: "...Primero debe ser la Urbanización y luego la Industrialización, no como acontece en Guatemala, causando los problemas que ahora se lamentan."

Los establecimientos comerciales de mayor importancia están en el centro y sur de la zona 1 juntamente con las dependencias gubernativas que ocupan mayor personal y con cuatro de los mercados municipales con que cuenta la ciudad. Si a ello se agrega el hecho de que la mayoría de los centros educacionales del Estado que cuentan con más alumnos está también en la zona 1, lo mismo que los centros de espectáculos más frecuentados y que ésta no tiene más que cuatro salidas hacia el sur: la 12, la 10a., la 6a. y la 4a. avenidas, fácilmente puede explicarse el porqué existe allí tanto embotellamiento de tránsito.

Los parques y paseos públicos adonde concurre elevado número de personas están prácticamente concentrados al sur y a gran distancia de la mayoría de las otras zonas de la ciudad, y eso da lugar a que en los días de descanso haya allí grandes aglomeraciones a determinadas horas y a que, por lo general, la mayoría de los habitantes se abstengan de visitarlos en días normales.

Hasta el presente, los colegios privados de mayor prestigio y los bancos son los que han venido desplazándose más sistemáticamente fuera del centro de la ciudad o hacia el centro cívico.

Aquí se han señalado los principales aspectos de las áreas - donde se desarrollan las actividades sociales. Hacia estas áreas se dirige la mayoría de las personas originando movimientos de personas, las cuales se hacen por medio de vehículos para - distancias largas. De ahí, su importancia en el estudio del medio en que se efectúa el análisis.

4.1.4 Crecimiento Horizontal de la Ciudad.

Cuando se trató el aspecto demográfico y cuando se recalcó - la necesidad del planeamiento del tránsito en el capítulo III se - mencionó la forma en que está creciendo la ciudad y se dejaron - establecidos algunos indicadores del mismo. Este crecimiento - se ha llevado a cabo en forma anárquica y tal anarquía comenzó a propiciarla el propio gobierno de la República al no imponer un criterio lógico y funcional del desarrollo de la ciudad cuando pudo hacerlo sin mayores dificultades después de los terremotos de 1918 y 19 al crear contra toda lógica, los barrios de El Gallito y la Paimita con gran irresponsabilidad porque, colindando con - esas áreas estaban ya de manifiesto los ambiciosos trazos de los cantones Barrios y Barillas y de la Exposición desde los tiempos del gran presidente-urbanista José María Reyna Barrios y ya ha-- bía suficientes elementos de juicio como para comprender el al-- cance del daño futuro que se le ocasionaría a la capital con tal desacierto.

La casi totalidad de las demás colonias o barrios que se han establecido en los últimos años adolecen del defecto nato de haberse concebido como negocios particulares y de haberse desa-- rrollado sin el concepto integral de funcionalidad con el resto de la ciudad, de manera que en ellos han predominado el concepto - de sus calles, su escuela, su mercado, etc., sin adecuar tales centros a las necesidades del conglomerado en general.

En tales condiciones la fluidez del tránsito integral no ha sido tomada en cuenta y el movimiento de la circulación de vehícu- los hacia el centro de la ciudad se hace sentir básicamente sobre vías que no estaban acondicionadas para ello, compulsando así - a la Municipalidad a tener que encarar el problema a altos cos-- tos.

La ciudad ha crecido longitudinalmente de la siguiente forma: de siete kilómetros del hipódromo del norte al monumento de la emancipación del Indio en la 7a. avenida, que hasta 1950 se tomaba como punto de referencia, ha quedado en desuso y ahora la distancia comienza a referirse al Centro Cívico, del cual hay, al final de la zona 1, cuatro kilómetros; al de la zona 6, 11 kilómetros; al de la zona 7, 14 kilómetros; al de la zona 10, 8 kilómetros; al de la zona 12, 11 kilómetros; al de la zona 16, 8 kilómetros; y al de la zona 18, 17 kilómetros.

Estos incrementos no presuponen la ocupación total de las áreas que comprenden ni tampoco que gocen de los beneficios del urbanismo de la ciudad, de manera que, en el fondo, constituyen un grave problema social cuya solución debe corresponder, en realidad, no sólo al municipio sino también al gobierno de la República.

Si se analizan las distancias anteriores podemos darnos cuenta de que se da el caso de que una persona necesita recorrer cerca de 31 kilómetros como máximo para ir de el punto más alejado de una zona al más alejado de otra, como sería el caso de ir del límite de la zona 18 al límite de la zona 19, distancia asombrosa que debe alarmarnos y preocupar para intentar facilitar el transporte.

4.1.5 Estudio del Uso del Suelo Urbano.

Para completar el estudio del medio en que se efectuará el análisis nos referiremos a la necesidad de hacer un estudio del uso del suelo urbano. Es quizá éste el más importante de los estudios para el planeamiento de sistemas de transporte, por cuanto este, nos puede determinar las influencias que cada zona de la ciudad tiene sobre el problema del congestionamiento de tránsito.

Para tener claramente establecido un plano de uso del suelo se hace necesario primeramente tener información acerca de los lugares donde hay uso del suelo comercial, residencial, industrial, espacios destinados a recreación o sea a parques. Después de recopilada toda esta información se localizan estos sitios en un plano de la ciudad que se ha levantado previamente para el efecto.

Ya con estos datos colocados en él, se pueden hacer una serie - de consideraciones preliminares tendientes a determinar de a-- cuerdo con los deseos de las personas, hacia donde se dirigen, así podemos saber de que lugar a que lugar necesitan moverse. - En la ciudad de Guatemala, dado que no existe un plan regula--- dor, como ya dijimos antes, la localización de estas áreas ha - sido arbitraria no existiendo por lo tanto un orden más o menos - necesario. La falta de autoridad de nuestro ayuntamiento en al- gunas ocasiones, la irresponsabilidad de empleados del mismo - en otras, unidas a la ineficacia de nuestras leyes y a la no exis- tencia de otras complican este aspecto, siendo entonces un pro- blema mucho más complejo para el Ingeniero de Tránsito, el que encuentra más variables en el problema que es objeto de su estu- dio. De todas maneras, la confección o elaboración de este -- plano es absolutamente necesaria ya que de él se sirve el Inge-- niero de Tránsito para hacer otros estudios y los cuales vamos a mencionar más adelante.

Durante una época anterior, se quiso hacer una determinación de zonas dentro de la ciudad de Guatemala, cosa que era y es - urgente hacer y se había señalado para ello a la zona 12, y parte de la zona 18 en la salida al Atlántico, para usos industriales, - medida acertada por cuanto las industrias perjudican o pueden - perjudicar la salud de los habitantes de una ciudad por medio de sus desechos industriales.

Desafortunadamente esta idea no se llevó a total realización debido a la ignorancia de nuestras autoridades edilicias en algu- nas ocasiones y en otras por la influencia política de diferentes personas, así como por el poco entusiasmo puesto de manifiesto por las personas encargadas de aplicar las ordenanzas cuando se han intentado dar.

Dentro del plan regulador que es necesario elaborar para la - ciudad de Guatemala, "...éste debe expresar la idea de un plan integral para el desarrollo urbano, como tal debe de abarcar co-- mo mínimo los siguientes elementos esenciales:

- a) El elemento áreas de viviendas y trabajo.
- b) El elemento servicios públicos y comerciales; y

c) El elemento circulación.

La función principal es la de ser el instrumento administrativo para preparar y mantener al día, una proyección unificada y una definición de todos los cambios importantes, adiciones y extensiones del equipamiento físico y del arreglo de la ciudad basados en lo deseable y práctico a través del tiempo a fin de evitar lo más posible tanto la acción ignorante y perjudicial al crecimiento de la misma como al despilfarro de los fondos públicos y privados.

Constituye un plan para la división del área urbana entre los usos públicos y privados, especificando la ubicación general y el grado de necesidad de las mejoras públicas o de los edificios y servicios comerciales; en el caso del desarrollo urbano privado, se especifica la distribución general de las varias clases de usos de la tierra. Se basa por consiguiente en un análisis integral de los elementos como existen en el momento, las tendencias del crecimiento y la redistribución poblacional de la industria y el comercio; en las estimaciones y proyecciones sobre el futuro de esos elementos y la necesidad de apartar áreas para estos a fin de poder proceder a construir los servicios necesarios y apartar extensiones de terreno necesarios al desarrollo urbano." *

Las consideraciones que se pueden hacer sobre el plano de uso del suelo son muchas, tantas, que su estudio amerita gran detenimiento, y por eso, aquí se hace ver la necesidad indispensable de su existencia para preveer la ordenanza del tránsito en la ciudad de Guatemala, de acuerdo con el destino que se le da al suelo, esto determina o tiene jerarquía en los deseos de viaje de las personas.

* Conferencia sobre "El Plan Regulador" dictada por el Arquitecto Federico Fahsen en el 1er. Seminario de Planeamiento Urbano y Regional de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura, Junio de 1967.

4.2 Estudios para el Flujo del Tránsito.

Una vez hecho o realizado el estudio anterior del medio donde se plantea el problema del tránsito, es decir, después de analizar los aspectos topográficos, demográficos, crecimiento horizontal de la ciudad y completado el estudio y plano del uso del suelo urbano, se procede a efectuar estudios relativos al flujo del tránsito, refiriéndose aquí a analizar todos aquellos aspectos que en una u otra forma contribuyen a mantener el congestionamiento del tránsito en unas zonas de la ciudad y en otras producen un desalojo más o menos aceptable de vehículos. Primeramente debe considerarse lo que se necesita investigar, señalar lo necesario para lograr un conocimiento completo de la forma en que se verifica el flujo de tránsito.

Es necesario realizar estudios acerca de volúmenes de tránsito, tiempos de recorrido, capacidad de las calles, estacionamientos, accidentes y dispositivos para regular el tránsito.

El estacionamiento y accidentes de tránsito se considerarán en esta tesis, por separado, en sub-capítulos especiales debido a la importancia que el sustentante cree que estos dos aspectos tienen, dada la singularidad del problema en nuestra capital. De tal modo que dentro de los estudios para el flujo del tránsito, aquí sólo se considerarán y señalarán como parte del estudio para lograr el control del flujo de tránsito los aspectos relativos a volúmenes de tránsito, tiempos de recorrido y capacidad de las calles, en el entendido que estos estudios adicionados con los otros que en este capítulo se señalan, dan lo necesario para tener el control del problema de tránsito. Al decir "control" debemos imaginarnos que es un punto tal desde el cual se puede observar el problema y conocer las distintas variables que intervienen en el mismo, para posteriormente poder emitir disposiciones tendientes a la resolución del problema, las que a su vez serán estudiadas en el capítulo V de esta tesis.

En síntesis, los estudios que se consideran necesarios para el control de flujo de tránsito se dividirán ordenándolos de la siguiente forma:

- 4.2.1 Clasificación de las calles de la ciudad de Guatemala.
- 4.2.2 Inventario del aspecto físico de las calles de la ciudad.
- 4.2.3 Volúmenes de tránsito en la zona central y principales calles.
- 4.2.4 Tiempos de recorrido y demoras.
- 4.2.5 Capacidad de las calles.
- 4.2.6 Transporte colectivo en Guatemala.

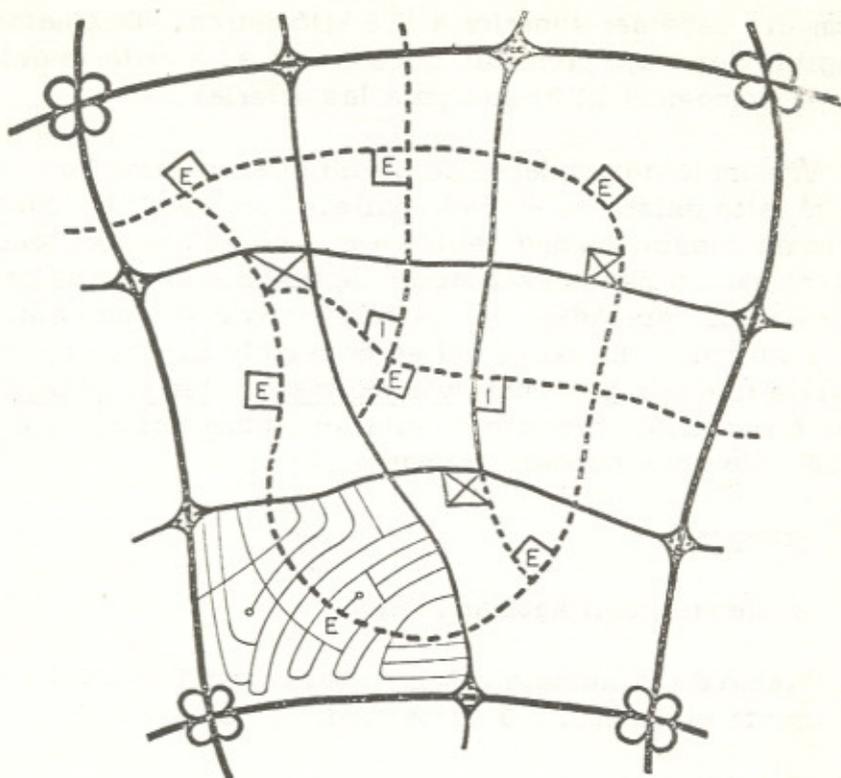
Se estima que con estos, se llega a tener suficiente información como para poder iniciar estudios para dar un plan tendiente a la solución del problema del tránsito.

Una vez establecido este orden, se puede proceder a realizar los estudios de acuerdo con la siguiente forma y ordenamiento del proceso:

4.2.1 Clasificación de las Calles de la Ciudad de Guatemala.

Es completamente necesario, antes de iniciar cualquier otro estudio, esta clasificación de calles, de acuerdo con la clasificación de calles existentes en vías expresas, arterias, calles colectoras y calles locales de acuerdo en lo señalado en el Capítulo II de esta tesis. En esta clasificación resulta fácil complicarse y para hacerla se debe solicitar la ayuda de personas que vivan en diferentes partes de la ciudad, recomendándose que sean los alcaldes auxiliares que existen en cada zona de la ciudad y con el fin de facilitar esta clasificación, el "National Committee on Urban Transportation" de los Estados Unidos da un diagrama teórico de una sección urbana residencial. Ver figura 4.2.1.

Otra manera de ayudarse es estudiando urbanizaciones nuevas



ESCALA
 0 Kilómetros 1

☒ CENTRO COMERCIAL
 [E] ESCUELA
 [I] IGLESIA

— VÍAS EXPRESAS
 — ARTERIAS
 - - - CALLES COLECTOR
 — CALLES LOCALES

— Diagrama teórico de una sección urbana residencial, de acuerdo con el modelo del "National Committee on Urban Transportation" de los Estados Unidos.

FIG. 4.2.1.

donde sea fácil distinguir la función de cada calle.

La longitud del viaje medio en cada calle puede servir como ayuda para clasificarla, considerándose que en arterias el viaje - promedio debe ser superior a 1.5 kilómetros. En Guatemala esta longitud del viaje promedio debe tomarse, a criterio del sustentante, como de 1 kilómetro para las arterias.

A manera de ayudarse se puede utilizar también el volumen - de tránsito existente en cada calle. Pero, esto último no es posible en nuestra ciudad debido a que no existen conteos de tránsito ni mucho menos estimación de volúmenes en las calles, a no ser conteos esporádicos no sistemáticos que tengo entendido se han realizado. En tal virtud es preferible basarse en la definición de lo que representa "vía expresa, arteria, calle colectoras", etc. A manera de ejemplo se citarán algunas calles y avenidas en Guatemala, que pueden agruparse:

Arterias:

Boulevard Raul Aguilar Batres.

Tramo de la autovía a Mixco (carretera Roosevelt) (del Trébol hasta el kilómetro 9 aproximadamente).

Avenida Bolívar.

Calles Colectoras:

18 Calle (Calle 18 de Septiembre).

Calle Martí.

4a. Avenida y Avenida Bolívar de la 18 calle hasta la 21 calle Zona 1.

Calles Locales:

Todas las de las colonias residenciales que proveen acceso a las propiedades.

Calles Residenciales:

Avenida Independencia en Ciudad Nueva de la Zona 2 y en general todas las calles de colonias o barrios residenciales.

Calles Comerciales

4a. Avenida zona 1.

5a. Avenida Zona 1.

6a. Avenida Zona 1.

7a. Avenida Zona 1.

8a. Calle (de la 4a. a la 12 avenida) Zona 1, etc.

Calles Industriales:

Avenida de Petapa en la Zona 12 (parcialmente).

Avenida de Amatitlán (parcialmente).

Al hacer esta clasificación se deja entrever la necesidad de poder contar de antemano con el plano de uso del suelo, por cuanto se necesita saber el fin para el que fué construida la calle o la función que está desempeñando o que podría desempeñar en un futuro.

Esta clasificación, es el primero de los estudios para poder analizar el flujo del tránsito.

4.2.2 Inventario de las Condiciones físicas de las Calles de la ciudad.

Después de realizada la clasificación de las calles, se debe proceder a hacer un inventario físico de las mismas. Para esto, se puede obtener la información necesaria en la propia Municipalidad de la capital de Guatemala; pero es necesario salir al terreno e ir tomando suficiente cantidad de datos para completar la

información necesaria .

Antes de salir al terreno a recolectar estos datos se recomienda preparar cuadros adecuados para ser llenados objetivamente; y

Para cada tramo de calle se debe indicar:

- 1) Ancho de las calzadas y fajas de emplazamiento.
- 2) Tipo de pavimento existente, edad y condiciones en que se encuentra (esto se hace para determinar o estimar su posible duración).
- 3) Condiciones de las aceras, bordillos y cunetas.
- 4) Desagüe y alcantarillas.
- 5) Iluminación.
- 6) Cruces de Ferrocarril.
- 7) Puentes y viaductos.

Para hacer este inventario, el sustentante recomienda el establecimiento del mismo por zonas, de acuerdo con las zonas de la ciudad y en el caso de las áreas muy grandes, subdividir las en distritos de cierto tamaño, para facilitar no sólo el trabajo sino la presentación de los resultados encontrados. Este inventario puede servir a la municipalidad para muchos otros fines, amén de que es necesario para el estudio del flujo de tránsito, como ya se indicó.

Este inventario se hace realmente necesario, por cuanto no se ha efectuado antes en forma metódica, si es que se ha hecho, en la municipalidad capitalina.

4.2.3 Volúmenes de Tránsito en la Zona Central (1) y en las principales de la Ciudad.

Este estudio debe realizarse para conocer el volumen y la dis-

tribución del tránsito dentro de la ciudad de Guatemala .

Para efectuarlo se procede primero a obtener la clasificación - de las vías urbanas, el cual ya se tiene del anterior estudio señalado en este mismo capítulo, solamente que se dividen en dos sistemas:

Un sistema principal compuesto por:

- a) Vías expresas .
- b) Arterias .
- c) Calles Colectoras .

Un sistema secundario compuesto por:

- d) Calles locales residenciales .
- e) Calles locales comerciales .
- f) Calles locales industriales .

Seguidamente en ellas se deben hacer dos tipos de recuentos:

Recuentos de control y Recuentos sumarios, los que a continuación se detallan.

4.2.3.1 Recuentos de Control.

Hay tres clases de ellos:

- a) Recuentos principales .
- b) Recuentos secundarios . y
- c) Recuentos básicos .

Se recomienda que estos recuentos se ejecuten con contadores automáticos, portátiles, registradores y de acción neumática .

4.2.3.1 a) Los Recuentos principales de Control:

Se realizan para conocer los patrones diarios del volumen de tránsito que circula en cada sentido en la vía perteneciente al sistema principal.

Debe establecerse una estación mayor de recuento en cada vía principal, en un punto donde la capacidad de la vía no limite su volumen de tránsito (deformando el patrón), donde no haya distorsiones locales (como la salida a una fábrica) y donde pueda instalarse un contador automático. Esos recuentos deben hacerse por lo menos durante veinticuatro horas cada dos años clasificando el volumen de tránsito por sentido de movimiento y por hora.

4.2.3.1 b) Los recuentos secundarios de Control.

Se efectúan para determinar los patrones diarios de volumen de tránsito (ambos sentidos combinados) correspondientes a calles representativas del sistema secundario. Se recomienda un mínimo de nueve estaciones de recuento secundario, tres en cada clase de calle del sistema (residencial, comercial e industrial), pero siempre debe tratarse que todo tipo de calle esté representado. Los recuentos se hacen registrando volúmenes horarios durante veinticuatro horas cada dos años, sin clasificar los volúmenes por sentido.

4.2.3.1 c) Los Recuentos básicos de Control.

Tienen por objeto conocer los patrones semanales y de variaciones por estación de los volúmenes de tránsito que circulan por cada clase de calle. Ello permite determinar coeficientes de expansión para estimar el TPD en función de volúmenes registrados durante sólo veinticuatro horas. Estos recuentos deben hacerse, por lo menos en una estación de control situada en cada uno de los seis tipos de vías urbanas (vías expresas, arterias, calles colectoras, y calles residenciales, comerciales e industriales). Las estaciones de control seleccionadas, deben ser las que se han usado para hacer los otros recuentos y han mostrado patrones más típicos. Los recuentos se hacen continuamente durante siete días consecutivos, sin clasificar los volúmenes por sentido y una vez al año, para determinar los patrones semanales; y además durante veinticuatro horas, en día entre semana, sin clasificación por sen-

tido, cada tres meses, todos los años, para conocer las variaciones por estación. Si las variaciones climáticas son muy marcadas entonces los recuentos de veinticuatro horas deben hacerse todos los meses. En el caso de la ciudad de Guatemala, cuyas variaciones climáticas no son muy marcadas estos recuentos no es necesario hacerlos durante todos los meses, debiéndose escoger solamente los más representativos: uno en Verano y otro en invierno.

