

PLANEACION VIAL URBANA

Fecha	Duración	Tema	Profesor
Nov. 12	17 a 21 h	<p>PLANEACION TERRITORIAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS</p> <p>Sistema Nacional de Planeación de los Asentamientos Humanos            Objetivos y Estructura            Ordenamiento Territorial            Estructura y Alcances</p>	<p>ING. RICARDO GUERRA QUIROGA</p>
Nov. 13 y 14	17 a 21 h c/d	<p>PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LOS CENTROS DE POBLACION</p> <p>Marco Legal para la Elaboración de los Planes de Desarrollo Urbano            Principios y Conceptos Básicos de los Planes de Desarrollo Urbano            Estructura Formal de los Planes            Metodologías de Elaboración            Planes Sectoriales de Desarrollo Urbano            TALLER. Ejemplo Práctico.</p>	<p>ARQ. JULIO OBSCURA LANGO</p>
Nov. 15, 16, 19, 20, 21, 22 y 23	17 a 21 h c/d	<p>PLANEACION VIAL URBANA</p> <p>Tipos de Vías Urbanas            Elementos primarios de localización            Asignación del tránsito            Alternativas de localización            Ubicación de intersecciones            Estacionamiento            Características de las Vías Rápidas            Características de las arterias y calles colectoras            Diseño de la Sección Transversal            Secciones transversales evolutivas            Carriles reversibles            Carriles exclusivos</p>	<p>ING. JORGE SUAREZ RUELAS</p>

Zonas peatonables  
Transporte colectivo  
Ferrocarril urbano  
Vialidad a Corto Plazo  
Vialidad a Medino Plazo  
Vialidad a Largo Plazo  
TALLER

ING. JORGE SUAREZ RUELAS

## DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO PLANEACION VIAL URBANA

ING. RICARDO GUERRA QUIROGA  
Subdirector General de Planeación Territorial  
de Zonas Concurvadas y Prioritarias  
SAHOP  
Av. Constituyentes 947 Edif. D P.B.  
México 18, D.F.  
Tel. 271.30.00 Ext. 355

ING. ALFREDO MARTINEZ DURAN (COORDINADOR)  
Director de Ingeniería de Tránsito  
Dirección General de Servicios Técnicos  
SAHOP  
Jalapa 147-3°  
México 7, D.F.  
Tel. 574.82.07

ARQ. JULIO OBSCURA LANGO  
Director de Centros de Población de la Zona Norte  
Dirección General de Centros de Población  
SAHOP  
Av. Constituyentes 947  
México 18, D.F.  
Tel. 271.30.00 Ext. 308

ING. JORGE SUAREZ RUELAS  
Jefe de la Oficina de Análisis Vial  
Dirección de Ingeniería de Tránsito  
Dirección General de Servicios Técnicos  
SAHOP  
Jalapa 147-3°  
México 7, D.F.  
Tel. 574.82.57





centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



PLANEACION VIAL URBANA

SISTEMA NACIONAL DE PLANEACION DE LOS  
ASENTAMIENTOS HUMANOS

ING. RICARDO GUERRA QUIROGA

NOVIEMBRE, 1 9 7 9



## SISTEMA NACIONAL DE PLANEACION DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.

En diversas ocasiones el licenciado, José López Portillo ha expresado su pensamiento acerca del desarrollo urbano; en seguida se destacan algunas de sus ideas y conceptos manifestados al respecto.

"En este momento estamos creciendo a un ritmo extraordinario. Pero junto al incremento cuantitativo vivimos una intensa transformación cualitativa; el rostro rural del país se modifica aceleradamente; nuestras ciudades se han congestionado, las congestiones derivan problemas de empleo, de servicios y de convivencia. Y en el otro extremo dramático -la dispersión de pequeñas comunidades- las soluciones no son sólo onerosas; sino en ocasiones imposibles".

"En realidad, nos faltó un plan nacional de desarrollo para lograr que éste fuera equilibrado. La ciudad de México es una respuesta espontánea a la falta de planeación y, claro, el crecimiento desordenado nos ha resultado más caro e injusto; la acción para resolver el problema del crecimiento urbano sólo puede darse dentro de un plan nacional de desarrollo en el que se contemplen todas las áreas y que, obviamente, no podrá cumplirse en seis años, pero que debe iniciarse, pues de otra suerte jamás principiará el proceso de solución y se complicarán cada vez más los congestionamientos urbanos".

"No dejar que las cosas sucedan, sino normarlas para que sucedan como pretendemos, queremos o consideramos que deben suceder. Imponemos ya aquí, a esa realidad, en la que hay siempre un comportamiento, el peso específico de la norma, de lo que queremos que sea".

"Decisión fundamental que estructura las decisiones planeadas que el gobierno de la República vaya a tomar, responsable de su propia autoblignación, en el ámbito de su competencia, y responsable de la inducción en el ámbito de la población, mediante los recursos democráticos que nuestro sistema legal nos permite usar. Porque frenar el crecimiento de la ciudad de México, regular el de las otras ciudades, crear otros centros de atracción, entraña la orientación de la inversión pública en forma organizada para lograr esos propósitos; significa el que las leyes actuales o las que se promulguen hagan obligatorios muchos actos, prohiban o propicien otros, convengan, estimulen o desestimulen los que corresponda".