4.2.3.2 Recuentos Sumarios.

Los recuentos sumarios en el sistema principal se realizan para obtener datos sobre volumen en distantes secciones de control de las vías del sistema principal. Estas secciones de control son tramos de vías homogéneos de acuerdo con la circulación de tránsito, sus características geométricas y el carácter de las propiedades colindantes. La función de estas secciones como vías urbanas no debe cambiar en toda su longitud, que suele ser de 800 a 3,200 metros, y están limitadas generalmente por vías principales. Se realizan recuentos en cada Sección de control durante veinticuatro horas en días entre semana, cada cuatro años y sin clasificar volúmenes por sentido. El único dato requerido es el volumen total durante veinticuatro horas; por lo tanto pueden usarse contadores portátiles no registradores. Con los datos obtenidos en este recuento y aplicando coeficientes de expansión apropiados, se puede estimar el TPD, los volúmenes horarios máximos por sentido y el total de vehículos-kilómetros.

Los recuentos sumarios en el sistema secundario sirven para estimar el total de vehículos-kilómetros para todo el sistema. Se pueden efectuar estos recuentos en estaciones fijas o por el método del vehículo en movimiento (citado en el capítulo II de esta tesis), cada vez que las circunstancias lo aconsejen, pues no es posible establecer frecuencias fijas.

- a) Los recuentos en estaciones fijas deben hacerse en cada 1.5 kilómetros de vía, durante veinticuatro horas con contadores no registradores, pues sólo se toma el volumen total. Estos recuentos se agrupan de acuerdo con las clasificaciones y subclasificaciones donde se han establecido las estaciones para

los recuentos básicos y de control.

- b) Los recuentos desde el vehículo en movimiento se hacen a horas en que no circulen volúmenes máximos y la duración recomendada para los recuentos es de unos seis minutos por kilómetro de vía, lo que producirá un error típico de siete por ciento si el TPD es de alrededor de cuatrocientos vehículos (error de la expansión dentro del período del recuento, al que hay que agregar lo de las otras expansiones). Ese error disminuye en razón inversa al TPD y a la duración del recuento por kilómetro, pero es necesario emplear métodos estadísticos para determinar exactamente la magnitud de la muestra necesaria para un caso particular.

4.2.3.3 Recuentos Sumarios ultra cortos.

Muchas veces cuando existen limitaciones económicas, de tiempo y de personal como sucede en el ayuntamiento de la ciudad de Guatemala, es preferible hacer recuentos sumarios ultra cortos, o sea, en menos de veinticuatro horas, y usar factores de expansión para estimar los volúmenes totales durante el período total de veinticuatro horas. En esta expansión se introducen nuevos errores que hay que agregar a los errores producidos en las otras expansiones descritas anteriormente; por lo tanto la precisión del estudio disminuye y es conveniente determinar estadísticamente el valor de esa precisión para ver si es tolerable.

En el "Manual of Traffic Engineering Studies" de la "Association of Casualty and Surety Companies" de los Estados Unidos, se indican dos tipos de recuentos sumarios ultra-cortos que se denominan "método uno" y "método dos" respectivamente.

Método 1.

Se efectúan dos recuentos de media hora durante aquellos períodos en que el volumen de tránsito suele ser más estable, y se expanden los datos registrados multiplicándolos por coeficientes obtenidos en estaciones "Maestras" representativas donde se hacen recuentos de control.

Método 2.

Los recuentos se hacen durante 3, 4 ó 5 minutos en cada estación sumaria y se repiten cada treinta minutos o cada hora. Pueden organizarse estos recuentos empleando 5 minutos en contar y 5 minutos para el traslado de los observadores. Luego multiplicando los volúmenes contados por 20 se estiman los volúmenes horarios y se hacen otras expansiones aplicando coeficientes determinados en recuentos de control. Es obvio que estos recuentos ultra-cortos tienen que ser manuales.

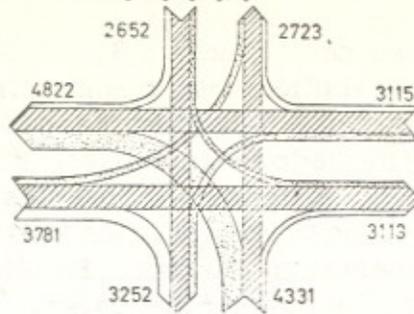
Después de efectuados los recuentos mencionados antes, se tiene ya suficiente información y entonces se procede a hacer una "expansión de los datos tomados en los recuentos"; esta expansión se hace en función de porcentajes o factores de un recuento de control aplicándolo a recuentos sumarios directamente.

En zonas urbanas también se suele hacer "estudios en cordones", estos estudios se hacen en recuentos en estaciones dispuestas en cierto orden llamados "cordones". El volumen de tránsito que se cuenta es el que atraviesa estos cordones, que pueden ser abiertos o cerrados según el objeto del estudio y las condiciones existentes. Para el caso de la ciudad de Guatemala, estos estudios de "cordones" se deben dejar con carácter de secundarios, siendo los más importantes por ahora los ya mencionados antes; de control y sumarios, aunque en algunos casos particulares, estos estudios de "cordones" pueden ser útiles y hasta indispensables.

Los resultados de estos estudios de tránsito se deben luego presentar en forma de diagramas y mapas de caudales. En ellos se deben indicar las corrientes vehiculares por bandas cuyo ancho es proporcional al volumen de tránsito en el lugar. Ver figuras 4.2.3.1, 4.2.3.2 y Fig. 4.2.3.3.

Aunque la Municipalidad de Guatemala, no cuenta con estudios y gráficos de este tipo, se tienen en la Dirección General de Caminos, los primeros de ellos, como se puede observar en la gráfica 4.2.3.4 para las principales entradas a la capital. Con estos gráficos se puede considerar concluido el estudio de volú-

FIG. 4.2.3.3.



- Diagrama de caudales para una intersección de dos vías.

menes de tránsito, los que se repiten periódicamente año con año.

4.2.4 Estudio de Recorrido y Demoras.

El tiempo de recorrido de un vehículo se hace necesario medirlo y estudiarlo para evaluar la funcionalidad de una vía y es una medida relativa del grado de congestionamiento que padece la misma; se usa para calcular ciertos índices de congestionamiento o de suficiencia de la vía a fin de comparar las facilidades para la circulación entre varias vías existentes o para una misma vía en distintas épocas del año.

Los datos sobre tiempos de recorrido pueden emplearse para hacer análisis de costos y beneficios o para estimar el consumo de combustible de los vehículos, así como también se pueden usar los tiempos de recorrido para predecir el volumen de tránsito que se encauzará por nuevas vías. Se utilizan también para calcular los coeficientes de uso de los automóviles y el transporte colectivo.

Los datos sobre velocidad y demoras proporcionan informes acerca de los lugares donde se retrasa el paso o flujo de vehículos y también nos proporciona información sobre las causas de estos retrasos, lo que a su vez nos puede servir para evaluar la efecti-

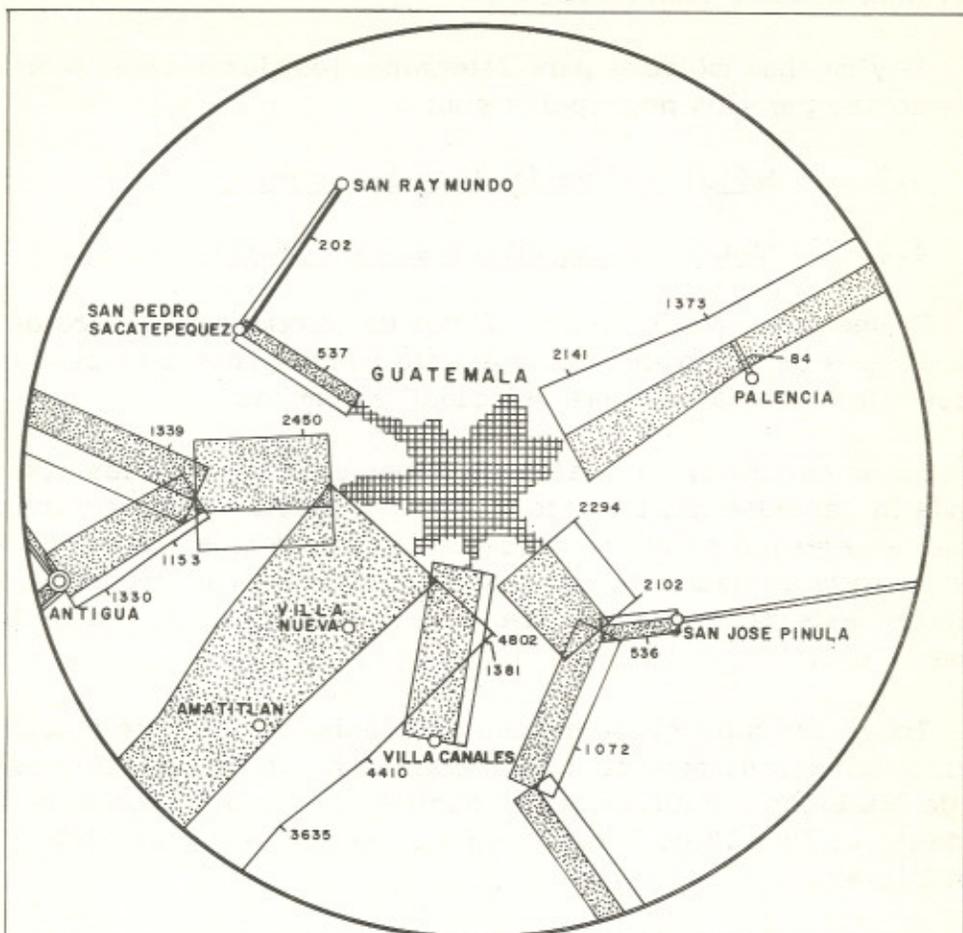


FIG. 4.2.3.4 : Volúmenes de tránsito en las principales entradas hacia la Ciudad de Guatemala. Datos de la Unidad de Planeamiento de la Dirección General de Caminos.

NOTA : ESTE PLANO ES ESQUEMATICO Y LA LOCALIZACION GEOGRAFICA ES APROXIMADA

TRANSITO LIVIANO 
 TRANSITO PESADO 

vidad de ciertas medidas utilizadas para regular el tránsito tales - como prohibir la circulación en un sentido, o el estacionamiento, coordinar señales luminosas, etc.

Hay muchos métodos para determinar los tiempos de recorrido y demoras, pero los principales son:

4.2.4.1 Método del vehículo en Movimiento.

4.2.4.2 Método de las placas en circulación.

El segundo método solamente nos da información acerca de - los tiempos de recorrido, mientras que con el primero se pueden - obtener también datos sobre velocidad y demoras.

Estos estudios, en Guatemala deben realizarse en las vías - donde la densidad del tránsito produce congestiones apreciables - como por ejemplo en el entronque de la 4a. avenida y avenida Bo - lívar o en la autovía a Mixco después del puente del trébol en di - rección oeste de la capital, 10a. calle, 9a. calle, 8a. calle de la zona 1, etc.

Todos estos congestionamientos señalados antes se producen a distintas horas, pero coinciden con las horas de ingreso y salida de las labores cotidianas, es decir entre 7 y 8:30 horas de la mañana; 11:30 y 13:00 horas; y 6:00 a 7:30 de la tarde, 13:30 y - 14:30 horas.

4.2.4.1 Método del vehículo en movimiento.

Este método es el mismo que se señaló en el capítulo II de - esta tesis, para medir volúmenes de tránsito, pero cuando se usa en estudios de tiempo de recorrido y demoras es necesario prestar mejor atención a la velocidad a que circula el vehículo observador.

El vehículo observador debe recorrer varias veces el tramo en estudio a una marcha que puede determinarse, en general, por dos términos. En la primera, el conductor del vehículo observador trata de "flotar" en la corriente vehicular, procurando que el número de vehículos que adelante sea igual al que lo pasan. En la segun-

da, se dan instrucciones, al conductor del vehículo observador - para que conserve una velocidad que, a su juicio, sea el promedio de la de todos los vehículos de la corriente en ese momento.

La primera técnica da lugar a ciertas inexactitudes, especialmente en las vías con varios carriles en un sentido durante períodos de congestión, mientras que la segunda técnica ha producido valores del tiempo de recorrido muy cercanos a los reales.

Los datos que se toman son registrados por un observador que acompaña al conductor, o bien, por instrumentos mecánicos accionados por el conductor. Cuando se desea determinar las demoras, el observador lleva dos cronómetros, uno para registrar el tiempo de recorrido y el otro para la duración de las demoras. El tiempo, ubicación y causas de esas demoras se anotan en planillas preparadas para ese fin o por medio de un instrumento grabador de la voz humana. Si sólo se desean datos sobre el tiempo de recorrido, el conductor puede obtener toda la información necesaria con un equipo grabador y con un cronómetro instalado en el tablero de instrumentos del vehículo.

En las planillas preparadas para anotar las demoras, estos se anotan por medio de símbolos cuyo significado se expresa al pie de la hoja utilizada. Las demoras pueden ser causadas por:

- a. Semáforos en rojo.
- b. Señales de Paradas.
- c. Giros a la izquierda.
- d. Vehículos estacionados, estacionándose o saliendo del lugar donde estaban estacionados.
- e. Estacionamientos dobles, es decir, dos vehículos estacionados paralelamente uno al otro.
- f. Congestión general por falta de capacidad de la vía.
- g. Peatones cruzando la calle.

- h. Autobuses urbanos tomando y dejando pasajeros, así como camiones cargando o descargando.

Con los datos obtenidos del tiempo de recorrido y demoras se puede calcular el tiempo de marcha o sea el tiempo transcurrido mientras el vehículo está en movimiento.

Para que el mismo conductor del vehículo pueda tomar los datos durante los recorridos y pueda prescindir del anotador se han ideado distintos instrumentos registradores. Uno de ellos es un registrador impresor de tiempo de recorrido que imprime la hora en una cinta de papel apreciando el centésimo de segundo, así como doce símbolos distintos. A cada uno de estos símbolos corresponde una tecla y hay un botón para imprimir el tiempo. El conductor del vehículo imprime la hora cada vez que pasa por un punto de control y cuando comienza o termina una demora. Los símbolos de las teclas se usan para indicar la clase de punto de control o la naturaleza de la demora, de acuerdo con una clave establecida de antemano.

4.2.4.2 Método de Observación de Placas de Circulación.

Este método no proporciona información sobre las causas de las demoras, pero se obtiene con él bastante exactitud en la determinación del tiempo y la velocidad de recorrido. La hora en que se efectúan estos estudios y su duración dependen de su aplicación. Si se hacen para analizar problemas de congestión, el momento apropiado es durante la hora de máximo volumen de tránsito; pero, si se usan en trabajos de planeamiento, deben realizarse durante una hora, cuatro veces al día, en períodos representativos de las variaciones del tránsito según lo señalado por el "Manual of Traffic Engineering Studies" (Association of Casualty and Surety Companies).

Para efectuar el estudio por este método, se selecciona el tramo de la vía que se va a observar y se colocan dos personas en cada extremo del mismo; un observador, provisto de un cronómetro y un anotador con una hoja de campaña y un tablero. (si el volumen del tránsito es menor de 100 vehículos/hora con una persona en cada extremo del tramo basta). En la mayoría de los casos un

tramo de dos a tres kilómetros resulta satisfactorio.

Se sincronizan ambos cronómetros y a partir de cierto tiempo - convenido los observadores dictan a los anotadores la placa completa, las tres o cuatro últimas cifras de las matrículas de los - vehículos que pasan frente a ellos y las lecturas de los cronómetros en esos momentos. Si el tránsito es muy intenso, los vehículos a registrar pueden limitarse a los que tengan matrículas que - terminan en cinco y en 0 (o en otros números) para tomar una - muestra del veinte por ciento; o bien, sólo los que terminen en - "0" para que la muestra sea del 10 por ciento.

Luego en el gabinete se halla la diferencia entre los tiempos - de observación correspondientes a cada placa, que serán los - tiempos de recorrido de cada vehículo. La longitud del tramo de - vía se mide a escala en un plano que ofrezca garantía, o bien, usando el odómetro de un vehículo. Dividiendo la longitud del - tramo en kilómetros entre el tiempo de recorrido en horas, se obtiene la velocidad de recorrido en kilómetros por hora para todo - el tramo.

La hoja de campo recomendada para este estudio por la Association of Casualty and Surety Companies" de los Estados Unidos es la que aparece en la figura 4.2.4.1 pero, en estudios realizados en vías rurales en la Unidad de Planeamiento de la Dirección General de Caminos se ha observado que es preciso modificar este cuestionario con el objeto de reducir los tiempos de operación al anotar en la misma. El sustentante de esta tesis cree preferible usar un cuestionario u hoja de campo con columnas como la - de la figura 4.2.4.2. y solamente encerrar dentro de un círculo el número correspondiente al tipo de vehículo como se indica en la figura, después de anotar la hora y la placa del vehículo que pasa.

Debe instruirse adecuadamente también, al personal que trabajará en este estudio para disminuir los errores en lo posible, - preparando instructivos y dándoles pláticas con el objeto de que sepan la responsabilidad y la importancia de su trabajo.

En vez de usar la hoja de campo se puede emplear un instru---

TABLA 4.2.4.1

NUMERO DE PLACAS DE CIRCULACION QUE ES PRECISO COMPARAR PARA DETERMINAR VALORES DE LA VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO CON ERRORES NO MAYORES del 5% en el 95% de los casos.

Tipo de Vía	Número de placas a comparar
Vías Urbanas con Semáforos	
De 2 carriles, descongestionadas	32
De 2 carriles, congestionadas	36
De más de 2 carriles, descongestionadas . .	80
De más de 2 carriles, congestionadas	102
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
Vías Rurales	
De 2 carriles, 1,130 v/h	25
De 2 carriles, 1,440 v/h	41
De 4 carriles, descongestionadas	30

Figura 4.2.4.2

Tipo de Vehículo		<ul style="list-style-type: none"> 1. Vehículos livianos 2. Vehículos pesados 3. Autobuses 		
Hora	No. de Placa	Tipo de Vehículo		
17:15:21	32421	①	2	3
17:15:23	1420	1	②	3

mento de grabación de la voz humana para registrar los datos. En este sistema, el observador menciona en voz alta los números de

las placas y las lecturas del cronómetro junto a un micrófono, así como los datos generales al final del estudio.

Para ordenar los datos del estudio en el gabinete y hacer los cálculos correspondientes se puede utilizar una forma o planilla como la mostrada en la Fig. 4.2.4.3.

En la tabla 4.2.4.1 puede verse el número de placas que hay que comparar para obtener cierto grado de exactitud, de acuerdo con un estudio realizado por el Dr. Donald S. Berry en la Universidad de Northwestern, Estados Unidos.

De acuerdo con las características del tránsito en Guatemala, puesto que se ha supuesto realizada la investigación de las mismas debe hacerse un análisis comparativo entre los dos métodos propuestos y utilizar el que sea necesario de acuerdo con lo que se desee investigar en el momento de efectuar el estudio y del lugar en donde se realice.

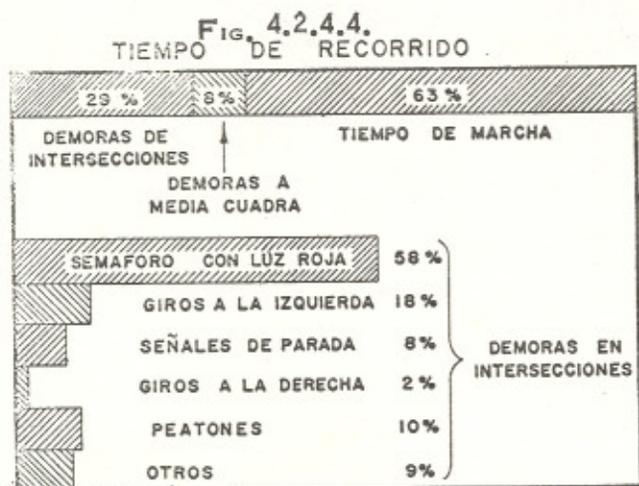
Los resultados obtenidos del estudio de recorrido y demoras, que se pueden hacer para automóviles, vehículos pesados o autobuses, se presentan simplemente como el tiempo promedio que se necesita para recorrer ciertos tramos de vía, o la velocidad media de recorrido en esos tramos. Se suele calcular también la "razón de demora" el cual se halla obteniendo los tiempos de recorrido por unidad de longitud (minutos/kilómetro) que se denomina "razones de movimiento" y se comparan con las razones de movimiento que se consideran normales para el tipo de vía considerado. La diferencia entre esos dos valores es la "razón de demora". Las razones de movimiento normales establecidos por el "National Committee on Urban Transportation" de los Estados Unidos para las horas cuando circulan volúmenes de tránsito máximos son los indicados en la tabla 4.2.4.2.