"Al considerar que en gran medida el Plan Nacional de Desarrollo Urbano es la proyección en el espacio y en el tiempo de las acciones de los gobiernos federal, estatales y municipales, hemos querido cuidar el proceso de participación para exigir

oportunamente responsabilidades".

"Quisimos corresponsabilizar a los Sectores con este Plan Nacional de Desarrollo Urbano y hemos querido hacer lo propio con los gobiernos estatales mediante un sistema de compromisos concertados, participativos, con los que queremos caracterizar el fortalecimiento de nuestro federalismo".

Este Plan implica asumir con decisión y entusiasmo la tarea de edificar un México que habrá de albergar, al término de las tres próximas décadas, otro tanto de los mexicanos que somos actualmente.

El no aceptar este reto, significaría dar la espalda a un importante problema nacional, en cambio, si se afrontan los acontecimientos y se aportan caminos que multipliquen las oportunidades de equilibrio entre lo que tiene el país, y lo que necesita, se habrán empezado a encontrar soluciones cuyos efectos se dejarán sentir, en muchos casos, sólo a largo plazo.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano, propone objetivos, políticas y programas que se han considerado adecuados para el momento presente; sin embargo se ha formulado con una estructura flexible que puede irse modificando según las circunstancias lo reclamen.

Hay que tener en cuenta que lo que se pretende conducir y orientar es un fenómeno vivo y no un hecho consumado, es un proceso en el que debe participar cotidianamente cada uno de los ciudadanos, ya que los afecta directamente y sólo de ellos podrá salir la respuesta que los beneficie.

El proceso seguido en la elaboración del Plan se inició con las modificaciones a los artículos 27, 73 y 115 de la Constitución General de la República estableciendo que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la Ley Reglamentaria de organización y explotación

colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad agrícola en explotación; para la creación de nuevos centros de población agrícola con tierras y aguas que les sean indispensables; para el fomento de la agricultura y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. Los núcleos de población que carezcan de tierras y aguas o no las tengan en cantidad suficiente para las necesidades de su población, tendrán derecho a que se les dote de ellas, tomándolas de las propiedades inmediatas, respetando siempre la pequeña propiedad agrícola en explotación.

Y con la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos, cuyo propósito fundamental es dar a los habitantes del país la posibilidad de vivir, en un centro de población digno como un anhelo de justicia social.

El carácter de público y de interés social que expresa, al hacer participar la federación a las entidades federativas y a los Municipios en los programas para regular, coordinar y ejecutar los planes de desarrollo de los nuevos Asentamientos Humanos, proporciona una oportunidad real a quienes pueden ser en última instancia, elementos importantes para lograr que en todo el

país se incrementa un sentimiento de arraigo en el lugar de origen, que impida el aumento demográfico en el área metropolitana.

Es sabido también que, cualquier Ley que contemple fundamentalmente el problema de Macrocefalia de la Ciudad de México, sin tomar en cuenta el apoyo que el resto del país, pueda proporcionar a la solución del problema, no llenará satisfactoriamente los propósitos de aminorar la congestión humana en las principales ciudades de la República. En consecuencia, la Ley General de Asentamientos Humanos, que ofrece bases jurídicas para desarrollar programas federales de desarrollo, como la creación de ciudades de dimensiones medias, recoge la realidad que se vive en nuestro país.

La Reforma Administrativa iniciada en enero de 1977 con la expedición de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal dió paso a la creación de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, con lo que México emprende decididamente la planeación de su desarrollo urbano.

La segunda etapa de la Reforma Administrativa fortalece ese proceso, al integrarse y coordinarse las entidades que forman el sector asentamientos humanos.

En junio de 1977, con la instalación de la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano, se dió paso a la vinculación entre las instituciones, que prevé la tercera etapa de la Reforma Administrativa.

La fase de análisis del Plan se inició con la presentación de un anteproyecto, en el mes de marzo de 1977, a la consideración de las dependencias que integran la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, de los organismos que tienen conexión directa con el propio sector asentamientos humanos y diversos especialistas en la materia. Este anteproyecto se basó en los estudios que con anterioridad llevaron a cabo varias instituciones nacionales e internacionales y diversas entidades del sector público.

Con las observaciones recibidas se elaboró un proyecto que fue remitido a los miembros de la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano y a otras dependencias federales, con el propósito de recibir e incorporar sus aportaciones.

El 11 de enero pasado el C. Presidente de la República, dio instrucciones a los coordinadores de sector, a fin de que precisaran las medidas para asegurar la congruencia entre el Plan y los programas sectoriales y defnieran las bases de corresponsabilidad para su ejecución, evaluación y actualización permanente. En esa forma, se ha cuidado que la aprobación del Plan, ordenada expresamente por la Ley al Titular del Poder Ejecutivo, se realice dentro de un proceso que garantice la responsabilidad compartida de los sectores.

La Secretaría de Programación y Presupuesto estableció la correspondencia entre las aportaciones sectoriales al Plan y el Programa de Acción del Sector Público 1978-1982, ubicándolos en los trabajos del Plan Global de Congruencia.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano, señala los objetivos generales y las metas y políticas para el desarrollo urbano a nivel nacional y sirve, asimismo, como gran marco de referencia para los subsecuentes planes.

Este plan define las zonas consideradas prioritarias que son diez y se proponen por su capacidad de absorción de población, su ubicación respecto a los recursos naturales y su pronóstico favorable de generación de empleos. La conformación de estas zonas se ajusta a límites municipales.

Asimismo el plan define también tres zonas que, por sus características de crecimiento deberán ser atendidas con políticas de ordenamiento y regulación, asimismo establece los centros de población donde deberán concentrarse servicios regionales.

Los documentos que integran el Plan Nacional de Desarrollo Urbano abarcan los niveles normativo y estratégico, los aspectos de corresponsabilidad de los sectores de la Administración Pública y la instrumentación jurídica.

## I. NIVEL NORMATIVO

En este capítulo se contemplan los diferentes rubros que contiene el Plan Nacional de Desarrollo Urbano: el diagnóstico, el pronóstico, los objetivos generales, los objetivos específicos y se determinan los diversos aspectos que debe comprender el análisis del desarrollo de los centros de población y de los elementos y componentes del sector asentamientos humanos.

De acuerdo con lo anterior, el documento deberá contener, en esta parte, el diagnóstico que resulte al analizar la situación de los asentamientos humanos en el estado o región; el pronóstico que represente la imagen futura de continuar las tendencias actuales y la correspondiente selección de alternativas para la situación deseable.

#### DIAGNOSTICO.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano plantea un escenario poblacional al año 2000 analizando las tendencias actuales de crecimiento y paralelamente los efectos que el programa nacional de planificación familiar pretende para la reducción de la tasa de crecimiento.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano pretende la conformación de un sistema urbano nacional, compuesto por trece sistemas urbanos integrados que tienen como base de articulación a ciudades regionales, que funcionan como centros de apoyo para el desarrollo de los asentamientos humanos y brindan alternativas para la localización industrial y de servicios.

## PRONOSTICO

El pronóstico tiene por objeto conocer el panorama del comportamiento de las diversas variables, en el mediano y corto plazo apoyado en el diagnóstico anterior.

La previsión de la situación futura permitirá establecer las hipótesis del desarrollo de los asentamientos humanos y así conducir a una situación deseada y factible.

## OBJETIVOS

Como respuesta al diagnóstico y al pronóstico, se definen como objetivos a largo plazo del Plan Nacional de Desarrollo Urbano los siguientes:

- Racionalizar la distribución en el territorio nacional, de las actividades económicas y de la población, localizándolas en las zonas de mayor potencial del país;
- Promover el desarrollo urbano integral y equilibrado en los centros de población.
- Propiciar condiciones favorables para que la población pueda resolver sus necesidades de suelo urbano, vivienda, servicios públicos, infraestructura y equipamiento urbano; y

## POLITICAS

Para alcanzar los objetivos citados se establecen los tres niveles normativos siguientes:

- Políticas de ordenamiento del territorio para atender la problemática interurbana de carácter nacional y regional.
- Políticas de desarrollo urbano de los centros de población, aplicables al ámbito interno de cada localidad.
- Políticas que se relacionan con los elementos, componentes y acciones del sector asentamientos humanos, para la satisfacción de las demandas en esta materia.

La aplicación de estas políticas se realizará de acuerdo con las prioridades geográficas que se consignan en los cuadros respectivos.

## II. NIVEL ESTRATEGICO

Una vez determinados los objetivos en el nivel normativo, es justamente en el nivel estratégico donde se deberá plantear la forma de alcanzarlos.

Por ésto para asegurar el cumplimiento de sus principales propósitos el Plan establece, la necesidad de desarrollar e implantar diversos tipos de programas que por su naturaleza, los objetivos que persiguen y los mecanismos administrativos por los cuales se integrarán y aplicarán, se agrupan en:

- a) Programas de acción concertada;
- b) Programas de apoyo a las prioridades sectoriales, para atender a las políticas de ordenamiento del territorio.
- c) Programas por convenir con los gobiernos de los Estados, para atender el desarrollo urbano de sus centros de población; y
- d) Programa Quinquenal del Sector Asentamientos Humanos 1978-1982, relacionado con la instrumentación y ejecución de acciones directas del sector.

### III. NIVEL DE CORRESPONSABILIDAD SECTORIAL

Este capítulo contendrá todos los compromisos que establezcan las dependencias estatales y federales, para apoyar las políticas y metas del Plan de Desarrollo Urbano.

Dichos compromisos estarán referidos a un período determinado.

Aquí se señalarán los montos y las fuentes de recursos disponibles para su financiamiento y se analizarán los programas y las inversiones con matrices de congruencia.

#### IV. NIVEL DE INSTRUMENTACION JURIDICA.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano determina en este nivel, los instrumentos jurídicos que permitan llevarlo a su ejecución.

El nivel instrumental contiene una compilación de todas las disposiciones jurídicas, que en relación con el desarrollo urbano existen, las cuales continuarán ampliándose en la medida que sea ejecutado el Plan.

Asimismo, el decreto aprobatorio contiene los objetivos, metas políticas y programas que habrán de realizarse de acuerdo a los lineamientos del propio plan.