Tabla 4.2.4.2

Vía	Velocidad	Razón de Movimiento Normal
Vía Expresa	56 Km./h	1.07 min./Km.
Arteria Urbana	40 Km./h	1.50 min./Km.
Calle Colectora	32 Km./h	1.88 min./Km.

Acercas de los estudios de recorrido y demora, además de los análisis ya descritos antes, pueden idearse otros tales como utilizarlos como un índice de congestionamiento según lo sugerido por el Dr. Donald S. Berry de la Universidad de Northwestern y que es una relación entre el tiempo de recorrido durante la hora de máximo volumen de tránsito y el correspondiente a otra hora.

Los resultados de un estudio sobre tiempo recorrido y demoras pueden presentarse gráficamente, como por ejemplo lo mostrado en la Fig. 4.2.4.4.

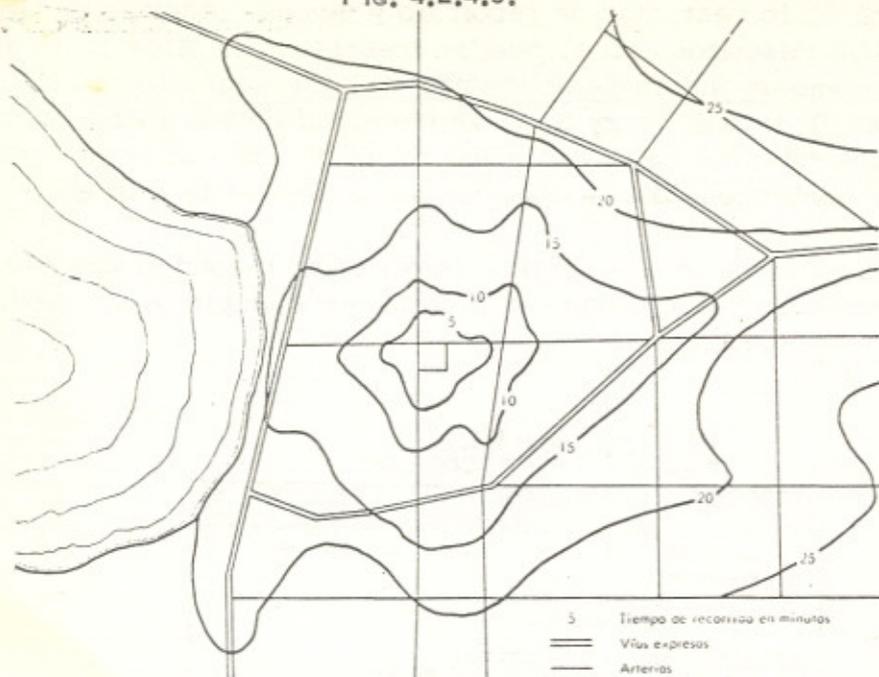


— Representación gráfica del tiempo de recorrido y demoras en una vía urbana. Las demoras registradas corresponden solamente al tiempo en que los vehículos han estado detenidos.

Al hacer estudios sobre tiempo de recorrido en un sistema de vías, es posible representar sus resultados por medio de mapas de "curvas isócronas" que muestran las distancias que se pueden recorrer en ciertos períodos de tiempo a partir de un origen común. Ver Fig. 4.2.4.5.

Para Guatemala, pueden hacerse estos estudios sobre tiempo de recorrido a partir del parque Central por ejemplo, hacia distintas direcciones con el objeto de establecer las curvas isócronas para Guatemala. De este estudio se puede obtener también -

FIG. 4.2.4.5.



- Mapa de curvas isócronas.

las velocidades de los vehículos y luego representarlos como se muestra en la Fig. 4.2.4.6.

4.2.5 CAPACIDAD DE LAS CALLES.

La capacidad de una vía es su suficiencia para conducir el tránsito y se expresa por el número máximo de vehículos que pueden circular por ella bajo ciertas condiciones. Las condiciones que afectan la circulación de los vehículos y por ende la capacidad de las vías pueden ser de dos clases:

1. Condiciones propias de la vía, que son aquellas inherentes a la calle, tales como sus características geométricas de calzada; y
2. Condiciones propias del tránsito, que son aquellas inhe-

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR
UNICAMENTE EN TESIS FISICA

rentes de los vehículos, tales como su velocidad. Estas condiciones son variables durante un mismo día.

Se han establecido tres clases de capacidades de vía:

- 4.2.5.1 Capacidad Básica. Está dada por el número máximo de automóviles que pueden pasar por un punto determinado de un carril o vía, durante una hora, bajo las condiciones más favorables propias de la vía y del tránsito que sea posible alcanzar. Dos vías que tengan las mismas características físicas, poseen por lo tanto, la misma capacidad básica, cualesquiera que sean las condiciones prevaletientes del tránsito.
- 4.2.5.2. Capacidad Posible. Se expresa por el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto dado de un carril o una vía durante una hora bajo las condiciones prevaletientes relativas a la vía y al tránsito. Es igual al volumen de tránsito que no puede ser excedido sin alterar alguna de las condiciones imperantes.
- 4.2.5.3 Capacidad Práctica. Equivale al número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto dado de un carril o vía, durante una hora, sin que la densidad del tránsito sea tan grande que origine demoras, peligros y restricciones intolerables en la libertad de los conductores para maniobrar, bajo las condiciones prevaletientes de la vía y el tránsito. La palabra "Intolerables" que califica a "demoras, peligros y restricciones en la libertad de los conductores para maniobrar" responde a un concepto subjetivo que depende en gran parte del juicio individual. Sin embargo, al estudiar casos más específicos se deben establecer límites más definidos a esa "tolerancia".
- 4.2.5.4 Capacidad Directriz. Esta es la capacidad que se debe dar a una vía en proyecto, para que circule satisfactoriamente por ella su volumen de tránsito directriz. Se acostumbra emplear como capacidad directriz la capacidad práctica o un valor algo menor. La capacidad

práctica de las intersecciones es generalmente mayor que la capacidad directriz.

Para calcular la capacidad de las vías se puede emplear la llamada "Fórmula de la Capacidad Teórica". Supongamos que por una calle en un carril circula el volumen máximo de vehículos que pueden pasar por él en ciertas condiciones; es decir que el carril está funcionando a plena capacidad. Si llamamos "V" a la velocidad media de los vehículos en ese momento en Km./Hora e "i" al intervalo medio entre ellos en metros, es evidente que el volumen máximo "Q", que puede circular por ese carril (o sea su capacidad) expresado en vehículos por hora y en esas condiciones estará dado por la fórmula:

$$Q = \frac{1000 V}{i} \quad \text{Vehículos/hora.}$$

Existe cierta relación entre la velocidad de un vehículo y el intervalo que deja su conductor con respecto al vehículo que le precede en el mismo carril. Se ha intentado establecer una relación matemática entre esas dos variables, pero hasta ahora los resultados obtenidos han discrepado tanto con la realidad que lo más acertado es utilizar relaciones empíricas.

Con la fórmula anterior se puede calcular el número de vehículos por hora y por carril que es necesario tener como máximo en una calle y esto puede servir para determinar las calles que no están desempeñando su función de desalojar vehículos a capacidad.

No se debe confundir los términos densidad y volumen de tránsito, porque éste da lugar a numerosos errores de interpretación. De acuerdo con las definiciones de estos términos, para una corriente vehicular o una fila de la misma se tiene:

$$Q = D \times V \quad D = \frac{Q}{V}$$

donde Q = Volumen de tránsito (Vehículos/hora)

D = Densidad del tránsito (vehículos/Km.)

V = Velocidad de marcha de
vehículos (Km./H.)

Se debe comprender que a densidades altas es posible que circulen volúmenes bajos (en contra de lo que creen muchas personas) y las mayores densidades del tránsito ocurren cuando los vehículos están casi detenidos, en cuyo caso el volumen de tránsito se aproxima a cero. Los estudios de densidad y volumen de tránsito forman parte del estudio de la capacidad de las vías y en tal sentido deben investigarse.

Otro estudio necesario de efectuar para el estudio de la capacidad de calles, es el estudio del congestionamiento.

4.2.5.5 Congestión. Es la acumulación excesiva de vehículos en alguna parte de una vía. Aunque el término se ha usado mucho en Ingeniería de Tránsito no se ha definido todavía su valor cuantitativo. La congestión se evalúa por la dificultad que existe para que el tránsito fluya, estudiando la velocidad y el tiempo de recorrido; o bien, por la relación entre el volumen que circula por una calle y su capacidad máxima teórica.

Se ha podido comprobar en la práctica que cuando el volumen de tránsito de una vía aumenta acercándose a su capacidad máxima, pero sin llegar a igualarla, la velocidad media de marcha de los vehículos que circulan por ella se reduce proporcionalmente al aumento de volumen, siempre que no varíen las demás condiciones que afectan el tránsito.

La "American Association of State Highway Officials" (AASHO) ha establecido distintos grados de facilidad para el tránsito de vehículos basándose en la relación entre el volumen y la capacidad práctica de la vía.

De acuerdo con eso se definen cuatro tipos de circulación, los cuales se pueden establecer en función del volumen horario máximo de tránsito.

- 4.2.5.6 Circulación Libre. Cuando el volumen horario máximo de tránsito es inferior a la mitad de la capacidad práctica de la vía. En este caso las velocidades de marcha de los vehículos se acercan a las que desean sus conductores.
- 4.2.5.7 Circulación Normal. La que se encuentra comprendida entre la "libre" y la "restringida", que se expresa a continuación.
- 4.2.5.8 Circulación Restringida. Ocurre cuando el volumen horario máximo de tránsito es igual a la capacidad práctica de la vía o se encuentra muy próxima a ella.
- 4.2.5.9 Circulación Congestionada. Es cuando el volumen horario máximo de tránsito es mayor que la capacidad práctica. En este caso pueden presentarse momentos en que no hay circulación realmente, sino que los vehículos se encuentran detenidos.

Para poder establecer la capacidad de las calles de Guatemala, debe, después de haberse hecho los estudios de volúmenes respectivos, compararse con los posteriores aquí señalados para hacer una clasificación de calles de acuerdo con su capacidad. Esto constituirá otro factor importante para obtener el control de la forma y las condiciones en que se verifica la circulación de vehículos en nuestras calles.

4.2.6 TRANSPORTE COLECTIVO EN GUATEMALA.

El último de los estudios a realizar, tendiente a conocer la situación del flujo del tránsito dentro de nuestra ciudad es el referente al transporte colectivo dentro de la ciudad. Bien sabido es, y este es un tema de actualidad, los problemas que ocasiona al vecindario una deficiente planificación en cuanto a este aspecto se refiere. Por ello, se hace indispensable complementar los

estudios tendientes a conocer el flujo del tránsito en nuestra ciudad con un estudio completo del transporte de masas dentro de los límites urbanos.

El transporte colectivo en Guatemala, se realiza por medio de autobuses, no existiendo por lo menos durante el día, otro medio de transporte para las personas o ciudadanos guatemaltecos que no poseen vehículo propio. Durante la noche, existen automóviles llamados "ruleteros" que se dedican a prestar este servicio, pero, es el caso que en la noche es cuando menos se necesita el transporte masivo de personas.

Se suele, como primer paso en el estudio del transporte colectivo, urbano, clasificar a los servicios de esta naturaleza en 2 tipos.

4.2.6.1 Transportes lentos o locales y

4.2.6.2 Transportes rápidos o expresos.

4.2.6.1 Transportes lentos o locales. Son los que utilizan como vehículo el tranvía, el trolebús y el autobús circulando por las arterias y calles colectoras de las ciudades.

En Guatemala solamente se utiliza el autobús como medio de transporte colectivo lento. Estos autobuses empleaban gasolina en un principio, pero hoy en día se prefieren los dotados de motor diesel para su mayor economía.

La tendencia actual de los fabricantes de autobuses es hacerlos de mayor tamaño, con capacidad para alrededor de cincuenta pasajeros, pero los autobuses de grandes dimensiones, si bien economizan personal, en calles como las nuestras encuentran dificultades para maniobrar.

4.2.6.2 Transportes colectivos rápidos o expresos. Son los constituidos por ferrocarriles urbanos, o ferrocarriles sub-urbanos. También se considera transporte colectivo rápido a los autobuses que circulan por vías expresas urbanas, por calzadas separadas o mezcladas con el resto del tránsito.

Para los propósitos de esta tesis, como es el de tratar de dar métodos para ordenar el tránsito en Guatemala, tal y como hoy se presenta, no se considerará transporte colectivo rápido, aunque naturalmente no se excluye la posibilidad de que puedan presentarse en el futuro, y dada la manera en que está creciendo nuestra ciudad no sería remoto que surgiese o que se hiciera necesario un tipo de transporte colectivo rápido.

Seguidamente se puede clasificar el transporte colectivo atendiendo el hecho de que sí circula por la vía pública o no. En el caso de Guatemala sólo existe el primer caso por lo que no es necesario hacer esta clasificación.

4.2.6.3 Estudios Aplicables. Los estudios de Ingeniería de Tránsito aplicables a los transportes colectivos son los siguientes:

1. Encuestas de Origen y Destino en las líneas individuales de transporte público. Se emplean para investigar posibles cambios de rutas de las líneas, o bien la conveniencia de crear nuevas líneas o determinar la longitud de los viajes de los pasajeros.
2. Recuentos de Cordón. Se utilizan para conocer la proporción en que se utilizan los distintos medios de transporte, en las distintas horas del día. Cuando se compara la información obtenida con datos de estudios similares efectuados en el pasado, se revelan las tendencias en el transporte urbano.
3. Estudios sobre el Tránsito Directo. (Que sigue de largo). Para ello se comparan las placas de circulación observadas en dos puntos de una calle y se determina el volumen de tránsito directo y la proporción que es del volumen de tránsito total. Si ese tránsito representa una proporción exigua del tránsito total, entonces se pueden coordinar los semáforos para favorecer a los autobuses que circulan a velocidades más lentas.
4. Estudios sobre Velocidades y Demoras. Revelan las

causas de los retardos en el movimiento de los vehículos de transporte colectivo y permiten coordinar mejor los semáforos para favorecer ese movimiento.

5. Estudios sobre el Movimiento de Personas en las Paradas. Estos estudios consisten principalmente en el recuento de personas que se montan o bajan de los vehículos de transporte colectivo en cada parada. Sirven para establecer o suprimir paradas, determinar dónde y cuándo deben terminar los recorridos de los vehículos y estudiar los lugares donde hay muchas transferencias de pasajeros de un vehículo a otro.
6. Recuentos de Pasajeros en los puntos de Máximas subidas y bajadas. Se emplean para conocer las características de las líneas individuales de transporte y ayudar a preparar el horario de los vehículos, determinar el tipo y tamaño del equipo que se debe asignar a cada ruta y estudiar los lugares donde se realiza mayor número de transferencias.

En Guatemala, hasta la fecha sólo existe un estudio del transporte urbano y es el estudio realizado por el Licenciado Gerardo Gordillo Barrios y utilizado en esta tesis como fuente de consulta, e información pero, éste estudio es de carácter económico y su utilización es más bien de carácter particular, que para los fines que nos interesan.

Si observamos detenidamente los estudios de Ingeniería de Tránsito señalados antes, nos podemos dar cuenta que ninguno o casi ninguno se han realizado sobre el mismo y las decisiones de las autoridades edilicias relativas al establecimiento de nuevas rutas, se dan en función de exigencias públicas e intuición y no de necesidades requeridas, determinadas a base de estudios técnicos como los señalados aquí.

4.3 ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

Uno de los estudios más útiles a el Ingeniero de Tránsito para lograr el control del mismo para su ordenanza, es conocer los deseos de viaje de las personas, es decir de qué lugar a que otro lugar quieren dirigirse en un momento dado. Este estudio recibe el nombre de "Estudio de Origen y Destino" y puede definirse como aquel en el cual se trata de determinar el comienzo u origen del tránsito y su destino final.

La organización encargada de la planificación del tránsito, para poder ejercer control sobre el usuario y el vehículo facilitando sus viajes debe conocer cuáles son los deseos de movimiento, cuál es la demanda de traslado, de donde viene y a donde va. Es para esto, que tales estudios se realizan. Para la ciudad de Guatemala, que es lo que nos interesa, el estudio debe concentrarse sobre las arterias principales que conducen al distrito comercial.

Este estudio, se puede hacer simultáneamente con la clasificación de las vías, señaladas en otra parte de este capítulo, o preferiblemente después de tener dicha clasificación.

Obtenida la clasificación de las calles, se escogen las arterias donde se verificará el estudio y luego los puntos donde se establecerán las estaciones de entrevista o de observación, según sea el caso o método empleado para obtener la información.

Para obtener los datos para el estudio de origen y destino es necesario hacer ciertas preguntas a los usuarios de las vías y analizar las respuestas que estos, den a las mismas. Hay varios métodos para la recopilación de datos, que van desde una simple encuesta sin mayores detalles, hasta entrevistas de duración relativamente largas que comprenden una serie de requisitos que dependen fundamentalmente de los estudios posteriores que habrán de efectuarse en los mismos; naturalmente, el grado de profundidad en la recopilación de datos nos dará mejores resultados.

Los métodos para obtener los datos son cinco:

4.3.1 Método de observación de Placas de Circulación.

4.3.2 Método de Tarjetas Postales .

4.3.3 Método de Señales en los Vehículos .

4.3.4 Método de Entrevistas en Domicilios .

4.3.5 Método de Entrevistas en la Vía .

Vamos seguidamente a describir someramente en que consiste cada uno de los métodos señalados antes .

4.3.1 Métodos de Observación de Placas de Circulación

Este método tiene dos formas de ejecución:

- a) Mediante el registro o anotación del número de la placa de los vehículos que se encuentran estacionados en determinados lugares . Aquí, el lugar de estacionamiento se considera el punto de destino, mientras que el lugar donde se guarda permanentemente el vehículo -dato que se puede obtener de las listas de registro en la Dirección General de la Policía Nacional- se supone que es el punto de origen .
- b) La segunda forma de ejecución consiste en situar observadores y anotadores en puntos estratégicos, previamente escogidos en las arterias principales, de entrada y salida en zonas prefijadas . Los observadores apuntan las matrículas de los vehículos que entran y salen de la zona mencionada indicándolo así en la boleta preparada para el efecto, así como cualquier otra información que pueda resultar de interés . Los datos de placas, tomados por todos los observadores se comparan entre sí y se analizan para identificar la entrada y salida de cada vehículo en la zona, los que se consideran respectivamente como sus partes de origen y destino .

Este método de placas comunes tiene algunas desventajas, como la inseguridad en algunos casos para determinar el número de la placa o la suposición efectuada "a priori" de que el origen y destino están indicados en los pun--

tos de entrada y salida; pero puede ser aplicado con buenos resultados en aquellos lugares, como es el caso dentro de la ciudad de Guatemala, donde el volumen de tránsito - sea tan grande que resulta imposible detener los vehículos para efectuar interrogatorios. Este método se realiza o debe realizarse en un sólo día y hacerse en forma continua, - teniendo como precaución observar cada entrada y salida de la zona considerada. En este método suele bastar con anotar las tres últimas cifras de la placa, aunque es preferible anotar el número completo.

4.3.2 Método de las Tarjetas Postales

Este otro método se usa también en aquellos lugares en los que el volumen de tránsito es de magnitud tal, que los vehículos no pueden ser detenidos por largo tiempo para hacer preguntas a los conductores.

Las tarjetas postales que se utilizan se preparan con el fin de que sean llenadas por los usuarios de la vía y contienen un cuestionario con dirección de retorno. Con este método se consigue mayor información que con el método de las placas - de circulación.

Una manera de trabajar mediante este sistema de tarjetas - postales, es la de distribuir las mismas en un punto seleccionado de una vía, con la fecha, ubicación y dirección del viaje impresos en las tarjetas.

Esta tarjeta que se proporciona a los conductores, va debidamente timbrada y a los usuarios se les entrega, pidiéndoles llenar los datos solicitados y luego devolverla por correo.

4.3.3 Método de Señales en los Vehículos

El método de utilizar señales en los vehículos es una forma simplificada para obtener datos. Para este método se utiliza una tarjeta especial que se entrega en mano del conductor o se pega al vehículo en el momento en que éste entre en la zona que se está estudiando. Cuando el vehículo abandona la zona,

la etiqueta se quita de donde se encuentra. El tiempo, estación, dirección de recorrido y cualquier otra información adicional que pueda resultar de interés es indicada en la etiqueta. El conductor del vehículo debe conocer la operación que se realiza y es informado que debe entregar la etiqueta cuando abandone la zona. Este método es muy ventajoso para estudiar movimientos en zonas relativamente pequeñas, donde el tránsito es muy denso y existe continuidad de movimientos.

4.3.4 Método de Entrevistas en Domicilios

Este método fué elaborado para la obtención de datos de origen y destino en regiones urbanas, por el "Bureau of Public Roads" de los Estados Unidos con el asesoramiento del "Bureau of Census". Este procedimiento brinda la posibilidad de realizar un estudio completo del tránsito urbano, basado en la toma de muestras en entrevistas a domicilio. El "Método de las Entrevistas a Domicilio" brinda a quien lo utiliza, una información completa de las demandas del tránsito dentro de una región urbana, los medios de transporte utilizados y las rutas principales empleadas. Este método es relativamente costoso y el tiempo que se emplea es largo, pero los datos que se obtienen satisfacen y justifican esos inconvenientes.