La estructura base del Sistema de Planeación de los Asentamientos Humanos se conforma primordialmente por el Plan Nacional de Desarrollo Urbano el cual sirve como gran marco de referencia para que se deriven los siguientes planes:

## SISTEMA NACIONAL DE PLANEACION DE LOS ASENTAMIENTOS URBANOS

PLANES QUE SE CONSIDERAN LA UNIDAD DE LA PLANIFICACION DE LOS ASENTAMIENTOS URBANOS	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DE LA ZONA PROBLEMA	PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO	PLAN DE ORDENACION DE ZONA CONURBADA INTERESTATAL	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO PLAN ESTADUAL DE DESARROLLO URBANO	PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE POBLACION
FUNCION DEL PLAN DENTRO DEL SISTEMA DE PLANEACION DE LOS ASENTAMIENTOS URBANOS	El Plan Nacional de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a todo el territorio nacional. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del pais. El Plan Nacional de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a todo el territorio nacional. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del pais.	El Plan Regional de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a una zona determinada del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano de la zona. El Plan Regional de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a una zona determinada del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano de la zona.	El Plan Estatal de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un estado determinado del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del estado. El Plan Estatal de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un estado determinado del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del estado.	El Plan de Ordenacion de Zona Conurbada Interestatal es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a una zona determinada de dos o mas estados. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano de la zona. El Plan de Ordenacion de Zona Conurbada Interestatal es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a una zona determinada de dos o mas estados. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano de la zona.	El Plan Municipal de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un municipio determinado del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del municipio. El Plan Municipal de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un municipio determinado del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del municipio.	El Plan Municipal de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un municipio determinado del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del municipio. El Plan Municipal de Desarrollo Urbano es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un municipio determinado del pais. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del municipio.	El Plan de Desarrollo Urbano de Centros de Poblacion es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un centro de poblacion determinado. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del centro. El Plan de Desarrollo Urbano de Centros de Poblacion es el plan de desarrollo de mayor alcance y abarca a un centro de poblacion determinado. Su finalidad es definir las grandes lineas de desarrollo urbano del centro.
RESPONSABLES ADMINISTRATIVOS DE LA ELABORACION DE LOS PLANES	SENERPLAN SECRETARIA DE PLANEACION Y DESARROLLO	SENERPLAN SECRETARIA DE PLANEACION Y DESARROLLO	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL
RESPONSABLE DE LA APROBACION DEL PLAN	SECRETARIO DE PLANEACION Y DESARROLLO	SECRETARIO DE PLANEACION Y DESARROLLO	SECRETARIO ESTATAL	SECRETARIO DE LA REPUBLICA	SECRETARIO ESTATAL	SECRETARIO ESTATAL	SECRETARIO ESTATAL
AMBITO TERRITORIAL DE COMPETENCIA	EL TERRITORIO NACIONAL	EL TERRITORIO NACIONAL	EL TERRITORIO ESTATAL	EL TERRITORIO CONURBADO INTERESTATAL	EL TERRITORIO MUNICIPAL	EL TERRITORIO MUNICIPAL	EL TERRITORIO MUNICIPAL
FUNDAMENTACION LEGAL	L.P.A.N.	L.P.A.N. Y L.P.R.Z.	L.P.A.N. Y L.P.R.Z.	L.P.A.N. Y L.P.R.Z.	L.P.A.N. Y L.P.R.Z.	L.P.A.N. Y L.P.R.Z.	L.P.A.N. Y L.P.R.Z.
DECLARACIONES	DECLARACION DE INTERES NACIONAL	DECLARACION DE INTERES NACIONAL	DECLARACION DE INTERES ESTATAL	DECLARACION DE INTERES ESTATAL	DECLARACION DE INTERES ESTATAL	DECLARACION DE INTERES ESTATAL	DECLARACION DE INTERES ESTATAL
MANEJO DEL SUELO	SENERPLAN SECRETARIA DE PLANEACION Y DESARROLLO	SENERPLAN SECRETARIA DE PLANEACION Y DESARROLLO	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL	SECRETARIA ESTATAL
ESCALA CARTOGRAFICA	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000	1:500,000
ESTRUCTURA BASICA L.P.A.N.							
NIVEL DE PLANEACION	1		2	15		3	4

- Plan Regional de Desarrollo Urbano de Zonas Prioritarias.
- Plan Estatal de Desarrollo Urbano.
- Plan de Ordenación de Zonas Conurbadas Interestatales.
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano.
- Plan Subregional de Desarrollo Urbano.
- Plan de Desarrollo Urbano de Centros de Población.

#### PLAN REGIONAL DE DESARROLLO URBANO DE ZONAS PRIORITARIAS.

A fin de lograr sus objetivos, metas y políticas, el Plan Nacional establece zonas y centros de población prioritarios para iniciar las acciones que permitan estructurar el Sistema Urbano Nacional y jerarquizar la aplicación de recursos orientados a este propósito, ya que, en materia de desarrollo urbano existe un gran número de requerimientos que no pueden ser satisfechos simultáneamente.

Ante la necesidad de implementar el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y concretar las acciones en el tiempo y en el espacio, se generaron los "Planes Regionales de Desarrollo Urbano", como instrumento del Plan Nacional, para iniciar en el corto plazo, las acciones prioritarias en el ámbito de ordenamiento del territorio.

Los Planes Regionales de Desarrollo Urbano constituyen la expresión regional del Plan Nacional y, han sido elaborados con base en la estructura jurídica actual en esta área que parte de las modificaciones a los Artículos 27, 73 y 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; derivándose de la estructura base del Sistema de Planeación de los Asentamientos Humanos.

Este documento presenta una visión global de los aspectos más importantes del desarrollo urbano de las Zonas Prioritarias y propone, con base en los objetivos, metas y políticas del Plan Nacional y, como resultado del estudio realizado en la región, las acciones prioritarias a fin de incrementar el desarrollo urbano de las mismas.

Estos Planes Regionales de Desarrollo Urbano definen aptitudes del suelo para diferentes usos:

Áreas aptas para:

- Uso Urbano
- Uso Agropecuario forestal y extractivo.
- Uso Recreativo y/ o paisaje
- Otros usos.

Al ser el proceso del desarrollo urbano un fenómeno eminentemente dinámico, dichos planes han sido integrados con una estructura flexible que permite sean actualizados y en su caso modificados, según lo vaya exigiendo la problemática de los asentamientos humanos en la región.

Estos Planes Regionales de Desarrollo Urbano conforman el volumen V del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

#### PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano ha sido elaborado con base en la estructura jurídica actual que parte de las modificaciones a los Artículos 27, 73, 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; se especifica en las disposiciones de la Ley General de Asentamientos Humanos y culmina con la promulgación de la Ley de Desarrollo Urbano de los Estados.

Es el Plan que en congruencia con el Plan Nacional define los objetivos, metas, políticas, programas e instrumentos para el desarrollo urbano del estado. Define aptitudes del suelo para diferentes usos:

Áreas aptas para:

- Uso urbano
- Uso agropecuario forestal y extractivo
- Uso recreativo y/o paisaje
- Otros usos.

Al ser el proceso del desarrollo urbano un fenómeno eminentemente dinámico, el presente plan ha sido integrado con una estructura flexible que permite que éste sea actualizado y en su caso modificado, según lo vaya exigiendo la problemática de los asentamientos humanos en el Estado.

#### PLAN DE ORDENACION DE ZONA CONURBADA INTERESTATAL.

Es el plan que para la zona conurbada en cuestión recoge los objetivos, metas y políticas; nacionales, estatales y municipales e integra el plan de dicha zona que dadas sus características particulares requiere de esta planeación tripartita.

Dentro de este proceso de planeación, la Ley General de Asentamientos Humanos establece la necesidad de estos Planes de Ordenación de Zona Conurbada; dado que en ellas sucede un fenómeno particular en el que confluyen los intereses de varios niveles de gobierno.

La naturaleza jurídica de las conurbaciones se funda en el Artículo 115, Fracción V de la Constitución Federal, así como en el Capítulo III, Artículos 18 a 27 de la Ley General de Asentamientos Humanos.

A nivel regional el Plan de Ordenación de Zonas Conurbadas propone la manera idónea de distribuir sus habitantes dentro del mismo territorio, en función a los recursos disponibles y determina algunas zonas prioritarias dentro de la región, para las que será necesario efectuar sus respectivos planes de desarrollo urbano y continuar así, los efectos de la planeación a niveles aún más particulares.

Por otra parte, en la planeación es crucial que las acciones e inversiones de todos los sectores de la Administración Pública, en sus diversos niveles, estén orientadas a la consecución de objetivos comunes en la materia.

Este Plan de Ordenación representa la manifestación concreta de un primer esfuerzo por unir, en un solo documento, a los objetivos y políticas de la Federación, con los de las diversas entidades estatales y municipales que comprenden estas zonas.

Este plan define aptitudes del suelo para diferentes usos:

Áreas aptas para:

- Uso urbano
- Uso agropecuario, forestal y extractivo
- Uso recreativo y/o paisaje
- Otros usos.

### PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO

Es el plan que en congruencia con el Plan Estatal define los objetivos, metas, políticas, programas e instrumentos para el desarrollo urbano del municipio.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano pretende distribuir equilibradamente los niveles de calidad de vida así como racionalizar el crecimiento demográfico para la optimización de los beneficios sociales de los recursos naturales y humanos, así como lograr la distribución de la población y las actividades económicas del Municipio, sin lesionar el derecho de libertad de tránsito de asentamiento que consagra la constitución general de la república.

El Plan Municipal se concibe para complementar la interacción entre los tres niveles de Gobierno; Federal, Estatal y Municipal, conteniendo estrategias que relacionen directamente los diversos tipos de planes, mismos que concretan en acciones e inversiones

orientados y complementados.

Los fundamentos de carácter jurídico son congruentes en los distintos niveles a partir de las disposiciones de la Ley General de Asentamientos Humanos, en que establece la concurrencia de los tres niveles de Gobierno, asimismo pretende lograr la congruencia de aspectos técnico y formal de la planeación.

Este plan define ocupación interurbana del suelo.

suelo para:

- Ocupación urbana
- Ocupación industrial
- Ocupación infraestructura interurbana
- Ocupación para recreación y/o paisaje
- Ocupación agropecuaria
- Ocupación forestal.

#### PLAN SUBREGIONAL DE DESARROLLO URBANO

Es el plan que abarca varios municipios por su interrelación existente y define objetivos, metas, políticas, programas e instrumentos para el desarrollo urbano de la subregión.

Define ocupación interurbana del suelo para:

- Ocupación urbana
- Ocupación industrial
- Ocupación Infraestructura Interurbana
- Ocupación para recreación y/o paisaje
- Ocupación Agropecuario
- Ocupación Forestal.

**PLAN DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE POBLACION.**

Es el plan de desarrollo urbano del centro de población mediante el cual se definen con precisión los usos, destinos y reservas de áreas y predios, en la parte intraurbana.