Para determinar el tamaño de la muestra que se debe tomar en una zona urbana se pueden utilizar procedimientos estadísticos, a fin de que la información que se obtenga de ella sea representativa, si las personas incluidas en la misma están distribuidas geográficamente sobre la región estudiada, en la misma proporción que lo está toda la población del lugar. El tamaño necesario de la muestra depende principalmente de la población total, del grado de exactitud exigible y de la densidad de población en la zona estudiada. Aunque en Guatemala, es necesario efectuar estudios para determinar el tamaño de la muestra, se puede utilizar a manera de orientación la tabla 4.3.4.1.

T A B L A 4.3.4.1

(Tabla para selección de tamaño de la muestra. Estudio de origen y destino)

Población de la región	Tamaño de la muestra recomendada
Menos de 50,000 habitantes	1 cada 5 viviendas unitarias
50,000 a 150,000 "	1 cada 8 " "
150,000 a 300,000 "	1 cada 10 " "
300,000 a 500,000 "	1 cada 15 " "
500,000 a 1,000,000 "	1 cada 20 " "
Más de 1,000,000 "	1 cada 25 " "

Antes de efectuar la selección de las viviendas unitarias, es necesario establecer la ubicación de la línea que delimita la región que ha de ser incluida en el estudio interno. Dicha división tiene por objeto facilitar el análisis de los estudios que se efectúen; las regiones internas y cercanas a la externa deben ser divididas en zonas pequeñas, en condiciones de ser estudiadas en la tabulación de los viajes y en el análisis de los viajes dentro y a través de la región en estudio. El uso, la forma y la medida de las zonas de las regiones divididas son las más importantes consideraciones que se deben tener en cuenta.

El procedimiento conveniente para seleccionar la muestra representativa depende de los elementos disponibles. El método más común y conveniente para áreas populosas dentro de la ciudad o adyacentes a la misma, es el uso de detalles suplementados por catálogos de direcciones, estadísticas de manzanas, etc. Otro método es el de un recuento que se realiza en cada manzana siguiendo la dirección del movimiento de las agujas del reloj a partir de una esquina de la misma, eligiéndose la enésima vivienda unitaria, de acuerdo con el tamaño de la muestra.

Las entrevistas se realizan en las muestras seleccionadas y si no se encuentra a los ocupantes de una vivienda, es preciso repetir las visitas a ellos hasta hallarlos y no seleccionar otra vivienda, pues en este último caso se distorsionaría la muestra. Se ob-

tiene información de todos los viajes efectuados por los residentes, en el día anterior a la entrevista y se busca para ello un día que se considere como típico. Se limita el número de personas a los mayores de cinco años.

La obtención de datos de viajes de camiones y taxis se realiza por separado. Para esta fase del trabajo, el ejemplo puede tomarse de listas de registros numéricos y alfabéticos. La técnica de la toma de muestra que se utiliza en este caso es similar a la empleada para viviendas unitarias, teniendo en cuenta que el porcentaje de taxis en la muestra debe ser tan grande como el de camiones, aunque se prefiere un porcentaje mayor.

Mediante el método de entrevistas en domicilios se puede obtener información, no solamente sobre los viajes que realizan los propietarios de vehículos, sino también los hechos por personas que utilicen transportes colectivos. Además, se pueden recabar otros datos necesarios, tales como el número de personas que habitan las viviendas unitarias, sexo, raza, ocupación de las mismas; número de viajes efectuados por cada persona; propósito del viaje; tipo de transporte empleado, etc. Para estas entrevistas se suelen utilizar formularios como los indicados en las figuras 4.3.4.1 y 4.3.4.2.

4.3.5 Método de Entrevistas en la vía

Las entrevistas en la vía constituyen un método directo para obtener en forma rápida y eficiente, el origen y destino y hasta un tercer punto del viaje de cada conductor entrevistado.

Los automóviles y camiones son detenidos durante el tiempo que dure la entrevista y un personal cuidadosamente seleccionado y adiestrado previamente se ubica en la vía, donde las condiciones del lugar permitan trabajar con seguridad. Policías uniformados se colocan en puntos prefijados de la vía, donde se instalan señales con el objeto de advertir a los conductores sobre las maniobras que deben realizar para situar el vehículo en el carril donde se efectúan los interrogatorios. Cuando la acumulación de vehículos es grande, especialmente en las horas de máximo movimiento, se podrá habilitar un carril adicional para hacer los interrogatorios.

Fig. 4.3.4.1
INFORME DE VIAJES INTERNOS

HOJA DE

TARJETA 2 AREA MANZANA SUBZONA DIA DE VIAJE

Ocupación e Industrial	Persona N°	Vole N°	Sector	Donde comenzó este viaje	Donde finalizó este viaje	Modo de viajar	Horas de -		Propósito del viaje	10	11
							Comenzó	Llegado			
	1			Ciudad		1 Conductor de Automóviles	A.M.	A.M.	1 Trabajo	1 Calle libre	1 Calle libre
	2					2 Pasajero de Automóviles			2 Negocios	2 Parquesmetro	2 Parquesmetro
	3					3 Trenvia - Omnibus	P.M.	P.M.	3 Hogar	3 Calle libre	3 Calle libre
	4					4 Pasajero de Taxi			4 Hogar	4 Calle libre	4 Calle libre
	5					5 Pasajero de Camión			5 Comercio	5 Calle libre	5 Calle libre
	6					6 Conductor de Automóviles	A.M.	A.M.	6 Negocios	6 Calle libre	6 Calle libre
	1					1 Conductor de Automóviles	A.M.	A.M.	1 Trabajo	1 Calle libre	1 Calle libre
	2					2 Pasajero de Automóviles			2 Negocios	2 Parquesmetro	2 Parquesmetro
	3					3 Trenvia - Omnibus	P.M.	P.M.	3 Hogar	3 Calle libre	3 Calle libre
	4					4 Pasajero de Taxi			4 Hogar	4 Calle libre	4 Calle libre
	5					5 Pasajero de Camión			5 Comercio	5 Calle libre	5 Calle libre
	6					6 Conductor de Automóviles	A.M.	A.M.	6 Negocios	6 Calle libre	6 Calle libre
	1					1 Conductor de Automóviles	A.M.	A.M.	1 Trabajo	1 Calle libre	1 Calle libre
	2					2 Pasajero de Automóviles			2 Negocios	2 Parquesmetro	2 Parquesmetro
	3					3 Trenvia - Omnibus	P.M.	P.M.	3 Hogar	3 Calle libre	3 Calle libre
	4					4 Pasajero de Taxi			4 Hogar	4 Calle libre	4 Calle libre
	5					5 Pasajero de Camión			5 Comercio	5 Calle libre	5 Calle libre
	6					6 Conductor de Automóviles	A.M.	A.M.	6 Negocios	6 Calle libre	6 Calle libre

— Formulario para estudios con entrevistas a domicilio.

Una vez realizado el interrogatorio, el trabajo posterior de gabinete no requiere un tiempo muy grande y los datos obtenidos se ponen en forma de perforaciones, en tarjetas para máquinas electrónicas.

La toma de datos en estaciones ubicadas en vías principales de acceso a ciudades o en otros puntos similares resulta fácil, no así el trabajo en regiones urbanas en los que la multiplicidad de vías y la densidad del tránsito requieren un gran número de estaciones que muchas veces no llegan a ofrecer condiciones de ca-

FIG. 4.3.4.2.
ESTUDIO DEL TRÁNSITO EN EL ÁREA METROPOLITANA

SUMARIO DE LA UNIDAD DE DOMICILIO

Número anterior: _____ Tarjeta: _____

Dirección entrestada: _____ Área N° _____

Número siguiente: _____ Manzana N° _____

Fecha de viaje: _____ Ejemplo N° _____

Subzona N° _____

A. Cuántos automóviles para pasajeros son de propiedad de personas que viven en esta dirección?

B. Cuántas personas viven aquí?

C. Cuántas personas de 5 años de edad o mayores?

D. Información de la casa: Base _____

Persona N°	Si tiene vehículo	Sexo y Edad	Identificación/Persona	Cargo	Ocupación e Industria	Viajes	
						SI	NO
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							

E. Número total de viajes informados en esta dirección: _____

1. Número de personas de 5 años de edad o mayores que realizan viajes: _____

2. Número de personas de 5 años de edad o mayores que no realizan viajes: _____

3. Número de personas de 5 años de edad o mayores con viajes desconocidos: _____

F. Comentarios y razones si la información no fue obtenible completa: _____

G. Factor: _____

Memoria Administrativa

Operador: _____

LLAMADAS

Fecha _____ Hora _____

(1) _____

(2) _____

(3) _____

(4) _____

INFORME SOMETIDO INCOMPLETO

Fecha: _____

Razones: _____

Comentarios del supervisor: _____

Observaciones: _____

Informe completado: Fecha: _____ (Incluye)

Entrevistas comprobadas: _____ (Incluye)

Codificado por: _____ (Incluye)

- Formulario para estudios con entrevistas a domicilio.

pacidad y seguridad necesarias.

Para la obtención de datos en la ciudad de Guatemala se puede emplear cualquiera de los métodos descritos antes o combinaciones de ellos. Aquí se recomienda usar el método de tarjetas postales o el método de "Entrevistas en los Domicilios" para estudios dentro de la ciudad. Para estudios de origen y destino en las entradas a la ciudad se recomienda usar el método de registro de placas comunes. El método de entrevistas en la vía no se recomienda por las dificultades que presenta dentro de la ciudad.

Estos estudios de origen y destino deben realizarse en días normales de la semana, de 7:00 A.M. a 7:00 P.M. En muchas ocasiones es suficiente hacerlo de 7:00 a 9:00 A.M. y de 4:00 a 7:00 P.M. Conviene hacerlos en sábado y domingo cuando se -

trata de determinar viajes de tipo recreacional o turístico dentro de la ciudad.

Los datos obtenidos en las encuestas se "inflan" o "expansionan" en base de los recuentos de volúmenes de tránsito que se suponen efectuados antes.

El estudio de origen y destino tiene muchas aplicaciones, entre ellas las principales son:

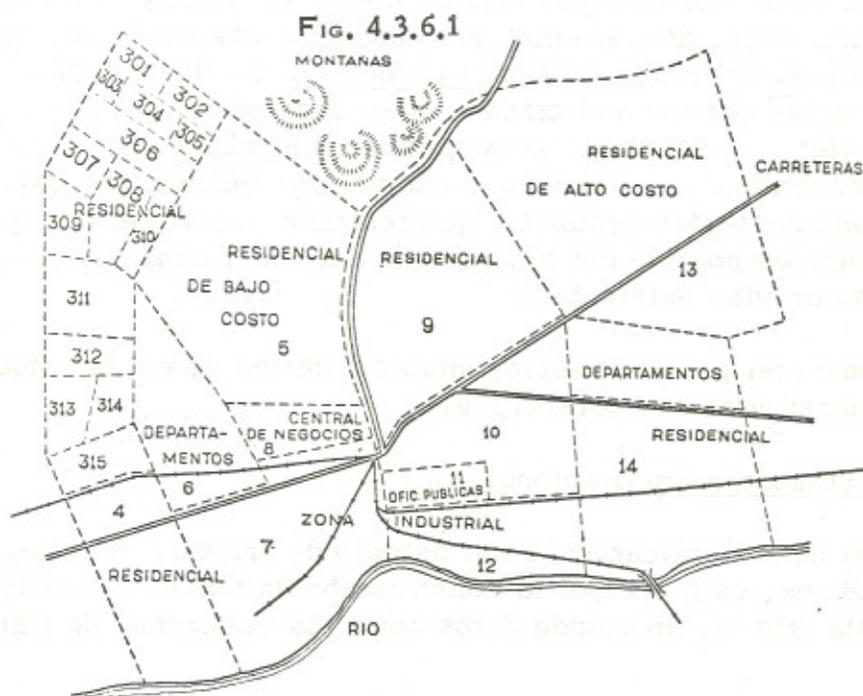
- 1) Nos permite conocer la demanda que existe dentro de la ciudad, para usar en mayor o menor grado, ciertas calles.
- 2) Nos permite localizar la ubicación óptima de uno o varios pasos a través de una barrera natural, como puede ser un río o en el caso específico de Guatemala, un barranco.
- 3) Permite fijar rutas, a través de la ciudad, para desviar el movimiento de turistas y de vehículos pesados.
- 4) Considerando un sistema de calles, nos permite conocer la localización más conveniente para una nueva o para mejorar alguna de las existentes.
- 5) Este estudio también nos permite conocer el mejor trazo para el paso de un camino por la población, ya sea por dentro o por fuera, si así conviene.
- 6) Permite justificar la construcción de una nueva calle o autopista urbana, aportando datos, como los de volúmenes futuros de tránsito.

4.3.6 Manera en que se hace el análisis de los datos y presentación de los resultados.

Al analizar los datos, es preciso establecer zonas de origen y destino, con el objeto de agrupar los viajes que tengan aproximadamente los mismos extremos. Cada zona que se fije debe tener ubicación y dimensiones tales, que permitan efectuar una investigación satisfactoria y detallada del origen y destino de los viajes. Un grupo de pequeñas zonas pueden constituir una serie de distri-

tos o secciones. Este estudio debe realizarse prescindiendo de los métodos utilizados en la toma de datos. Para delimitar las zonas a estudiar, es conveniente utilizar barreras naturales tales como corrientes de agua, montañas, vías férreas, barrancos, etc., de acuerdo con lo indicado en la figura 4.3.6.1.

El diagrama de la figura 4.3.6.1 representa una ciudad hipotética distribuida en 14 distritos con el objeto de efectuar los estudios de origen y destino. El distrito 3 está dividido a su vez en 15 zonas. Para que la figura sea más clara, las zonas de los otros distritos han sido omitidos, aunque en la práctica todos los distritos requieren zonificación.



- Distritos y zonas de origen y destino en una ciudad hipotética.

Las dimensiones de una zona deben ser, en general, lo suficientemente pequeñas para ofrecer una aproximación en la dirección y ubicación de los movimientos del tránsito, pero mientras más -

pequeñas sean, más complicado resultará el trabajo. Además las zonas deben ser homogéneas desde el punto de vista de las actividades humanas que se tengan en ellos. De este modo puede haber zonas residenciales, comerciales, industriales, etc., o mixtas, pero con cierta uniformidad en toda su área. También es un requisito importante que las zonas sean atravesadas y no limitadas por vías importantes, que en el área urbana son las arterias y vías expresas.

Más de una vez es conveniente interpretar en forma gráfica la información obtenida en los estudios de origen y destino, ya que las tabulaciones que se efectúan con ella no proporcionan siempre una idea muy clara sobre la distribución general de los orígenes y destino del tránsito. En un mapa o plano se pueden indicar con puntos u otros símbolos los lugares donde se originen o terminan uno o más viajes diariamente, pero la forma más común de representación es por medio de líneas de deseo. Se llaman así a las líneas rectas que unen el origen con el destino de un viaje o grupos de viaje y cuyo ancho es proporcional al número de viajes que representan. Se supone que esas líneas definen las trayectorias que desearían seguir los que realizan los viajes, lo que casi nunca es posible por tenerse que acomodar esos viajes a los sistemas de vías existentes.

Como ejemplo de la representación gráfica de estos estudios puede observarse la figura 4.3.6.2.

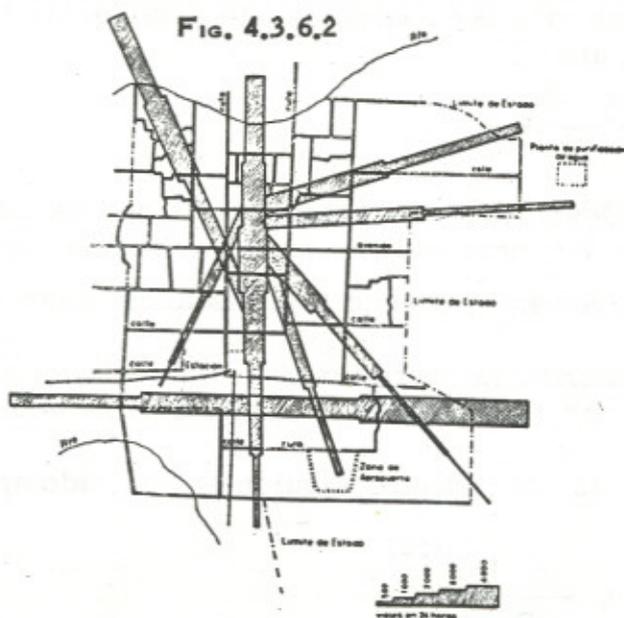
4.3.7 El modelo Gravitacional

Una de las aplicaciones del estudio de origen y destino, como ya vimos, es justificar la construcción de una nueva calle o autopista urbana, aportando datos como los volúmenes de tránsito.

Muchas veces se necesita predecir la forma en que se afectará la distribución de viajes cuando se sitúe una nueva autopista o viaducto. Por ejemplo, podríamos preguntarnos: ¿Cómo se afectará la distribución del tránsito en la ciudad de Guatemala, después de inaugurado el viaducto de la 24 calle?

Para poder predecir lo que probablemente sucederá entre va-

rios puntos al establecer una nueva facilidad, se ha ideado un método conocido como modelo gravitacional, cuyo nombre se deriva, debido a la utilización del principio de la gravedad. Por considerarlo de interés, se incluye dentro del estudio de origen y destino aunque se puede aplicar en otros aspectos. La doctrina fundamental del principio de la gravedad es que las fuerzas que afectan desplazamientos de personas y cosas son similares a las fuerzas de la gravitación expresados en la ley de Newton. Esta ley afirma que los cuerpos se atraen unos a otros en proporción directa a su masa y en razón inversa al cuadrado de la distancia que hay entre ellos. De igual manera, el movimiento de personas y cosas entre cualquier par dado de zonas geográficas, está en razón directa con las oportunidades para que las personas partan de cualquiera de ellos y lleguen a la otra, lo que, a su vez, viene generalmente determinado por uno o más índices -verbigracia, el número de habitantes de las zonas, o el área de los mismos-, y en razón inversa a su separación en el espacio, expresada como alguna función de distancia, rapidez y costo del desplazamiento.



El modelo gravitacional, simplificándolo en extremo para lograr una comprensión más general puede quedar sencillamente expresado como:

$$T_{a-b} = K \frac{F_a + F_b}{(D_{a-b})^n}$$

en cuya expresión:

T_{a-b} = cantidad de tránsito entre la zona "a" y la zona "b"; F_a y F_b = factores que originan el tránsito en cada una de las zonas.

D_{a-b} = separación en espacio, expresada como alguna función de distancia, rapidez y costo del desplazamiento entre las zonas a y b.

K y n son constantes, las que se derivan empíricamente.

Esta expresión es una de las muchas modificaciones, que la misma tiene y que se han deducido para diversos países. Esta relación viene de las relaciones utilizadas como "leyes de generación del tránsito", las cuales se han establecido bajo la forma más general aún:

$$Q = K \frac{(P_1 P_2)^m}{D^n}$$

en la cual Q = volumen de tránsito por unidad de tiempo establecido entre 2 puntos dados o entre zonas con poblaciones P_1 y P_2 respectivamente, siendo D la distancia entre ellos.

En Inglaterra, el coeficiente "m" ha sido tomado como igual a la unidad y "n" se ha evaluado empíricamente entre 0.6 y 3.36.

En Francia las fórmulas siguientes han sido aplicadas exitosamente.

$$Q = K \frac{(P_1 P_2)^{0.77}}{D^{1.99}}$$

y

$$Q = 6.94 \times 10^{-2} \frac{(P_1 P_2)^{0.67}}{D^{1.67}}$$

La última fórmula funciona para poblaciones de más de 10,000 habitantes y se ha confirmado satisfactoriamente con los estudios de autopistas.

En Francia se han establecido igualmente otras fórmulas técnicas más complicadas que se basan en funciones de utilidad.

En los Estados Unidos, James Burch propuso una fórmula más precisa que se expresa así:

$$Q=0.04 m^2+ 4.9m+160$$

donde $m = \sqrt{\frac{P_1 P_2}{D^2}}$

Finalmente, en Suecia, E.A. Claesson derivó de un estudio sistemático de origen y destino, ecuaciones teóricas que permiten el cálculo del volumen de tránsito de vehículos particulares en un punto dado de una carretera, tomando en cuenta no solamente la población de la zona en cuestión, sino también el número de vehículos registrados en dichas zonas y otros factores complejos.

Las fórmulas anteriores son aplicables o fueron derivadas para estos países, los cuales se clasifican como desarrollados. Para los países en vías de desarrollo como el nuestro, es necesario establecer nuestras propias fórmulas o hacer una adaptación de las ya existentes en otros países.

En 1961 en los Estados Unidos, se realizó un estudio de tránsito del área de Hartford -Hartford Area Traffic Study- en el cual está mejor ejemplificada una forma de predicción utilizando el método gravitacional. Una predicción por el modelo gravitacional está basado sobre el estudio del uso de la tierra. Predicciones de población y manufactura, servicio y empleados en lugares de venta al por menor se necesitan como datos.