## Evolución del Sistema de Planeación de los Asentamientos Humanos. Aspectos Jurídicos y Reformas Institucionales.

El inicio del Sistema de Planeación de los Asentamientos Humanos se dio con la Reforma Constitucional que se llevó a cabo el 6 de febrero de 1976 con el decreto por el cual se reforma el párrafo tercero del artículo 27, se adicionan el artículo 73 con la fracción XXIX-C y el artículo 115 con las fracciones IV y V, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y más tarde el 26 de mayo de 1976 con la expedición de la Ley General de Asentamientos Humanos.

A partir de este momento surge una serie de disposiciones jurídicas que favorecen a la evolución de dicho sistema; en orden cronológico éstas serán algunas de las más sobresalientes.

En el año de 1976 surge el decreto que establece las zonas conurbadas que son; la Zona Conurbada del Centro del País, la Zona Conurbada de la Desembocadura del Río Balsas y la Zona Conurbada de la Laguna. Se crean las comisiones de conurbación y se expide el decreto que establece la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano y Regional.

En el año de 1977 se expiden, la Ley Orgánica para la creación de un organismo de planeación, las Leyes Estatales de Desarrollo Urbano y se decretan tres nuevas zonas conurbadas que son; la Zona Conurbada de la Desembocadura del Río Ameca, la Zona Conurbada de Puerto Vallarta y la Zona Conurbada de Manzanillo-Barra de Navidad.

Se establece una reforma a la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano mediante la cual pierde dicha comisión el carácter de regional.

En el año de 1978 se decreta la aprobación del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, conforme el cual el Gobierno Federal participará en el ordenamiento y regulación de los asentamientos humanos en el país; asimismo, la creación del Programa Nacional de Desconcentración Territorial de la Administración Pública Federal. (PRODETAP).

En el año de 1979, el decreto de establecimiento de zonas geográficas para la desconcentración de la industria. (PRODEIN), y el decreto que establece los Planes Municipales y Estatales.

En cuanto a Reformas Institucionales, en el año de 1977 se crea la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

Se establecen en los estados las Direcciones de Planeación de los Asentamientos Humanos Estatales.

Se instalan las Comisiones de Conurbación .

Se instala la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano.

En consecuencia de lo anterior y como resultado de los trabajos efectuados en materia de planeación, han sido terminados los siguientes planes de desarrollo urbano:

1977 Versiones Preliminares del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

1978 Primer Plan Nacional de Desarrollo Urbano  
Primer Plan Estatal de Desarrollo Urbano (Aguascalientes)

1979 Versiones de Planes de Ordenamiento de Zonas Conurbadas y de Planes Regionales de Desarrollo Urbano de Zonas Prioritarias (Estatales)

Primer Plan Municipal (Lázaro Cárdenas) y primeros planes de Desarrollo de Centros de Población.

Finalmente se llevó a cabo, a un año de su elaboración, una evaluación del Plan Nacional de Desarrollo Urbano y del Plan Estatal de Aguascalientes con objeto de revisión.



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



## PLANEACION VIAL URBANA

### II. - PLANES DE DESARROLLO DE CENTROS DE POBLACION

IMPORTANCIA DE LA INGENIERIA DE TRANSITO EN LOS  
PLANES DE DESARROLLO URBANO

BIBLIOGRAFIA GENERAL



ARQ. JULIO OBSCURA LANGO

NOVIEMBRE, 1979.



## PLANEACION VIAL URBANA

### II.- PLANES DE DESARROLLO URBANO DE CENTROS DE POBLACION

#### 1. MARCO LEGAL PARA LA ELABORACION DE LOS PLANES DE DESARROLLO URBANO

##### 1.1. Ley General de Asentamientos Humanos

- Antecedentes del cuerpo legal existente con anterioridad a la promulgación de la Ley General de Asentamientos Humanos.
- Objetivos de la Ley y definiciones básicas
- Sistema de planes que se deriva de la Ley
- Concurrencia y atribuciones de los distintos niveles de gobierno
- Las zonas conurbadas interestatales
- La regulación a la propiedad en los centros de población. Fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento.
- Las declaratorias de usos, destinos, reservas y provisiones.
- Sistema de elaboración y aprobación de los planes

##### 1.2. Las Leyes Estatales de Desarrollo Urbano

- Sistema de planes que se deriva de las leyes estatales.

##### 1.3. Marco Institucional que se deriva del sistema de leyes .

- Nivel federal
- Nivel estatal y municipal

#### 2. PRINCIPIOS Y CONCEPTOS BASICOS DE LOS PLANES DE DESARROLLO URBANO DE LOS CENTROS DE POBLACION

- Ambito espacial que cubren los PDUCP
- Enfoque conceptual de los PDUCP

- Objetivos que persiguen los PDUCP
- Breves comentarios sobre el proceso de planeación urbana

### 3. ESTRUCTURA FORMAL DE LOS PLANES DE DESARROLLO URBANO DE LOS CENTROS DE POBLACION

#### 3.1. Antecedentes

- Marco de referencia
- Bases jurídicas
- Diagnóstico y pronóstico

#### 3.2. Nivel Normativo

- Condicionantes de niveles superiores de planeación
- Normas adoptadas
- Objetivos, políticas y metas

#### 3.3. Nivel Estratégico

- Planeamiento de alternativas de desarrollo urbano
- Estrategia de desarrollo urbano
- Lineamientos programáticos

#### 3.4. Nivel de Corresponsabilidad Sectorial

- Identificación de programas sectoriales
- Identificación de dependencias, metas e inversiones
- Acciones inmediatas

#### 3.5. Nivel Instrumental

- Instrumentos de planeación
- Instrumentos de control
- Instrumentos de fomento
- Instrumentos auxiliares

#### 4. METODOLOGIA Y TECNICAS DE ELABORACION

- El proceso de planeación urbana
- Investigación de campo y de gabinete
- Fotointerpretación
- Técnicas de proyecciones de población
- Síntesis y jerarquización de la problemática actual y esperada
- Generación y evaluación de alternativas de desarrollo urbano
- Instrumentación de los planes

#### 5. PLANES SECTORIALES DE DESARROLLO URBANO

- Definición y marco legal
- Relaciones con los PDUCP
- Estructura formal
- Relaciones con los estudios de ingeniería de tránsito

#### 6. TALLER. Caso de Estudio: EL PLAN DIRECTOR DE DESARROLLO URBANO DE CIUDAD JUAREZ

- Insumos necesarios para la elaboración de un Plan Sectorial de Vialidad y Transporte
- Estrategia general de desarrollo urbano de Ciudad Juárez.
- El Plan Sectorial de Vialidad y Transporte de Ciudad Juárez.



XI SEMINARIO DE INGENIERIA DE TRANSITO  
IMPORTANCIA DE LA INGENIERIA DE TRANSITO EN LOS  
PLANES DE DESARROLLO URBANO

JULIO OBSCURA L. \*/

Los efectos que causa la construcción de vías, sean estas carreteras o urbanas, en el desarrollo urbano nacional y local es indudable. Esta acción no sólo tiene una incidencia directa en la solución de los problemas relacionados con los movimientos de bienes y personas, sino por el contrario tiene efectos múltiples que van desde influir en la distribución de la población y las actividades económicas a nivel nacional y regional, hasta influir en la distribución de los usos del suelo o las tendencias de crecimiento de la mancha urbana de una localidad particular.

Esta relación de causa y efecto entre el desarrollo urbano y los sistemas viales se explica si consideramos que la estructura urbana presenta en general dos componentes fundamentales: Las actividades que la población realiza en espacios y edificaciones adaptadas, por un lado y las redes de infraestructura y comunicaciones que permiten el movimiento de bienes, personas, mensajes y vehículos, por el otro, y que

---

\*/ Arquitecto (UNAM); Estudios de Postgrado en Diseño Urbano (Escuela de Bellas Artes de París); Maestro en Planeación Urbana (Politécnico de Oxford); Director de Centros de Población de la Zona Norte, SAHOP.

los desplazamientos que en ella ocurren permiten la unión funcional de todos los espacios adaptados.

Si bien es cierto que el diseño de un sistema vial debe responder a la ubicación y características de los espacios adaptados, también es cierto que las características de este sistema producen efectos sobre la distribución de estas actividades en un territorio dado.

En este sentido posiblemente el efecto más importante de la adecuación o ampliación de un sistema vial sea el de modificar las condiciones relativas de accesibilidad en una ciudad o región considerada.

Este cambio de accesibilidad produce una serie de efectos derivados en el desarrollo urbano que se manifiestan en la plusvalización de los valores del suelo urbano y su rentabilidad, el cambio gradual de los usos del suelo y la intensidad de uso derivados de su nueva rentabilidad, la apertura y el aprovechamiento de nuevas áreas de desarrollo urbano que hasta entonces eran inaccesibles, o que al menos presentaban una accesibilidad poco económica, el condicionamiento del trazo de obras de infraestructura complementarias, al definirse derechos de vía particulares, la ubicación de generadores importantes de tráfico como pueden ser las zonas industriales o grandes centros comerciales, etc.

En este contexto los estudios de Ingeniería de Tránsito adquieren una relevancia particular en la elaboración de los planes de desarrollo urbano.

El diagnóstico de las características de la estructura vial permite desde luego identificar la problemática particular de este componente, clarificando los orígenes y destinos principales, los volúmenes de tráfico y la capacidad de las vías, los problemas de congestión y de estacionamiento, el funcionamiento de la señalización y los semáforos, pero al mismo tiempo permite analizar características básicas de la estructura urbana y el crecimiento del centro de población, la identificación de los principales generadores de tráfico y su relación con las zonas de vivienda; la ubicación de zonas que por su accesibilidad relativa presentan un potencial de desarrollo al corto plazo, la distribución e intensidad de los usos del suelo, la valorización de la tierra, así como otros aspectos que permiten comprender el desarrollo urbano de una localidad.

En un análisis prospectivo los estudios de Ingeniería de Tránsito pueden apoyar la evaluación de hipótesis de crecimiento urbano futuro, la distribución e intensidad de los usos del suelo, la ubicación de generadores importantes de tráfico y en general los elementos estructuradores del desarrollo urbano planteado.

De las observaciones hechas resulta importante considerar dos aspectos. El primero se refiere al hecho de que los estudios de Ingeniería de Tránsito no deben circunscribirse exclusivamente al análisis de las características directamente relacionadas con los aspectos técnicos-viales de una ciudad. En muchas ocasiones la falta de una perspectiva amplia en la elaboración de estos estudios ocasiona desajustes importantes en el comportamiento de otros componentes del desarrollo urbano, propiciando el desarrollo de zonas inadecuadas, extendiendo prematuramente la mancha urbana y causando ineficiencia en el uso de infraestructura y capacidad instalada, etc.