Los servicios de manufactura y los servicios de empleo fueron distribuidos primeramente entre las varias zonas geográficas, siendo asumido que estas categorías fueron la mayoría de ellas

susceptibles a cambiar.

Seguidamente, como la mayoría de la gente vive razonablemente alrededor de los lugares de empleo, el incremento en población fué distribuido de acuerdo con la distribución de los lugares de empleo. Finalmente, la retención de empleos, la cual depende de la población, fué distribuido entre las zonas.

El modelo gravitacional deriva su nombre del hecho que adapta la fórmula de Newton para la ley de la gravedad, como ya se dijo antes. La fórmula usada para estudios de tránsito, involucra la distribución de los viajes de vehículos en proporción a la potencia en un área representada en la masa de la población, y en proporción inversa a alguna potencia de la distancia a las áreas. Para obtener suficiente aproximación en los resultados para la predicción del tránsito, las diferencias básicas en los diversos tipos de viaje, deben ser reconocidos, y estos tipos deben ser estudiados separadamente. En el estudio de Hartford, los viajes fueron divididos en cuatro categorías:

- 1) Viajes de trabajo.
- 2) Viajes de carácter social.
- 3) Viajes comerciales.
- 4) Viajes que no son hacia el hogar.

Los viajes de trabajo que se originan en una zona particular fueron basados en la fuerza laboral, la cual fué referida a la población de la zona. Para la distribución de los viajes de trabajo una medida de atracción para cada zona ha sido desarrollada. Para el estudio de Hartford esta medida fué el empleo de personas en cada zona.

Los viajes sociales fueron definidos como aquellos viajes hechos con el propósito de visitar amigos. Ellos fueron viajes asignados entre zonas residenciales y fueron considerados como una función de las características de la población. La producción de viajes sociales en una zona fué basada en la propiedad de ca-

ros dentro de la zona, el cual fué directamente relacionada con la población. Aquí, la información requerida de análisis de uso de la tierra para la distribución de viajes sociales fué la cantidad de población y el número de propietarios de carros.

Los viajes comerciales fueron definidos como aquellos viajes hechos entre el hogar de las personas y un área de tierra de uso comercial. El factor de atracción para los viajes comerciales es la intensidad de la actividad comercial de la zona. El número de empleados existente en cada zona fué usado para esta medida. Así como para los viajes sociales, el factor de procedencia de viajes para viajes comerciales fué la propiedad de carros; solamente la nueva información requerida del análisis de uso de la tierra, para la distribución de viajes comerciales, fué el número de empleados registrados en la zona.

Los viajes que no son hacia el hogar, fueron definidos como los viajes que no tienen su origen ni su destino en el hogar. El recuento para los distintos tipos de viaje en esta categoría, como un índice de la población, incluía el empleo total y la existencia de empleos en lugares de menudeo.

Los ejemplos incluidos aquí, proveen algunas aplicaciones simples del modelo gravitacional. El primero -Ejemplo No. 1-, ilustra como, el tránsito de un área residencial es distribuida a las tres áreas de compras sobre la base de tiempos de viaje a través de calles locales y como la distribución se cambia por la construcción de una nueva vía expresa conectando el área residencial a una de las áreas de compras. Es evidente por intuición que una nueva vía hace cambiar los patrones de viaje, pero lo importante es que el modelo gravitacional puede predecir estos juegos de cambio, aparte de otros métodos de análisis.

Ejemplo 1:

En el ejemplo 1, fué asumido que el exponente de tiempo de viaje fué "dos". Actualmente, otros estudios han demostrado que este exponente no es necesariamente "dos", sino que éste varía con los propósitos del viaje, y aún más que no es necesariamente un exponente constante para un propósito particular de

EJEMPLO No. 1 (Tomado de " FORECASTING TECHNIQUES" Ver Bibliografía)
APLICACION HIPOTETICA DEL MODELO GRAVITACIONAL



Atracción existente	Porcentaje de la atracción total	Número de viajes
$S_1 = \frac{25}{(5)^2} = 1.0$	62.5 %	563
$S_2 = \frac{40}{(10)^2} = 0.4$	25.0 %	225
$S_3 = \frac{80}{(20)^2} = 0.2$	12.5 %	112
Atracción total = 1.6	100.0 %	900

Atracción después de que la nueva autopista fué construida	Porcentaje de la atracción total	Número de viajes
$S_1 = \frac{25}{(5)^2} = 1.0$	45.4 %	408
$S_2 = \frac{40}{(10)^2} = 0.4$	18.2 %	164
$S_3 = \frac{80}{(10)^2} = 0.8$	36.4 %	328
Atracción total = 2.2	100.0 %	900

Incremento en viajes a $S_3 = \frac{328}{112} = 2.92$

viaje; por esta razón en lugar del uso del exponente, la mayoría de los estudios de tráfico usan factores de tiempo de viaje. El factor de tiempo de viaje puede ser definido como una medida de la resistencia de los motoristas al tiempo y/o distancia. Por ejemplo: si el tiempo de viaje fuera o no significativo, este debería ser el mismo o casi el mismo de un residente en una zona A de la ciudad, trabajando en B o trabajando en A y un factor de tiempo de viaje vendría a ser uno solo para todos los viajes. (Ver ejemplo 1).

Ejemplo 2:

El ejemplo 2 nos da un cómputo simple usado en el desarrollo de los factores de tiempos de viaje. Se considera un área residencial localizada entre 4 áreas de empleo. Para uso en el cómputo, se asume que cada una de estas áreas de empleo es del mismo tamaño y tiene 400 empleados cada una. Se asume también para el momento, que el tiempo de viaje no tiene variaciones sobre las relaciones entre los lugares donde vive la gente y donde trabaja. Todas las cosas continúan o siguen siendo iguales; los 300 viajes de trabajo-transporte para 1600 trabajadores originándose del área residencial, serían distribuidos igualmente entre cuatro áreas de empleo. Prorrateando los viajes sobre estas bases se produce una distribución de 75 viajes a cada una de las áreas de empleo.

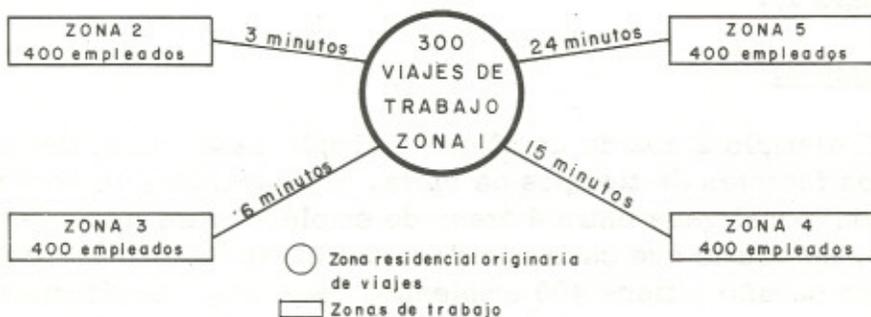
En realidad se desconoce que el tiempo de viaje tenga un efecto sobre la distribución del mismo viaje. De un trabajo hecho en el campo, como es por ejemplo las entrevistas (en las residencias de las personas, la distribución de viajes puede ser determinada. Tomando una razón de los viajes actuales o reales, a los viajes prorrateados se encuentra un factor, y cuando es plotado contra el tiempo de viaje desde las áreas residenciales resulta en una curva cuya ecuación es $R=Kd^X$, como se encuentra en la figura 4.3.7.1.

Para un análisis más completo de estos datos, fué posible desarrollar la ecuación del modelo gravitacional como se muestra a continuación:

Los términos se definen como sigue:

EJEMPLO 2 (Tomado de "FORECASTING TECHNIQUES" Ver Bibliografía)

METODO PARA DESARROLLAR LOS FACTORES DE TIEMPOS DE VIAJE



Zona	Viajes prorrateados (P)	Viajes actuales (A)	Factor de tiempo de viaje (Razón A/P)	Tiempo de viaje
1 - 1	0	0	—	—
1 - 2	75	173	2.3	3
1 - 3	75	90	1.2	6
1 - 4	75	30	0.4	15
1 - 5	75	7	0.1	24

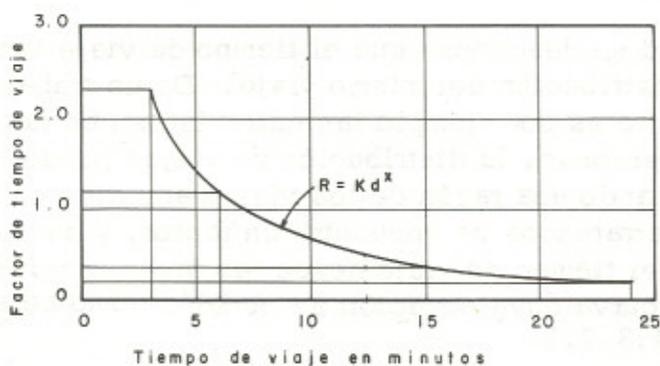


FIGURA 4.3.7.1

Viajes totales de la Zona 1 = $T_1 = T_{1-1} + \dots + T_{1-n}$

Viajes actuales de la zona 1 a la zona 2 = $T_{(1-2)}$

Viajes prorrateados de la zona 1 a la zona 2 = $T_p(1-2)$

Entonces
$$\frac{T_{1-2}}{T_p(1-2)} = K \cdot D_{1-2}^x$$

y
$$T_{1-2} = K \cdot d_{1-2}^x \cdot T_p(1-2)$$

El tráfico neto -de trabajo- fué encontrado mediante el uso de una computadora de alta velocidad y el "programa del árbol-edificio" -nombre derivado por la forma que tiene el programa. Un "árbol" es hecho arriba de los tiempos más cortos entre el centro de 2 zonas. El procedimiento usado en este estudio es lo más simple de algunos de los cuales son disponibles por análisis de computadoras, y es determinada la asignación de "todo o nada". Todo el volumen entre 2 zonas es asignado a la ruta con el tiempo más corto y nada es asignado a cualquiera de los laterales -miles de rutas alternativas. Otros métodos son quizá más realísticos, pero involucran apreciables aumentos de costo.

Desde que la línea de tiempo más corta ha sido hallada durante el proceso "árbol-edificio" el volumen de interzonas obtenido del tráfico y modelos del uso de la tierra puede rápidamente y fácilmente ser colocada sobre los árboles del programa. El monto de todos los volúmenes anteriores, entonces, representa el tráfico esperado de los varios volúmenes unidos del particular patrón de origen y destino. En la práctica, este es actualizado introduciendo el volumen entre un particular origen y destino en la computadora, junto con el trazo de viaje para el viaje, y entonces trazando el mismo a través del "árbol", agregando el volumen particular a cada unión. Cada volumen sucesivo de origen y destino es agregado al volumen precedente ya sobre la unión hecha, hasta que todos los volúmenes han sido procesados.

Esta aproximación a la predicción de tráfico tiene la ventaja de que como las nuevas facilidades de la carretera o calle son agregadas a un sistema, el efecto de estas nuevas facilidades sobre el sistema pueden ser establecidas con cierta certidumbre. Esto puede también relativamente ser expandido y fácil de aplicar. Por otra parte, también, en la hora de tránsito intenso, las condiciones del uso de un valor simple para tiempo de viaje puede ser de validez limitada. Martin, Memmott y Bone han apuntado que el modelo de gravedad tiende a mostrar solamente datos con cierto grado de aproximación cuando las zonas y volúmenes de tráfico acumulativo son pequeños. El uso de una considerable manipulación de los factores de proporcionalidad es requerida, de tal orden que produzcan resultados comparables al ser observados con los patrones de tráfico. Ver ejemplo 2.

El método gravitacional, puede ser aplicado en Guatemala para diferentes propósitos y por eso, aquí se ha tratado de dar una idea sobre la utilización del mismo como un ejemplo sencillo. Un problema que se presenta con carácter de actualidad para la Municipalidad lo constituye la construcción del viaducto de la 24 calle, del que tanto se ha hablado y comentado.

Para darnos cuenta de lo útil que resulta la utilización o empleo del estudio de origen y destino y el método gravitacional vamos a considerar algunos aspectos:

- 1o. La decisión de realizar una obra municipal de tal tipo, debe de ser plenamente justificada;
- 2o. Esta justificación debe ser cuantificada para que sea válida;
- 3o. La ciudad de Guatemala, necesita, además del viaducto de la 24 calle, otras obras municipales, como por ejemplo la prolongación de la calle Martí para dar salida al tránsito hacia la Ruta al Atlántico o la construcción del Puente "El Incienso".
- 4o. Debido al razonamiento establecido en el punto anterior, no se puede desligar un estudio de otro, porque lo que se

necesita es establecer orden de prioridades;

5o. El programa tentativo para efectuar el estudio consistiría en:

- a) Establecer un cordón abierto en 3 determinados sectores: el primero cortando el paso del Puente Belice a la Calle Martí; el segundo cortando el paso de la zona 1 a la Colonia Bethania y el tercero cortando el paso a través de las zonas que se piensa comunicar con el viaducto de la 24 calle.
- b) Efectuar conteos durante días representativos completos, en todos aquellos puntos en que se corta el "cordón" o los "cordones" por las calles correspondientes.
- c) Efectuar un estudio de origen y destino en estos lugares.
- d) Medir la atracción entre zonas a cada lado de cada uno de los cordones y medir su fuerza por el método gravitacional.
- e) Una vez procesados los datos del estudio de origen y destino, expansionarlos para encontrar los volúmenes reales a través de los cordones que van hacia uno u otro punto.
- f) En función de esos volúmenes y de la fuerza de atracción calculada por el método gravitacional, decidir un orden de prioridades.
- g) Finalmente considerar el aspecto financiero o económico en cuanto a expropiaciones se refiere.

6o. Hasta después de efectuados los estudios anteriores, se puede establecer hasta qué grado es imprescindible la realización de esa obra que tan alto costo tiene para los habitantes de la ciudad.

4.4 Estudio del Estacionamiento

Dada la importancia que reviste este aspecto, aunque algunos autores señalan su estudio dentro de los estudios para facilitar el flujo del tránsito, en este trabajo se ha tomado por separado.

En Guatemala, este problema reviste caracteres muy especiales. Continuamente se nota el incremento de los locales comerciales, de los negocios, la construcción de nuevos edificios, etc., pero mientras que estos aumentan, no se consideran ni regulan por parte de la Municipalidad capitalina la existencia o creación de áreas o locales destinados para guardar vehículos. En otros países más adelantados que el nuestro en este campo, se exige a los nuevos edificios, destinar cierta cantidad de espacio para este fin, ya sea dentro del edificio que se construye o fuera de él. Sin embargo, pese a esta exigencia el problema siempre existe y se hacen estudios suficientes para resolverlo.

La Municipalidad de Guatemala, tiene un reglamento de predios para estacionamiento, pero éste muestra su deficiencia en cuanto a su planificación. En este reglamento, sólo se expresan condiciones constructivas más que todo y no se indica a cabalidad lo más importante, en cuanto a la función que como solución al problema urbano debe tener.

En Guatemala, los predios que se destinan a parques de vehículos, son de carácter particular y la mayoría de las veces consisten en predios abandonados, o espacios dejados al demoler construcciones antiguas que se adaptan a pequeñas exigencias de construcción. Los empresarios, si es que se les puede llamar así a los propietarios de estos predios, lo único que hacen es demoler la parte interior de un viejo edificio, dejando las paredes que rodean el predio, la mayoría de las veces antiestéticas y luego se dedican a cobrar por el derecho de dejar los vehículos en esos lugares así dispuestos.

Las personas o ciudadanos guatemaltecos ante la necesidad de un local en donde se ofrezca por lo menos un mínimo de garantía a su vehículo, acceden y aunque superficialmente no se puede notar, reprochan el hecho de que no existan mejores sitios y equipamiento para este tipo de función urbana: "el estacionamiento".

Una de las soluciones que se intentó dar al mismo, durante un período edilicio fué la instalación de parquímetros dentro de las calles de la ciudad. Esta medida indignó a los vecinos, pero se hacía necesaria, aunque es de hacer notar que no existen estudios adecuados todavía, en la Municipalidad a este respecto y esa medida, como muchas otras, como ya se ha repetido varias veces en este trabajo, son meramente intuitivas y no responden a una solución sistemática del problema, con consideraciones técnicas para la solución de los problemas de tránsito.

La instalación de parquímetros en la ciudad de Guatemala, se decidió en una resolución contenida en el punto VI del Acta número 66, de la sesión del 17 de julio de 1965 del Concejo Municipal de Guatemala y el contrato de compra-venta de los mismos se otorgó a la firma "Duncan Parking Meter Corporation" de Chicago, Illinois, E.E.U.U.

Para "regular" el funcionamiento de los parquímetros, se emitió un acuerdo de fecha 10 de septiembre de 1964, en el cual se señala la zona donde serían instalados los mismos. Esta área comprende la 4a. a la 22 calle de la zona 1 y de la 2a. a la 12 avenida de la propia zona, inclusive.

Cabe señalar, que el fin para el cual se indicó se instalarían los mismos, era leable, pero no se hizo previamente ningún estudio técnico para determinar esta zona y recibe una impresión, de que más bien ésto se hizo con el propósito fundamental de hacer llegar fondos a la Municipalidad y no solucionar el problema de estacionamiento, cuyo fin principal debe ser tal. Lo anterior, se comprueba cuando se observa la instalación de parquímetros, posteriormente, en el Aeropuerto Internacional de "La Aurora", donde es obvio que el problema de estacionamiento casi no existe debido a la gran área que se puede destinar al mismo.

El problema del estacionamiento consiste en que cualquier persona desearía estacionar su vehículo gratis, enfrente del sitio a donde va. Esto es imposible a causa del gran número de automóviles privados en crecimiento constante, que van a las calles céntricas y buscan donde estacionarse; por el hecho de que ésto se ha vuelto casi imposible, el problema del estaciona-

miento se ha convertido en uno de los problemas urbanos de mas -
diffcil solución.

El estacionamiento es una consecuencia inevitable del tránsito, que debe ser estudiado dentro de sus características; al final de un viaje o recorrido, el conductor necesita disponer de un espacio, en la vía o fuera de ella, donde pueda dejar su vehículo sin causar perjuicios a los demás usuarios de la vía. Es evidente que en zonas rurales no hay grandes dificultades para encontrar el espacio requerido para el vehículo; pero en las ciudades y especialmente en los lugares donde se encuentra la población no quedan muchos sitios disponibles para ese propósito. Aunque el número de automóviles privados ha aumentado tanto, los barrios céntricos no han podido proporcionar las calles necesarias para manejar este aumento de tránsito. Para mantener en movimiento a este y tener las calles despejadas, se han puesto más y más restricciones al estacionamiento en las propias calles. En los últimos años, el espacio para estacionamiento en las calles de todas las ciudades ha disminuido a razón de un 2% anual. En las más grandes la disminución ha llegado a un 7%.

En muchas ciudades, y en Guatemala también, se ha llegado a restringir el estacionamiento durante los períodos de máxima circulación en muchas principales arterias. El estacionamiento entre tales períodos se limita generalmente a una o dos horas.

La supresión de espacio anteriormente disponible para estacionamiento gratis ha motivado quejas por falta de sitio. Hay cierta resistencia por parte de algunos comerciantes a reconocer la creciente importancia de parques y garajes para estacionamiento fuera de la calle. Insisten todavía en defender el estacionamiento a la puerta de su establecimiento sin darse cuenta de lo poco que esto favorece realmente a su negocio. La mayoría de las autoridades en esta materia están de acuerdo en que no pasará mucho tiempo sin que el estacionamiento fuera de la calle proporcione casi todo el espacio necesario en las zonas céntricas de concentración de tránsito.

El estacionamiento, como cualquier otro servicio, debe pagarse. Esto no se comprende muy a menudo. Los locales para

estacionamiento deben estar generalmente en sitios donde el terreno es carísimo, con el objeto de atraer clientes. Además, hay que tener en cuenta los costos por empleados, seguro e impuestos. Por consiguiente, cabe esperar un beneficio razonable a cambio de ofrecer al público un servicio necesario.

Los barrios céntricos se están enfrentando en la actualidad con una gran competencia suburbana. Con el mayor uso de automóviles y el movimiento de población hacia fuera de la ciudad, el mayor tiempo de recorrido para llegar al barrio comercial del centro, la aglomeración del tránsito, y la dificultad de encontrar sitio donde estacionarse, desaniman a muchos a ir de compras. A pesar de ello, el comercio en los barrios céntricos ha aumentado generalmente, aunque también es verdad que este aumento no ha sido en proporción con el crecimiento del comercio en toda la ciudad.

A pesar del movimiento hacia los suburbios, el distrito comercial del centro siempre predominará en el comercio urbano por el hecho de ofrecer una mayor variedad de mercancías y servicios, y precios más bajos; porque la mayoría de las oficinas siguen allí, porque es generalmente el centro administrativo y financiero, están allí la mayoría de los hoteles, restaurantes y teatros, y porque es sumamente accesible para la mayor parte de la población. El centro de la ciudad proporciona medios de vida a millares de habitantes, y éstos, a su vez, constituyen el grueso de su clientela. Por otra parte, el distrito céntrico comercial no puede competir con las tiendas suburbanas en cantidad de espacio para estacionamiento en relación con el área de las tiendas. Tal espacio alcanza a menudo una proporción de 3 ó 4 a 1. Sin embargo, es necesario contar con estacionamiento apropiado en la zona céntrica. El grado de idoneidad dependerá del sitio en relación con los competidores y de la distancia que tengan que ir andando los clientes.

Hechas las anteriores consideraciones se puede entrar a detallar la forma en que debe hacerse el estudio del estacionamiento.

4.4.1 Detención, Espera y Estacionamiento

Para evitar confusiones se establecerán, por convención, las siguientes definiciones:

Detención o Parada corta.- Es cuando el vehículo interrumpe momentáneamente su movimiento de traslación, con el motor en marcha y el conductor en su sitio.

Espera o Parada larga.- Es una detención de mayor duración - y cuando ocurre, el conductor apaga el motor, pero no se aleja del vehículo para poder moverlo en cualquier momento.

Estacionamiento.- Es el acto mediante el cual el conductor deja un vehículo parado en cierto lugar y se aleja de él.

Por ejemplo, se considera que un vehículo se detiene, para dejar un pasajero u obedecer la indicación de un semáforo, espera cuando necesita descargar algo durante varios minutos; y queda estacionado cuando su conductor lo deja parado y se va a almorzar.

4.4.2 Tipos de Estacionamiento de Acuerdo con el propósito del Viaje.

La duración del estacionamiento y el lugar seleccionado para estacionar un vehículo, depende mucho de las actividades que va a realizar el poseedor del vehículo estacionado o los propósitos de su viaje. Veamos los tipos de estacionamiento que corresponden a distintas actividades.

- 1) Trabajo.- El estacionamiento es por largo tiempo, generalmente por todo el período de horas laborales y el poseedor del vehículo, no tiene otra alternativa que estacionarlo - cerca de su trabajo o emplear otro medio de transporte para completar su viaje. El que va a trabajar desea estacionar gratis o pagando una tarifa módica.
- 2) Negocios.- Estacionamiento de corta duración, para hacer visitas importantes. En estos casos el poseedor del vehículo está dispuesto a pagar tarifas más elevadas para estacionar.
- 3) Compras.- Generalmente el que va de compras deja su ve-

hículo por corto tiempo aunque en algunos casos puede estar ocupado durante dos o tres horas. El comprador tiene libertad de irse a otro lugar si resulta difícil estacionarse.

- 4) Diversiones.-Período de estacionamiento de más de dos horas, generalmente durante la noche. Hay más o menos libertad de elegir el lugar donde estacionar y el costo del estacionamiento no es un factor que se valora mucho.

4.4.3 Características del Estacionamiento

1).- Demanda de Estacionamiento.

Se llama así a la necesidad de espacios para estacionar que existen en un área determinada. Se puede expresar en espacios individuales para estacionar. Como la demanda de estacionamiento varía con el tiempo, es preciso indicar la hora en que se manifiesta esa demanda.

La demanda de estacionamiento, es difícil de conocer y se mide principalmente por la acumulación de vehículos estacionados y por el volumen de estacionamiento.

La acumulación de vehículos estacionados, es simplemente el número de vehículos que se encuentran estacionados en un área determinada y durante un tiempo dado.

El lugar donde hay mayor acumulación de vehículos estacionados, es en la zona central de la ciudad, que es foco de concentración de actividades de diversas clases. El tiempo de mayor acumulación es generalmente el correspondiente a las horas de trabajo.

Volumen de estacionamiento es el número total de vehículos que se han estacionado en un área determinada, durante cierto período de tiempo que puede ser un día completo o limitarse a las horas hábiles del día. Estos volúmenes sufren variaciones durante los días de la semana y los meses del año, similares a las que experimenta el volumen de tránsito.

2.- Duración del Estacionamiento.

Así se denomina el período de tiempo en que se encuentra estacionado un vehículo, ya hemos visto que esta duración - depende del propósito del viaje del poseedor del vehículo, pero también tiende a aumentar con la población de la ciudad.

4.4.4 Espacio para estacionar

El espacio que requiere un vehículo de cuatro ruedas para estacionarse depende naturalmente de sus dimensiones y se encuentra comprendido entre 10 y 30 m².

1.- Estacionamiento en la Vía Pública

La forma más deseable y fácil de estacionar un vehículo, es en la calzada, junto al bordillo de la acera y paralelamente al mismo. Sin embargo, si el ancho de la calzada es suficiente y no se entorpece la circulación, es posible estacionar los vehículos formando un ángulo oblicuo con el bordillo. Debido a la falta de visibilidad al entrar y salir del espacio para estacionar, el estacionamiento oblicuo es más peligroso que el paralelo. Por lo tanto, no es recomendable estacionar oblicuamente al bordillo en vías donde circule un volumen de tránsito grande. Además, el ancho mínimo de calzada recomendable para emplear este último tipo de estacionamiento es de 21.50 metros.

2.- Estacionamiento fuera de la Vía Pública

Fuera de la vía pública, los vehículos se estacionan en zonas de estacionamiento y garajes.

Las zonas de estacionamiento son porciones de terreno pavimentados o no, pero acondicionados para el estacionamiento de los vehículos a la intemperie. Los garajes para estacionamiento son edificios construidos o habilitados para ese fin. Ambos se consideran terminales para el tránsito.

4.4.5 Relación entre la Demanda para Estacionar y el espacio Disponible.

Generalmente los poseedores de vehículos desean estacionarlos en la vía pública, junto a la acera y cerca de su destino final. Sin embargo, en las ciudades donde hay gran cantidad de vehículos y especialmente en las zonas donde se concentra la población, los espacios para estacionar en la vía pública suelen ser insuficientes para satisfacer la demanda de estacionamiento. Este problema se complica, cuando se limita el estacionamiento en las calzadas para facilitar la circulación del tránsito. Las zonas y garajes de estacionamiento, mejoran esta situación, pero como concentran los vehículos estacionados en áreas relativamente pequeñas, sus ocupantes deben caminar mayores distancias para ir a su destino y volver a él.

En general, en los centros de las ciudades populosas la situación de los espacios para estacionar no corresponde exactamente a la distribución de la demanda de estacionamiento y los poseedores de los vehículos deben estacionarlos, con frecuencia en lugares bastante alejados de su destino final y completar su viaje como peatones. Como el estacionamiento es costoso en el centro de las ciudades, donde el terreno vale mucho, en esos casos muchas personas están dispuestas a caminar grandes distancias para no pagar una tarifa alta.

Llamamos razón de reemplazo, al número de veces que se usa un espacio individual para estacionar durante un período de tiempo determinado, que es generalmente de 8 horas.

4.4.6 Estudios sobre Estacionamiento

Los estudios sobre estacionamiento se realizan a fin de obtener la información necesaria para evaluar el problema del estacionamiento en un lugar determinado y analizar la manera más conveniente de solucionarlo. La magnitud de estos estudios es muy variable y depende de un objeto, que puede ser la preparación de un plan de estacionamiento para una gran ciudad; o bien, simplemente estudiar el espacio para estacionar que requiere un establecimiento comercial, oficina o fábrica.

Un verdadero estudio sobre estacionamiento deberá revelar los lugares donde las personas pueden estacionar sus vehículos y donde lo hacen realmente, la duración del estacionamiento, y los sitios deseados para estacionar. El estudio debe proporcionar también información sobre la capacidad y uso de los lugares existentes para estacionar, distribución y magnitud de la demanda de estacionamiento, influencia de los grandes "generadores" individuales de estacionamiento, distribución y magnitud de la demanda de estacionamiento, distribución de la circulación del tránsito, efectividad de los métodos para regular el tránsito, y el estacionamiento, posibles medios para financiar nuevas zonas de estacionamiento, garajes o ambos.

El estudio se hace en cinco fases de trabajo:

4.4.6.1 Preparación del Estudio

4.4.6.2 Estudio sobre el volumen de tránsito en un cordón cerrado.

4.4.6.3 Entrevistas a los conductores

4.4.6.4 Copilación de datos

4.4.6.5 Análisis

4.4.6.1 Preparación del Estudio:

Antes de empezar a ejecutar el estudio propiamente dicho es necesario invertir cierto tiempo en trabajos de preparación que comprenden:

a) Formación de la organización técnica necesaria;

b) Determinación del área crítica a estudiar. En general donde hay problemas de estacionamiento, también existen congestiones de tránsito y eso suele ocurrir en la zona central de las ciudades donde hay una gran concentración de actividades. Como ya se ha visto que algunos poseedores

de vehículos tienen que estacionar a éstos a una distancia considerable de su destino, es preciso incluir en el área de estudio cierta porción de los alrededores de la zona central cuya extensión debe determinarse analizando las condiciones locales;

- c) Formación de un inventario de todos los lugares para estacionar en el área de estudio, tanto en la vía pública como fuera de ella. En este inventario se deberá indicar la situación de esos lugares, así como su tipo, capacidad, restricciones, propietario y tarifas de pago si existen.
- d) Determinación del número de empleados y clientes de los grandes generadores individuales de estacionamiento tales como oficinas, industrias, establecimientos comerciales importantes y teatros- y estudio sobre los medios de transportes que emplean -automóvil particular o autobús- o si van a pié.
- e) Preparación de una serie de mapas que muestren, en el área del estudio por lo menos, el sistema de calles, parque, carácter y función de los edificios; sitios existentes para estacionar, indicando el número de espacios individuales para estacionar en cada cuadra, así como la ubicación, tipo y capacidad de las zonas y garajes de estacionamiento.
- f) Preparación de planillas y manuales.
- g) Estimación del personal necesario.
- h) Selección y adiestramiento de los entrevistadores.
- i) Búsqueda de cooperación de los organismos municipales y cívicos.
- j) Publicidad.

4.4.6.2 Estudio sobre el volumen de tránsito en un cordón cerrado.

En otra parte de este mismo capítulo, "Estudios necesarios para el control", se mencionó cuando se trataron los estudios de volúmenes de tránsito, acerca de que se deben efectuar - recuentos sumarios y recuentos de control y en esa oportunidad se detalló la forma de hacerlos. Se mencionó también otros estudios que se les llamaron "estudios sobre cordones abiertos" y "estudios sobre cordones cerrados" de los volúmenes de tránsito. Estos últimos, o sea el estudio sobre volumen de tránsito en "cordón cerrado" es el mismo mencionado en esa oportunidad. Consiste en trazar una línea o cordón alrededor del área dentro de la cual se está haciendo o se va a hacer un estudio del estacionamiento; luego se efectúan los correspondientes recuentos de volumen de tránsito con el propósito de determinar o estimar las cantidades de vehículos - que dentro de ese cordón cerrado van a necesitar estacionarse en un momento dado. Se colocan varias estaciones de recuento a lo largo del cordón y se efectúan los conteos. De estos recuentos se puede deducir la cantidad de vehículos que entraron dentro del cordón, así como también la cantidad de vehículos que salieron; la diferencia entre ambos, representa la cantidad de vehículos que permanece dentro del cordón y es necesario estacionarlos.

4.4.6.3 Entrevistas a los conductores.

Esta parte del estudio del estacionamiento consiste en hacer una investigación dentro del área en estudio, a los conductores de vehículos -dentro de oficinas, locales, comerciales, fábricas, etc.,- con el objeto de determinar aquellos lugares en donde estacionan los vehículos que son de su propiedad.

De esta manera, la persona u organización que está haciendo el estudio se puede dar cuenta de la forma como se deben distribuir los nuevos estacionamientos y apreciar la funcionalidad de los ya existentes si es que los hay. Además de lo anterior, se pueden derivar otros resultados tales como la clasificación de los estacionamientos de acuerdo con el propó-

sito de viaje de los poseedores de los vehículos, etc.

De aquí se puede deducir también, en unión con el estudio en "Cordón Cerrado", la demanda de estacionamiento.

4.4.6.4 Copilación de los Datos

Los datos deben ser ordenados, luego preparar tablas que muestren:

- a) La comparación de la demanda de estacionamiento y el espacio disponible, por manzana, que da una idea de la ubicación y la magnitud de la deficiencia en espacios para estacionar.
- b) Clasificación de los estacionamientos de acuerdo con el propósito del viaje de los poseedores de los vehículos, - clase de estacionamiento, hora de llegada, duración del estacionamiento, distancia del lugar de estacionamiento al destino final de los poseedores de los vehículos y frecuencia de estacionamiento.
- c) Relación entre el propósito del viaje, clase de estacionamiento, duración del estacionamiento y tarifa pagada para estacionar (si existe).

4.4.6.5 Análisis

Algunas de las incógnitas que es posible despejar efectuando un estudio de este tipo son:

- ¿En qué proporción se usan las zonas y garajes de estacionamiento?
- ¿Cuáles de ellos están mal situados en relación con la demanda o mal proyectados?
- ¿Cuáles son los principales generadores de estacionamiento y en qué magnitud afectan los espacios para estacionarse?
- ¿Cuántas personas estacionan durante el día?

¿Cuáles son los cambios que deben hacerse?

4.4.7 Investigación rápida del problema del estacionamiento

Hay un método rápido para realizar la investigación del problema del estacionamiento. A grandes rasgos, este consiste en lo siguiente:

- I) Un inventario de los espacios para estacionar.
- II) Un recuento de los vehículos estacionados, y,
- III) Un estudio sobre la duración del estacionamiento.

Esta investigación está destinada a determinar si existen los siguientes "problemas" de estacionamiento:

- 1) Vehículos estacionados todo el día en la vía pública.
- 2) Limitación inapropiada o deficiente del estacionamiento.
- 3) Poca vigilancia para hacer cumplir las disposiciones relativas al estacionamiento.
- 4) Falta de lugares para estacionar fuera de la vía pública.
- 5) Entorpecimiento de la circulación por la carga y descarga de camiones y autobuses.

I y II - Inventario de los espacios para Estacionar y Recuento de los Vehículos estacionados.

Esta investigación revela la capacidad para estacionar que hay en cada manzana, la cantidad de vehículos estacionados observados en dos horas de inspección, los que están estacionados ilegalmente, así como la ubicación de los vehículos que están estacionados durante todo el día.

Antes de salir al terreno debe prepararse un plano de toda el área a investigar (como a escala 1:2000). En ese plano

se numeran las manzanas y se indica la ruta a seguir por los observadores que debe ser, siempre que sea posible, dando la vuelta a las manzanas en sentido de las manecillas del reloj. En el plano se indica el número de espacios individuales para estacionar legalmente en la vía pública, así como en las zonas y garajes de estacionamiento. Es preciso conocer los espacios en la vía pública antes de hacer la investigación, lo que puede requerir hacer un recorrido preliminar para observarlos.

III - Investigación de la Duración del Estacionamiento

Esta no se realiza en todas las manzanas, sino en aquellas que contienen vehículos estacionados durante cortos períodos de tiempo. Se debe tratar de incluir en esta investigación, por lo menos el 50% de las cuadras donde hay más demanda de estacionamiento en la vía pública. También es preciso que las manzanas investigadas representen lo mejor posible toda el área que se estudia.

El estudio del estacionamiento reviste gran importancia para la ciudad de Guatemala, donde dicho sea de paso no existe ninguno; como ya se dijo antes, técnicamente elaborado.

4.5 Estudio sobre Accidentes de Tránsito

Se llama "accidente" a un suceso eventual o acción que involuntariamente resulta dañino para las personas o las cosas. Cuando uno de los factores que contribuyen a producir un accidente es la circulación de al menos un vehículo por una vía, entonces se dice que el accidente es de tránsito.

Estos accidentes son el resultado de una falla en uno o varios de los elementos fundamentales del tránsito: el conductor, el peatón, el vehículo y la vía.

En líneas generales, los accidentes de tránsito se pueden clasificar de acuerdo con los daños que causan en: acciden-

tes mortales, cuando ocasionan el fallecimiento de alguna persona; accidentes con heridas, cuando se atropella a alguien sin causar muertes y accidentes con daños materiales, y si sólo se producen perjuicios a la propiedad. Los accidentes que no causen alguno de los daños mencionados no se consideran como tales.

Uno de los fines primordiales de la Ingeniería de Tránsito, es crear las condiciones para que pueda efectuarse el transporte de personas y cosas con seguridad; por lo tanto, interesa mucho, estudiar todo lo referente a los accidentes de tránsito para tratar de evitarlos. Sin embargo, como ya se ha visto, la mayoría de los factores que causan esos accidentes se deben a fallas humanas cuyo remedio se encuentra fuera de los alcances de la Ingeniería de Tránsito; pero los perjuicios que causan los accidentes son tan grandes que cualquier acción que tienda a reducirlos, tiene una importancia capital.

Los pasos fundamentales para efectuar el estudio sobre accidentes son los siguientes:

- 1) Obtención de datos adecuados sobre los accidentes. - Para ello es preciso que exista un organismo que pueda recopilar esos datos en forma completa y eficaz, formando un registro de accidentes, con toda la información necesaria.
- 2) Ordenación y análisis de los datos sobre los accidentes, de tránsito a fin de determinar sus causas principales.
- 3) Estudio sobre características de los accidentes de tránsito para conocer los factores de carácter general que contribuyen a producirlos.
- 4) Selección y aplicación de las medidas de ingeniería de tránsito encaminadas a evitar accidentes. Realizando estudios antes y después de la aplicación de esas medidas, se puede evaluar su eficacia.

4.5.1 Mápas de Ubicación de Accidentes.

Un mapa de ubicación de accidentes proporciona un medio

rápido de determinar la distribución de los mismos. Este mapa puede ser el de una región rural o el plano de una ciudad donde se indique con alfileres o por otros medios la situación de los accidentes. Las indicaciones en el mapa se hacen al recibirse los informes sobre accidentes y se suelen emplear diferentes símbolos para representar las distintas clases de accidentes.

Para ubicar estos accidentes urbanos, es suficiente un simple plano de la ciudad a una escala de alrededor de 1:5000 y con los nombres de las calles, pero sin detalles topográficos.

Las indicaciones en los mapas de ubicación de accidentes se suelen acumular durante un año, tal y como se puede ver en la figura 4.5.1, del año de 1964 en que la Municipalidad de Guatemala, registró estos accidentes a través de la Oficina del Plan Regulador y se preparó un mapa de estos. Sin embargo, debido a la falta de organización en la misma, este tipo de trabajo fué suspendido y lo que se habfa logrado fué archivado sin utilización alguna.

4.5.2 Lugares donde se concentran los accidentes. Diagramas de Colisión y condiciones.

Con ayuda de los mapas de ubicación de accidentes y de los registros de los mismos, es posible determinar los lugares donde se concentran los accidentes. La concentración de accidentes puede indicar condiciones anormales en la vía que es preciso corregir. Como ayuda para la investigación de los lugares críticos donde se concentran los accidentes, es conveniente dibujar diagramas de colisión y de condiciones.

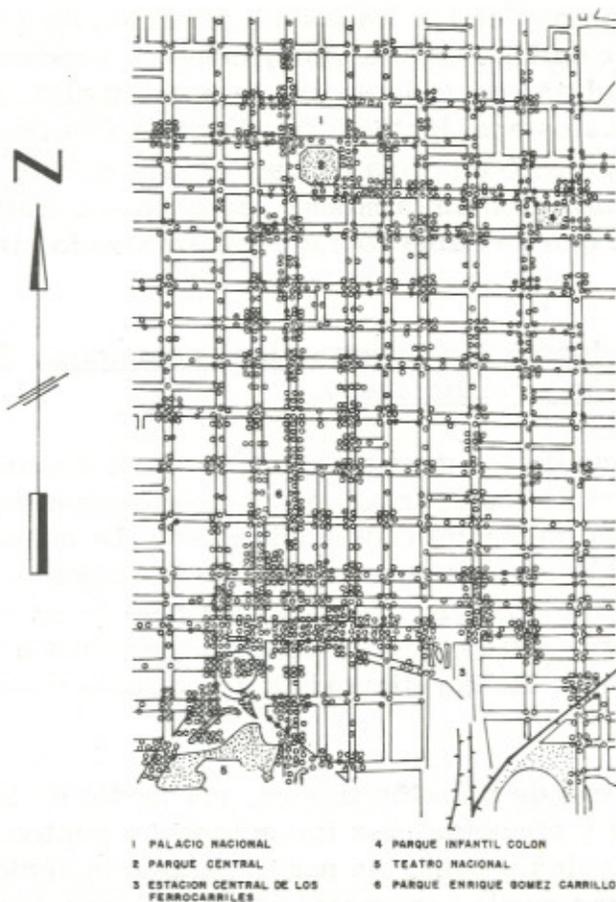
El diagrama de colisión ilustra, por medio de flechas direccionales y símbolos, las trayectorias y puntos de choque de los vehículos y peatones participantes en accidentes. Estos diagramas pueden prepararse para intersecciones y ser usados luego en el señalamiento de vías entre las mismas.

Los diagramas de colisión casi nunca se dibujan a escala y en el caso de los tramos de calles o carreteras, las distan-

PLANO DE LOCALIZACION DE ACCIDENTES EN LA
ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE GUATEMALA,
AÑO 1964.

OFICINA DEL PLAN REGULADOR

FIGURA 4,5,1



cias entre los lugares de concentración de accidentes pueden acortarse. Los diagramas son esquemáticos.

Un diagrama de condiciones es un dibujo a escala que -- muestra las características físicas más importantes del lugar que se estudia, para ayudar a interpretar mejor la ocurrencia de los accidentes. Debe acompañar el diagrama de colisión y se hace generalmente a escalas 1:250 a 1:100, en el cual debe indicarse los siguientes detalles:

- 1) Bordillos y bordes de calzadas;
- 2) Linderos;
- 3) Aceras y entradas;
- 4) Obstrucciones visuales;
- 5) Obstrucciones físicas de la calzada;
- 6) Cunetas;
- 7) Puentes, pasos a desnivel y alcantarillas;
- 8) Semáforos, señales de tránsito y marcas en el pavimento;
- 9) Iluminación;
- 10) Rampas y pendientes;
- 11) Tipos de pavimentos;
- 12) Clases de propiedades que bordean la vía;
- 13) Denominaciones de las vías; y
- 14) Irregularidades en el pavimento.

4.5.3 Causas de los Accidentes

Uno de los aspectos más importantes en el análisis de -

los accidentes es la determinación de su causa real, que como ya se ha visto, sirve para clasificarlos. Sin embargo, los accidentes dependen de las leyes de la naturaleza, de las limitaciones y complejidades del ser humano, y de sus obras y de las relaciones de convivencia; de manera que, cuando ocurre un accidente, rara vez se debe a una simple causa, sino a una cadena de circunstancias tanto físicas como humanas que contribuyen a provocarlo.

Por lo anterior, se comprende la dificultad de hallar una causa real para los accidentes y las infracciones de las reglas del tránsito, lo que no es completamente cierto. Sin embargo, cuando se puede comprobar que un conductor que ha intervenido en un accidente, ha contravenido alguna de las reglas de tránsito, muchas veces se llega a la conclusión que de no haber ocurrido la contravención no se hubiera producido el accidente.

4.5.4 Características de los accidentes de Tránsito.

Magnitud del problema. Índices

La cantidad de personas que pierden la vida en los accidentes de tránsito o quedan lisiadas como consecuencia de ellos es pavorosa.

Para dar una idea de la magnitud del problema de los accidentes de tránsito no basta expresar su número total ni la cantidad de víctimas que producen, sino relacionar esos datos con los factores que pueden producir esos accidentes. Esto ha dado lugar a la creación de distintos índices de accidentes que sirven para compararlos en el mismo lugar para distintas épocas.

4.5.4.1 Índice de Accidentes basado en la Población

Es la relación que existe entre el número de accidentes que ocurre en una ciudad, región o país y el número de habitantes de la unidad geográfica considerada expresado en centenares de millares. Está dado por la fórmula siguiente:

$$\text{Índice} = \frac{\text{No. de Accidentes} \times 100,000}{\text{No. de habitantes}}$$

Este índice es solamente útil para comparar los accidentes de tránsito en unidades geográficas con nivel socio-económico semejante; pues se funda en el número de personas expuestas a los accidentes y no tiene en cuenta los vehículos que son los agentes provocadores de esos accidentes y cuyo número varía con las diferencias sociales y económicas.

4.5.4.2 Índice de Accidentes basado en el número de Vehículos

Es una relación semejante a la anterior, pero en vez de usar la población, emplea el número de vehículos registrados en la unidad geográfica considerada, expresado en decenas de millares como puede verse a continuación:

$$\text{Índice} = \frac{\text{No. de Accidentes} \times 10,000}{\text{No. de Vehículos registrados}}$$

Este índice se relaciona con el agente provocador de los accidentes -el vehículo- y sirve por lo tanto, para comparar unidades geográficas de distintos niveles socio-económicos.

4.5.4.3 Índice de Accidentes basado en el Tránsito

Es quizás la medida más exacta de la magnitud del problema de los accidentes. Es la relación entre el número de accidentes en una unidad geográfica y el tránsito en esa unidad expresado en centenares de millones de vehículos-kilómetros. Es decir:

$$\text{Índice} = \frac{\text{No. de Vehículos-kilómetros}}{\text{No. de accidentes} \times 100,000,000}$$

Este índice se puede emplear también para comparar los accidentes que ocurren en unidades geográficas de distinto nivel socio-económico y se funda en la magnitud total de las corrientes vehiculares donde tienen lugar los accidentes.

En ciudades, es generalmente difícil, sino imposible, averiguar los vehículos-kilómetros de tránsito, pero en paí--

ses o regiones de los mismos es posible calcular este dato - multiplicando el consumo total de combustible por el rendimiento promedio de los vehículos; o bien, por la suma de los productos de volumen de tránsito registrados, por el largo de las secciones respectivas de vías donde se registraron esos volúmenes.

Se estima que después de realizados los estudios anteriores, los cuales se han aplicado en otras ciudades, ya se puede tener una idea clara, para intentar la solución del problema evitándose emitir decisiones y medidas desacertadas.

En el capítulo siguiente y final, se mencionarán algunos - de los medios más útiles para facilitar la circulación y lograr la ordenanza del tránsito.

CAPITULO V

MEDIOS PARA FACILITAR LA CIRCULACION

Es indudable que una vez se hayan realizado los estudios correspondientes para lograr el control del tránsito, se tienen todos los elementos básicos que intervienen en el problema. Se puede decir entonces, que el problema se ha terminado de enunciar. Se sabe de su existencia, se conocen los elementos que forman parte de él y el problema está completo. El paso siguiente debe ser intentar resolverlo por medios técnicos.

Al final de cuentas, el problema se reduce a tratar de facilitar la circulación de los vehículos y esto se puede hacer mediante la utilización de dos tipos de medios:

5.1) Medios restrictivos

5.2) Medios constructivos

Los primeros medios consisten en limitaciones que se deben dar al tránsito, y relativamente no implican mayores gastos al ayuntamiento y son quizá los más recomendables en ciudades que como la nuestra, se carece de fondos monetarios para enfrentar el problema.

Los medios constructivos consisten en la edificación de obras urbanas, que faciliten la circulación. Estos medios sólo pueden ser utilizados, en nuestros países, en pocos casos y deben utilizarse en Guatemala, como un complemento de los medios restrictivos, aunque en ocasiones suele ser a la inversa.

El estudio de los medios para facilitar la circulación debe ser objeto de gran detenimiento, aquí, sólo se mencionarán ligeramente a manera de ilustración más bien general, de aquellos aspectos que se consideran más importantes y que deben estudiarse para solucionar el problema.

5.1 Medios restrictivos para facilitar la circulación.

En cuanto a los medios restrictivos solamente se enfocarán dos de ellos: el reglamento de tránsito y los dispositivos para regular el tránsito. El resto de medios solamente se enumerarán y no se entrará en detalles.

5.1.1 Reglamento de Tránsito

El reglamento de tránsito constituye uno de los más importantes medios restrictivos para facilitar la circulación. Este reglamento nace como consecuencia de una ley superior que ordena su existencia. En Guatemala, el reglamento de tránsito es emitido por el Estado a través de una de sus dependencias. El buen o mal funcionamiento del mismo, depende del grado de conocimiento que del problema del tránsito tengan sus autores. Por ello, su elaboración debe ser confiada a personas especializadas en la materia, a equipos de trabajo en los que deben participar representantes del Estado y representantes de las municipalidades y en especial para nuestro caso la capitalina. La existencia de ambos en ese equipo es totalmente necesaria, por cuanto por un lado, la municipalidad capitalina es la encargada de resolver los problemas urbanos y por el otro, debido a la estructura de nuestro gobierno, es él el encargado de hacer respetar ese reglamento por medio de las autoridades correspondientes en el interior de la república.

La renovación del reglamento de tránsito actual es urgente y la divulgación suficiente del mismo, también. Un reglamento de tránsito debe de ser continuamente revisado y mejorado. Para ser aplicado dentro de la ciudad de Guatemala, éste debe ser particularizado, por cuanto las condiciones del tránsito acá, no son las mismas que en otras ciudades de la república, como en Quezaltenango, por ejemplo. Un reglamento de tránsito bien elaborado debe contener disposiciones relativas a los 4 elementos que constituyen el tránsito: el conductor, el peatón, el vehículo y la vía.

Estudios adecuados para reglamentar sus funciones detalladamente deben incluirse en el mismo.

El reglamento de tránsito debe respetar e incluir dentro de

las normas, todas aquellas que en base a convenios internacionales han sido ratificados por Guatemala, para ello, conviene recordar que se han realizado varias cónclaves internacionales con el objetivo fundamental de unificar criterios para la reglamentación del tránsito.

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para la América Latina patrocinó en 1957 una reunión de autoridades centroamericanas de tránsito por carreteras con el objeto de establecer entre otras cosas, uniformidad en las señales viales y en los pesos y dimensiones máximas de los vehículos en todos los países de América Central. Los resultados logrados fueron bastante satisfactorios. Guatemala ratificó ese convenio, pero aún no se ha emitido el reglamento respectivo que haga cumplir al público tal convenio.

En síntesis, el estudio adecuado del Reglamento de Tránsito actual debe hacerse para su modificación parcial o total, en base a los requerimientos que exige ya, la ciudad de Guatemala.

El proceso de aumento de vehículos motorizados es acelerado, sin embargo, la legislación permanece estática y se convierte en un obstáculo grave para la aplicación de las nuevas técnicas de la Ingeniería de Tránsito. Los adelantos técnicos en este campo deben reflejarse inmediatamente en los preceptos legales, para que la ley contribuya siempre a impulsar el progreso.

Como podría argumentarse, que este aspecto -es decir, el relacionado con el reglamento de tránsito- no corresponde al campo de la Ingeniería de Tránsito sino más bien a estudios jurídicos, debe decirse aquí, que no se puede elaborar un reglamento acerca de "algo", si se tiene ignorancia completa acerca de ello. Por eso se señaló antes, que en la elaboración de un reglamento de tránsito adecuado, debe intervenir un equipo de trabajo y en ese equipo deben participar personas que conozcan de ambas cosas: aspectos jurídicos legales e Ingeniería de Tránsito para lograr una armonía total en la promulgación de un reglamento justo, de acuerdo con las

necesidades colectivas y natural para que no difiera mucho - con los hábitos de la comunidad donde regirá, en este caso - en la ciudad de Guatemala. Debe tenerse presente, que si - es necesario modificar las costumbres del público, la acción sobre el mismo debe ejercerse en forma gradual, debe recordarse también, para terminar, que: "La legislación del tránsito debe ser uniforme, normativa y básica" según lo expresa-- do por la Delegación Peruana al Octavo Congreso Panamericano de Carreteras celebrado en Bogotá, Colombia en 1960.

5.1.2 Dispositivos para Regular el Tránsito

Los dispositivos para regular el tránsito son los medios - físicos que se emplean para indicar detalladamente a los usuarios de las vías públicas la forma correcta y segura de - transitar por ellas a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias. Entre las funciones de los dispositivos se encuentra prevenir a conductores y peatones acerca de los peligros - existentes y guiarlos en sus recorridos por las vías; divulgar oportunamente disposiciones de las leyes y reglamentos de - tránsito, así como dar a conocer restricciones específicas - que se impongan a la circulación en una vía o en parte de la misma.

Los dispositivos que deben ser usados para regular la circulación son:

- 5.1.2.a) Señales de tránsito.
- 5.1.2.b) Marcas en las vías y en sus inmediaciones.
- 5.1.2.c) Semáforos.
- 5.1.2.d) Señales de luz intermitente.
- 5.1.2.e) Señales para regular el sentido de los carriles.
- 5.1.2.f) Rugosidades en el pavimento.

5.1.2.a) Señales de Tránsito.

El sistema de señales utilizadas y usadas en Guatemala, es el mismo que en 1955, las Naciones Unidas recomendaron para Centro América en un "Manual de Señales Viales". Este manual fué aprobado por una reunión centroamericana de expertos en tránsito que se celebró en Tegucigalpa, Honduras, en febrero de 1957 y fué aceptado oficialmente por Ministros Plenipotenciarios de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua en 1958.

Este manual se basa en el proyecto de "Protocolo sobre señales camineras" de las Naciones Unidas siguiendo sus recomendaciones en cuanto a colores y otros detalles.

Hay 3 tipos de señales de tránsito:

Preventivas
Restrictivas e
Informativas

Las Señales preventivas son las que se destinan a prevenir + accidentes. Su finalidad es dar al usuario de una vía un aviso anticipado de la existencia de un peligro potencial.

Las señales restrictivas son aquellas cuya finalidad es expresar en la vía, alguna fase del reglamento de tránsito para su cumplimiento por parte del usuario. Tienden a restringir algún movimiento.

Las señales informativas son aquellas cuya finalidad es proporcionar alguna información al usuario, ya sea de tipo turístico, direccional, etc.

Los 3 tipos de señales anteriormente citados deben usarse para facilitar la circulación de vehículos dentro de la ciudad. El tamaño y forma de los mismos están regidos internacionalmente como ya se dijo; los métodos o maneras de colocarlos deben ser estudiados para que su función sea eficiente.

5.1.2.b) Marcas en las Vías y en sus inmediaciones.

Marcas para el tránsito, son todas las líneas, dibujos, - palabras u objetos con excepción de las señales, aplicados o adheridos al pavimento, bordillo u otra parte de una vía - con el propósito de regular el tránsito y proporcionar adver- - tencias o informaciones a los usuarios de las vías.

Las marcas no deben usarse para transmitir por sí solos - mensajes de reglamentación -excepto la línea para prohibir - el adelantamiento-, sino solamente para complementar esa - clase de mensajes transmitidos por otros dispositivos.

Muchas veces ha sucedido y es frecuente verlo en la ciudad de Guatemala, que estas marcas se usan solas y entonces no llenan su función como es lo de complementar a las - señales, como por ejemplo las marcas que recientemente se pintaron a inmediaciones del Centro Cívico.

Las marcas se pueden colocar sobre el pavimento o sobre el bordillo.

Las marcas sobre el pavimento tienen muchas limitacio- - nes: los vehículos las tapan y se desgastan rápidamente -- cuando están sometidas a la circulación de un tránsito intenso y no se pueden aplicar a calzadas sin pavimentar. La gran ventaja de las marcas sobre el pavimento es que transmiten - su mensaje a los conductores sin distraer su atención de la - calzada.

Las marcas sobre el pavimento se pueden hacer aplicando pintura simple, pintura reflectante, inserciones metálicas o plásticas, franjas permanentes de cemento blanco o coloreado y ladrillos o bloques especiales, cristales o dispositivos reflectantes, pernos de cabeza ancha, bandas de material - plástico u concreto y termoplásticos.

Las marcas en el pavimento deben ser generalmente blancas o amarillas, pero cuando el pavimento es muy claro se - puede usar color negro.

Las marcas más usadas son las siguientes:

Línea de separación de sentidos

Lineas de carril

Lineas para cruces de peatones

Lineas de detención

Línea de barrera

Lineas para marcar borde de pavimentos

La descripción detallada de las líneas mencionadas antes se puede encontrar en el "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" Bureau of Public Road, - Washington D.C., E.U.A; 1948.

Las marcas en los bordillos se usan principalmente para ayudar a definir las restricciones del estacionamiento. Deben ser franjas continuas de color amarillo que cubran toda la cara y la parte superior del bordillo. No se recomienda emplear diversos colores para establecer distintas restricciones del estacionamiento, pues se ha comprobado en la práctica que el público no los asimila fácilmente.

5.1.2.c) Semáforos

Los semáforos son dispositivos de regulación, cuya misión es asignar alternativamente el derecho de paso a distintas corrientes vehiculares. Suelen ser aparatos electro-mecánicos.

Para su utilización adecuada, los semáforos ameritan un estudio especial, antes de instalarlos. Cuando la instalación y operación de los semáforos es correcta, éstos pueden aportar diversas ventajas. En cambio, si uno o más semáforos son deficientes, servirán para entorpecer el tránsito de vehículos y peatones.

Antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo debe

efectuarse un estudio completo de las condiciones del cruce y del tránsito. Así como también debe procurarse que se cumpla con los requisitos que la experiencia ha fijado.

Después de que el sistema de semáforos empiece a funcionar, debe comprobarse si éste responde a las necesidades del tránsito y luego hacer los ajustes que sean necesarios.

Un semáforo o un sistema de semáforos, que opere correctamente tiene una o más de las siguientes ventajas:

- a) Hace ordenada la circulación del tránsito, y en ciertos casos, llega a aumentar la capacidad de la calle.
- b) Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- c) Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es convenientemente reducida para fines de seguridad.
- d) Permiten interrumpir periódicamente el tránsito intenso de una arteria para permitir el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- e) En la mayoría de los casos representan una economía considerable con respecto al control por medio de policías de tránsito.

En cambio, cuando el proyecto o la operación de un semáforo o un sistema de semáforos es deficiente, ya sea por falta de elementos de juicio, o bien porque se ha abusado de los semáforos para resolver todos los problemas, pueden presentarse alguna o varias de las siguientes desventajas:

- a) Se incurrirá en gastos no justificados para soluciones que podrían haberse resuelto solamente con señales o en otra forma económica.
- b) Producen demoras injustificadas a cierto número de usua--

ricos, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al causar retardos molestos por excesiva duración de la luz roja o del tiempo total del ciclo.

- c) Producen reacción desfavorable en el público con la siguiente falta de respeto hacia los semáforos o hacia las autoridades.
- d) Excesivo número de accidentes del tipo "alcance", por cambios sorpresivos de color.
- e) Pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día en que se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requieran control de semáforos.
- f) Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando el mantenimiento es deficiente, especialmente tratándose de focos fundidos o interrupción del servicio eléctrico.
- g) El uso de semáforos portátiles implica confusión para algunos conductores y posibles accidentes por su aparición intempestiva para el usuario no acostumbrado a ellos. -Este caso es sumamente frecuente en nuestra ciudad-.

Para la instalación de semáforos se debe atender a una gran serie de factores y dentro de los estudios a efectuar para su necesaria instalación se pueden enumerar:

- a) Número de lentes y caras.
- b) Fases de los semáforos en el cruce donde se instalará.
- c) Diagrama fase-ciclo del semáforo.
- d) Tipo de semáforo a instalar.
- e) Volumen mínimo de vehículos.
- f) Interrupción del tránsito continuo.
- g) Volumen mínimo de peatones.
- h) Movimiento progresivo.
- i) Antecedentes acerca de los accidentes.
- j) Coordinación de semáforos.

Para concluir, es necesario indicar que aquí, se da solamente un esquema general de lo que debe hacerse o considerarse para la instalación de semáforos. El estudio de los mismos puede constituir o constituya motivo de gran cantidad de trabajo e investigación y que para los propósitos de esta tesis, sólo es necesario señalar.

Ante la proximidad de instalación en la ciudad de gran número de semáforos, se finaliza recordando que los semáforos constituyen un importantísimo instrumento para facilitar la circulación de vehículos y peatones y cuya buena o mala disposición puede beneficiar o perjudicar.

5.1.2.d) Señales de Luz Intermitente.

Las señales de luz intermitente son dispositivos luminosos que se usan para llamar la atención de los conductores en los lugares donde las condiciones de la vía o el tránsito no justifiquen la instalación de semáforos. Estas señales deben colocarse en sitios peligrosos y deben ser visibles a distancias de 300 metros.

El color de la luz intermitente puede ser ámbar o roja. El destello de color ámbar debe usarse sobre las vías que tienen prioridad o como prevención antes de un cruce de ferrocarril controlado a semáforo. Sobre las vías secundarias se debe usar el destello rojo, inmediato a la línea donde deben detenerse los vehículos. El elemento de iluminación intermitente debe encenderse no menos de 50 ni más de 60 veces por minuto. El período de iluminación de cada destello debe ser, no menos de la mitad ni mayor de las dos terceras partes del ciclo total.

5.1.2.e) Señales para Regular el Sentido de los Carriles

Estas señales se emplean para indicar el sentido de la circulación de tránsito en los carriles de una vía de carriles reversibles. Van suspendidos sobre los carriles a que se refieren y deben exhibir una indicación para cada sentido de la vía.

Estas señales se usan una vez que se ha determinado la conveniencia de emplear carriles reversibles en una calle.

Hay cuatro tipos de señales para regular el sentido de los carriles:

- 1) Señales permanentes
- 2) Señales luminosas y conos
- 3) Señales luminosas reversibles
- 4) Separadores móviles

La decisión de usar uno u otro tipo de señales, depende de las posibilidades económicas que la municipalidad tenga en el momento de utilizarlas, si se utilizan.

5.1.2.f) Rugosidades en el Pavimento

Este otro dispositivo para facilitar la circulación consiste en dar una textura áspera a ciertos tramos del pavimento de una vía, a fin de que el paso de los vehículos sobre ellos produzca un ruido o trepidación, que induzca a su conductor a poner mayor atención en la vía. Estas rugosidades no son en sí dispositivos de regulación pero complementan la función de estos.

Los dispositivos para regular el tránsito tienen un costo propio y un costo de colocación, pero debe pensarse también cuando se planea su uso, en su conservación y comprobar que se dispone de los recursos suficientes para asegurar esa conservación.

Cada nuevo dispositivo que se instala supone una ampliación en el presupuesto del mantenimiento del mismo. Este mantenimiento que es necesario tener, es el que casi siempre limita o hace limitar el número de dispositivos de regulación que se pueden hacer.

5.1.3 Otros medios restrictivos para facilitar la circulación.

Ya hemos tratado antes los dos medios restrictivos que a juicio del sustentante, son de más actualidad para facilitar la circulación y lograr la ordenanza del tránsito.

No quiere esto decir, sin embargo, que sólo estos medios existan, y por ello, como se indicó al principio se enumerarán a continuación los otros medios y que deben ser objeto de utilización cuando sea necesario en cualquier solución que se intente dar al problema del tránsito en la ciudad de Guatemala.

Los otros medios son:

- 1) Restricciones para regular el tránsito
 - a) Limitaciones de paso
 - b) Limitaciones de velocidad, giros y estacionamiento
 - c) Calles de sentido único y de carriles reversibles
- 2) Educación del peatón, regulación y protección del mismo
- 3) Cumplimiento de la reglamentación del tránsito

Los dos últimos medios, por intervenir el factor humano, son más difíciles de obtener y de lograr, pero, con una acertada dirección del programa de educación vial para peatones y una gran campaña publicitaria se pueden lograr muchos adelantos. En cuanto al cumplimiento de la reglamentación del tránsito, puede decirse que conviene estudiar la aplicación del reglamento a través de las autoridades, partiendo de la base que ese cumplimiento depende en gran parte de quienes les corresponde administrar la ley, y ellos a su vez del grado de organización que tenga la institución encargada de aplicar el reglamento de tránsito.

En el caso de Guatemala, es la Policía Nacional la institución encargada de hacer cumplir el reglamento de tránsito. Una vez elaborado y promulgado un reglamento de tránsito tal y como se señaló en este mismo capítulo, la policía debe de analizar y estudiar medios coercitivos para hacer cum-

plir la reglamentación a aquellos que olvidan que las leyes se dan para proteger el derecho de todas las personas; además de esos medios coercitivos la Policía Nacional debe proveer la creación de medios educativos para promover el cumplimiento de la reglamentación del tránsito.

Debe, la institución lograr la asesoría de un cuerpo técnico especializado en Ingeniería de Tránsito para poder proceder como en los países más civilizados que el nuestro, y en los que se manifiesta el alto grado de preparación de las autoridades de tránsito a ese respecto, desde el más alto funcionario, hasta el policía encargado de dirigir el tránsito en un cruce.

5.2 Medios Constructivos para mejorar la Circulación

La mayoría de los problemas del tránsito son ocasionados por deficiencias geométricas en las vías. La súbita aparición del vehículo motorizado y su vertiginoso desarrollo fué un hecho que intervino notoriamente en nuestra ciudad. Las calles nuestras no estaban preparadas para recibir a los vehículos y rápidamente el desequilibrio entre vehículo y vía se manifestó en forma de accidentes y congestión. La forma de remediar ese desequilibrio existente es tarea sumamente difícil. Lo primero que habría que hacer para resolverlo sería destruyendo la ciudad completa y construyendo una nueva ciudad con trazos modernistas adaptados a los requisitos de hoy y las de un posible futuro.

Decir lo anterior, es sumamente fácil, pero su realización en la vida real es absolutamente imposible. Viene entonces la necesidad de adaptar las calles existentes en cuanto a su capacidad o características geométricas. Pero ésto, aunque ya es realizable no deja de ser por eso, costoso económicamente.

Para una ciudad, como la ciudad de Guatemala, el adaptar las vías a características que respondan a las necesidades actuales representan grandes desembolsos de dinero que la Municipalidad, la mayoría de las veces no está en capa-

cidad de hacer.

En muchos años, la Municipalidad de Guatemala no había emprendido obras tendientes a readaptar vías, debido a esa escasez de recursos económicos señalados antes. No fué sino hasta hace poco que se iniciaron trabajos de ampliación y readaptación en varias vías como la Calzada Raul Aguilar Batres, Calzada de San Juan, Calzada Roosevelt y quizá el viaducto de la 24 calle. Independientemente de lo analizado y comentado en el Capítulo III, lo cierto es que se ha invertido al fin en un medio constructivo para facilitar la circulación de vehículos.

La verdad es, que estos gastos, la municipalidad no puede hacerlos periódicamente sino que tiene que esperar gran cantidad de años, a fin de poder recolectar fondos suficientes para emprender obras de envergadura como las señaladas.

Y son estos, precisamente los medios constructivos para facilitar la circulación. La forma de hacerlos, el trazo más conveniente, su justificación económica y social son variables que dependen del tipo de obra que se pretenda realizar.

Dado lo difícil y lo especializado que resulta cada uno de estos medios, aquí no haremos más que mencionar las obras, que para facilitar o mejorar la circulación pueden hacerse.

5.2.1 Características Geométricas adecuadas de las Vías

Consiste en remodelar las calles existentes para mejorar su capacidad, sus distancias de visibilidad, trazado en planta, trazado en perfil y/o mejorar los elementos básicos de la sección transversal de las vías.

5.2.2 Métodos Constructivos para facilitar la Circulación del tránsito en Intersecciones

La solución de los problemas de circulación en intersecciones de vías es uno de los objetivos fundamentales de la Ingeniería de Tránsito.

En términos generales hay dos clases de intersecciones:

a) A nivel

b) Con pasos a desnivel

Según la ausencia y presencia de los pasos inferiores o superiores.

Atendiendo a la forma en que se realizan los cruces en las mismas se pueden clasificar en tres tipos fundamentales:

- 1) Intersecciones a nivel directas. Cuando hay cruces directos - de la trayectoria de los vehículos.
- 2) Intersecciones a nivel rotatorios.- Cuando en ellos no hay - cruces directos sino maniobras de ~~entre cruzamiento~~ y los vehículos dan vueltas parciales alrededor de una zona central; y
- 3) Intersecciones con Pasos a Desnivel.- Cuando los cruces se realizan a distintos niveles.

Para facilitar la circulación en intersecciones se pueden hacer de acuerdo con las características de cada caso, las siguientes construcciones:

- 1) Ampliaciones en intersecciones a nivel directas
 - a) Aumento de los radios de curvatura en las esquinas
 - b) Ensanche de los accesos
- 2) Encauzamiento en intersecciones a nivel directas
 - a) Islas
 - b) Distintas clases de encauzamientos
 - c) Zonas de espera para cruces y giros a la izquierda
- 3) Intersecciones a nivel rotatorias o rotondas

4) Intersecciones con pasos a desnivel

5) Curvas y ramales de enlace

El tipo de construcción a emplear como ya se dijo debe ser, el encontrado útil, después de un estudio minucioso del caso.

5.2.3 Vías Expresas Urbanas

Estas vías expresas, son las vías que están destinadas a conducir el tránsito expreso, que es aquel que recorre grandes distancias, generalmente a altas velocidades medias de recorrido. Estas vías deben estar provistas de calzadas separadas para cada sentido del tránsito, su acceso está limitado en forma total o parcial y preferiblemente intersecan a distinto nivel a otras vías.

Estas vías expresas pueden ser a nivel, deprimidas o elevadas según la altura de su rasante con respecto al terreno. Cuando están deprimidas o elevadas, tienen categoría de autopistas.

5.2.4 Terminales para estacionar

Las terminales para estacionar son grandes construcciones empleadas para guardar vehículos en los lugares donde la demanda de estacionamiento es muy grande.

Estas terminales, si bien su costo es elevado, pueden en un momento dado ser autofinanciables. Las terminales para estacionar ayudan a la circulación evitando el parqueo de vehículos en calles destinadas al tránsito y en esta forma contribuyen a la resolución del problema.

El estudio de terminales constituye de por sí una especialización dentro de la ya especializada Ingeniería de Tránsito.

5.2.5 Iluminación de vías

El último de los medios constructivos que citaremos en esta tesis, que sirven para facilitar la circulación de los vehículos, lo constituye la iluminación de vías.

Proveer de iluminación nocturna a una vía es un medio constructivo que favorece la circulación de tránsito por la misma, haciéndola más fácil y segura.

Una buena iluminación favorece el uso nocturno de calles y carreteras, especialmente las de mayor importancia y permite alcanzar velocidades de 15 a 30 km/h mayores de noche, que lo que hubiera sido práctico en vías sin alumbrado. Además, las distancias visibles de noche aumentan mucho cuando se establece la iluminación de las vías disminuyendo por lo tanto, los peligros de accidente.

En la iluminación de las vías se debe considerar los siguientes elementos:

- 1) Unidades fotométricas,
- 2) Visión humana,
- 3) poder reflector del pavimento; y,
- 4) El deslumbramiento.

Dentro de la iluminación de vía merece especial importancia la iluminación en las intersecciones, ya que estos requieren un estudio más que especial.

Se puede guiar la solución del aspecto de iluminación de vías por las especificaciones vertidas en "American Standard Practice for Street and Highway Lighting"; Illumination Engineering Society. American Standard Association: 70 East 45 St. New York, Ny 1953, dados con todo detalle.

Los medios para facilitar la circulación son muchos, día a día aparecen nuevos descubrimientos viniendo a enriquecer al Ingeniero de Tránsito quien busca continuamente so-

luciones a los problemas originados por el mismo en las ciudades.

En este capítulo, como en otros, solamente se dan consideraciones muy generales y se trata de marcar la pauta para que el estudioso y directamente interesado en resolver los problemas de tránsito en la ciudad de Guatemala tenga aunque sea un breve y aligerado bosquejo que le ayude en su trabajo, finalidad que aquí se intentó llenar en la medida de lo posible.

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES.

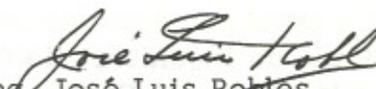
- 1.- En la actualidad, no existen estudios sistemáticos para lograr la planificación del tránsito en la ciudad de Guatemala; se recomienda iniciarlos de alguna manera y para ello se dan lineamientos generales en este trabajo.
- 2.- No existe todavía un organismo específico encargado de enfrentar el problema del tránsito. Se recomienda su creación de acuerdo con lo sugerido en este trabajo, es decir la creación de una comisión nacional de transporte, con mayor participación en el problema específico existente en nuestra ciudad capital.
- 3.- Desde hace mucho tiempo hasta la fecha, se han tomado medidas para contrarrestar los efectos del problema de tránsito. Muchas de ellas, si bien es cierto, han sido acertadas, en otros casos han venido a perjudicar y a entorpecer. Se recomienda que no se deben tomar medidas para lograr la ordenanza del tránsito, sin antes estudiar sus posibles efectos.
- 4.- En virtud de la no utilización de métodos para lograr el control de tránsito, se recomienda el estudio, ajuste y aplicación de la metodología aquí propuesta.
- 5.- Una vez iniciados y realizados los estudios para el control, se propone efectuar el estudio de los medios posibles para facilitar la circulación.
- 6.- No existiendo ningún método actualmente para lograr la predicción de la futura distribución de viajes, se recomienda la utilización del modelo gravitacional, descrito en el capítulo IV de este trabajo.
- 7.- Para futuros trabajos de tesis profesionales en el campo de la Ingeniería se recomienda el análisis más profundo de cada -

uno de los tópicos aquí tratados. Es decir el estudio detallado y alguna aplicación práctica posible de los métodos propuestos.

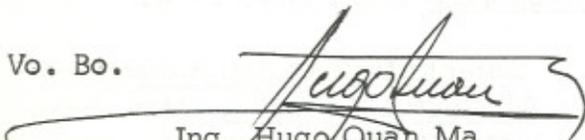
- 8.- Se sugiere a la Facultad de Ingeniería, la introducción de aspectos relacionados con la Ingeniería de Tránsito en los cursos del pensum de la carrera, siguientes: En "Introducción al Planeamiento Urbano y Regional"; en el curso de "Urbanismo" y en el de "Seminarios sobre temas de Ingeniería".
- 9.- Se actualizan las conclusiones de la tesis de graduación profesional del Ingeniero Roberto Barillas, para las condiciones presentes del problema. Esta tesis: "Problemas del Congestionamiento de Tráfico" data de 1952, y sus recomendaciones son las siguientes:
 - a) Es urgente efectuar estudios de tránsito.
 - b) Es urgente estandarizar las señales reguladoras y preventivas.
 - c) Es necesaria la instalación de semáforos.
 - d) Es urgente el estudio del Reglamento de Tránsito en vigor.
 - e) Es conveniente estudiar el ensanche de calles.
 - f) La necesidad de establecer estacionamiento adecuado es evidente.
 - g) Es necesaria una campaña de educación y orientación vial -esta campaña debe tener 15 días de duración mínima cada año-.
- 10.- Se insiste en señalar las conclusiones y recomendaciones del III Congreso Nacional de Ingeniería, efectuado del 18 al 24 de junio de 1967 bajo los auspicios del Colegio de Ingenieros de Guatemala, y las cuales aparecen en el capítulo III de este trabajo.
- 11.- El autor de este trabajo espera con el mismo contribuir aun--

que sea en mínima parte a lograr la solución de uno de los -
problemas más serios que tiene la ciudad de Guatemala.


Francisco Javier Godoy Ariaza

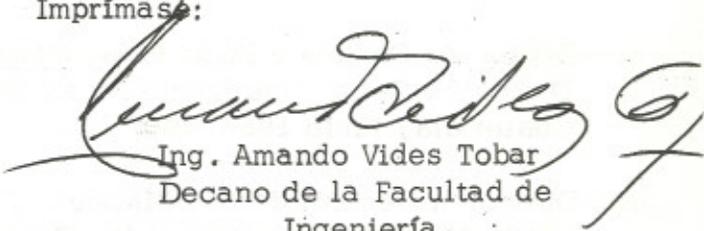

Ing. José Luis Robles
Asesor

Vo. Bo.


Ing. Hugo Quian Ma

Jefe del Departamento de Planeamiento

Imprímase:


Ing. Amando Vides Tobar
Decano de la Facultad de
Ingeniería.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barillas, Ing. Roberto. Problemas del Congestionamiento de Tráfico. Tesis Profesional. Guatemala, 1952.
- 2.- Cal y Mayor, Ing. Rafael. Ingeniería de Tránsito. Editorial de la U.N.A.M. México, 1962.
- 3.- Colegio de Ingenieros de Guatemala. Conclusiones y Recomendaciones del III Congreso Nacional de Ingeniería. Junio 1967.
- 4.- C. Abraham, S. Goldberg y J. Thedie. Le Choix des Investissements Routiers-Transports. Septiembre 1960.
- 5.- Depto. de Planeamiento. Características del Tránsito en el Area Metropolitana de San José 1957-1962. Ministerio de Obras Públicas. San José, Costa Rica.
- 6.- Dirección General de Caminos. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Tránsito por Carreteras de Guatemala. Estudio elaborado por Consultora Latinoamericana. Mayo, 1968.
- 7.- Depto. de Censos y Encuestas. Censo de Población 1964. - Dirección General de Estadística. Ministerio de Economía. Guatemala, Junio 1966.
- 8.- Dirección General de Estadística. Guatemala en Cifras -- 1960. Ministerio de Economía. Guatemala.
- 9.- Dirección General de Estadística. Guatemala en Cifras -- 1962. - Ministerio de Economía. Guatemala.
- 10.- D.J. Reynolds. L'affectation de Priorités Aux travaux Routiers. Road Research Laboratory. 1960.
- 11.- E.A. Claesson. La Circulation engendrée et les voitures - particulières sur les Routes rurales. Revue Internationale -

- 12.- Gordillo Barrios, Lic. Gerardo. Estudio Económico sobre el Servicio Urbano de Autobuses de la ciudad de Guatemala. - 1965.
- 13.- Highway Research Board of the National Academy of Sciences. Highway Research Record Number 41. Origin and Destination Techniques and Evaluation. 9 reports.
- 14.- J.S. Birch. Forecasting Highways Trips-Traffic Interactance between Cities. Highway Research Board. 1960.
- 15.- Macdonald, Austin F. Gobierno y Administración Municipal. Fondo de Cultura Económica. México, 1959.
- 16.- Meneses, Ing. Miguel Augusto. Consideraciones sobre la Vivienda Multifamiliar en la ciudad de Guatemala.
- 17.- Paz Maroto, Ing. José. Urbanismo y Servicios Urbanos. Tomo III. Editorial Dossat-1948. España.
- 18.- Patterson, Robert W. Forecasting Techiques for Determining the Potential Demand for Highways. Research Center (school of Business and Public Administration). University of Missouri, Columbia. 1966.
- 19.- Radelat Egües, Ing. Guido. Manual de Ingeniería de Tránsito. Talleres Gráficos Mundial, S.R.L. Argentina, 1964.
- 20.- Seminario de Integración Social Guatemalteca. Problemas de la Urbanización en Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra. Ministerio de Educación. Guatemala, 1965.

Entidades consultadas durante la elaboración de este trabajo:

- 1.- Municipalidad de la ciudad de Guatemala.
- 2.- Dirección General de Estadística.
- 3.- Dirección General de Caminos.
- 4.- Departamento de Planificación del Ministerio de Transportes de la República de Costa Rica.

INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRAFICOS

	Página
<u>Capítulo II</u>	
Figura 2.7.1 Contadores Manuales	16
Figura 2.7.2 Hoja de campo para registro de vehículos contados en una intersección	16
Figura 2.7.3 Hoja de instrucciones para recuentos en intersecciones	17
Figura 2.7.4 Resumen gráfico de los datos de volumen de tránsito en una intersección	18
Figura 2.7.5 Sumario tabular para datos obtenidos en una intersección	19
Figura 2.7.6 Tipos de vehículos considerados en el método del vehículo en movimiento	21
Figura 2.7.7 Registro para los datos de recuento de volúmenes por el método del vehículo en movimiento	21
Figura 2.8.1 Trigésimo volumen horario máximo en una estación	24
<u>Capítulo III</u>	
Figura 3.1 Tendencia creciente a la concentración de lugares poblados en la república de Guatemala	28
Cuadro 3.1 Tasas de crecimiento de población urbana en Latinoamérica	28

			Página
Figuras 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5		Ciudad de Guatemala en los años 1800, 1850, 1900 y 1964	36-37
Cuadro	3.2	Proyecciones de población para - la ciudad de Guatemala 1964-84 .	31
Cuadro	3.3	Distribución de población por zo- nas en la capital de Guatemala..	32
Cuadro	3.4	Indíces de crecimiento de pobla- ción en la ciudad de Guatemala - 1778-1964	33
Cuadro	3.5	Densidades brutas de población y en áreas por zonas de la ciudad - de Guatemala	35
Cuadro	3.6	Crecimiento de la ciudad en área urbana bruta, 1800-1964	37
Cuadro	3.7	Incrementos en área por períodos en la ciudad	37
Figura	3.7	Crecimiento de habitantes por ve- hículo en la ciudad de Guatemala	38
Cuadro	3.7	Vehículos automotores en Guate- mala, 1929-1967	40
Cuadro	3.8	Vehículos automotores en la Re- pública de Guatemala por depar- tamento, 1966	42
Cuadro	3.9	Importación de vehículos automo- tores en Guatemala, 1961-1967 ..	43
Cuadro	3.10	Variación de habitantes por ve- hículo en la ciudad	44
Figura	3.8	Variación del número de habitan- tes por vehículo en 15 años en - el departamento de Guatemala...	47

Cuadro 3.11	Accidentes de tránsito en la ciudad de Guatemala por mes, 1959-1960 .	48-49
Cuadro 3.12	Accidentes de tránsito en la ciudad de Guatemala por naturaleza del accidente	48-49

Capítulo IV

Cuadro 4.1	Cuadro comparativo de la población del departamento de Guatemala, basado en los censos de 1950 y 1964 .	65
Figura 4.2.1	Diagrama teórico de una sección urbana residencial	73
Figura 4.2.3.1	Mapa de flujo de tránsito (área metropolitana de la ciudad de San José de Costa Rica)	80-81
Figura 4.2.3.2	Mapa de flujo de tránsito (área central de la ciudad de San José de Costa Rica)	80-81
Figura 4.2.3.3	Diagrama de caudales para una intersección de 2 vías	82
Figura 4.2.3.4	Volúmenes de tránsito en las principales entradas a la ciudad de Guatemala	83
Tabla 4.2.4.1	Número de placas de circulación que es necesario comparar para obtener la velocidad media de recorrido	88
Figura 4.2.4.2	Modelo de hoja de campo para ser utilizada en el Método de observación de placas de circulación	88
Tabla 4.2.4.2	Razones de movimiento normales para las horas de volúmenes de tránsito máximos	89
Figura 4.2.4.3	Sumario tabular para ordenar los da-	

	Página
tos en estudios de tiempo y recorridos (método de las placas de circulación)	90
Figura 4.2.4.4 Representación gráfica del tiempo de recorrido y demoras en una vía urbana	91
Figura 4.2.4.5 Mapa de curvas isócronas	92
Figura 4.2.4.6 Diagrama de velocidades típico. - (área central de la ciudad de San José)	92-93
Tabla 4.3.4.1 Tabla para selección de tamaño de muestra. Estudio de origen y destino	104
Figura 4.3.4.1 Formulario para estudios con entrevistas a domicilio	106
Figura 4.3.4.2 Formulario para estudios con entrevistas a domicilio	107
Figura 4.3.6.1 Distritos y zonas de origen y destino en una ciudad hipotética	109
Figura 4.3.6.2 Mapa de líneas de deseo derivadas de datos de origen y destino	111
Ejemplo 1 Aplicación hipotética del modelo gravitacional	116
Ejemplo 2 y	
Figura 4.3.7.1 Método para desarrollar los factores de tiempos de viaje	118
Figura 4.5.1 Plano de localización de accidentes en la zona central de la ciudad de Guatemala. Año 1964	138