El segundo aspecto se refiere a la interrelación indispensable que debe existir entre la elaboración de estudios de Ingeniería de Tránsito y el Sistema Nacional de Planes de Desarrollo Urbano que se está conformando en el país.

Esta interrelación debe darse no sólo en términos de los niveles de planeación que marca la legislación existente en la materia, sino también en términos de la estructura formal y el contenido de los diferentes planes, sus alcances y de ser posible sus metodologías.

Con este propósito considero que es de utilidad, para los efectos del presente ensayo, presentar de una manera

breve la estructura, contenido y componentes de los planes de desarrollo urbano y enfatizar las interrelaciones que presentan con los estudios de Ingeniería de Tránsito.

La estructura de planes que se deriva de la Ley General de Asentamientos Humanos y las Leyes Estatales de Desarrollo Urbano correspondientes comprende:

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano, que señala los objetivos y las políticas en base a las cuales la federación participa en las tareas de planeación de los asentamientos humanos y la regulación del desarrollo urbano en el territorio nacional. Al mismo tiempo consigna las bases y lineamientos de coordinación, control y ejecución de las acciones y de la aplicación de las inversiones que para la consecución de los objetivos del Plan lleve a cabo el Gobierno de la República.

De manera particular el Plan señala, entre otros aspectos, la distribución deseable de la población en el territorio nacional en base a la creación de sistemas urbanos integrados, y la complementación del Sistema de Enlace Nacional, "a efecto de que el futuro desarrollo de los sistemas de transporte y comunicación interurbana sea un elemento esencial para el ordenamiento del territorio y fortalezca la integración del Sistema Urbano Nacional."

Para la conformación de este Sistema de Enlaces el Plan propone los siguientes objetivos:

Propiciar la creación de un sistema de grandes libramientos a la zona metropolitana de la ciudad de México, evitando la construcción de nuevas carreteras convergentes a esta área.

- Propiciar que los ejes carreteros vinculen a las ciudades con servicios regionales localizadas en la costa del Golfo con las del Pacífico.
- Fortalecer la intercomunicación de las ciudades con servicios regionales, con los centros de población que constituyen su área de influencia.
- Propiciar la construcción de redes alimentadoras, caminos vecinales y de mano de obra que faciliten el acceso a las ciudades medias con potencial de desarrollo y a las localidades que concentren los servicios para el medio rural.

Es importante resaltar que estos objetivos, no pretenden solamente solventar las necesidades actuales de intercomunicación nacional y regional, sino por el contrario, persiguen la estructuración de un Sistema Urbano Nacional en donde la distribución de la población y las actividades económicas sea más equilibrada en el

territorio nacional, por lo que el Sistema de Enlaces Nacionales adquiere características normativas.

Los planes estatales y municipales de desarrollo urbano y los planes de ordenación de las zonas conurbadas persiguen las mismas finalidades que el Plan Nacional, se enmarcan en las disposiciones de este y desarrollan aquéllas partes que deben ser implementadas en el ámbito estatal, de manera que las acciones derivadas sean ejecutadas de manera concurrente por las autoridades de los municipios, las entidades federativas y la federación en el ámbito de su jurisdicción y competencia.

Los planes de desarrollo urbano de los centros de población, señalan las líneas generales de desarrollo urbano y las diversas opciones para su más oportuna realización. Enfocan su contenido a señalar aquellas propuestas sobre aspectos en los que pueda incidir la inversión del sector público y proporcionan una guía para las acciones del sector privado en el centro de población al que se refiera.

En este nivel de planeación los estudios y propuestas viales tienen una gran significación ya que además de estructurar en gran medida el crecimiento y desarrollo urbano, las acciones que se derivan son efectuadas en su mayoría por el sector público, lo que permite coadyuvar

a la implementación de la estrategia de desarrollo urbano seleccionada.

Desde el punto de vista del desarrollo urbano integral, las propuestas viales deben cumplir con varios objetivos, que se suman al objetivo central de solucionar los aspectos relativos al movimiento de bienes, personas y vehículos, principalmente en lo que se refiere a:

- Apoyar la estructuración y orientación del crecimiento urbano hacia zonas susceptibles de desarrollo urbano, evitando la construcción de vías, o diseñando vías especiales, en aquellas áreas que el Plan contemple como zonas de conservación y/o de usos y destinos no urbanos.
- Apoyar la estructuración de los usos y destinos urbanos, haciendo corresponder las zonas de mayor accesibilidad relativa con la ubicación propuesta de las actividades urbanas de nivel superior tales como centros comerciales, zonas industriales, centros administrativos, parques urbanos, zonas de alta densidad, etc.
- Procurar que la vialidad primaria propuesta asegure y promueva el uso del transporte público de manera que los recorridos entre las diversas zonas de la

ciudad, y principalmente entre zonas importantes de origen y destino, no exijan el uso del transporte privado y al mismo tiempo no requieran de obras complementarias posteriores para conseguir este objetivo.

Apoyar la consecución de las etapas de desarrollo urbano previstas en el Plan, asegurando que la construcción de vías tenga por objeto hacer accesibles zonas que se deben desarrollar en una determinada etapa.

- Proporcionar claridad a la estructura urbana de la ciudad, dando una identidad a las diferentes jerarquías viales a través de sus secciones, iluminación, mobiliario, pavimentos y vegetación.

De estos objetivos se desprende que el diseño vial es un elemento primordial en la estructuración del desarrollo urbano ; que deberá incorporar en sus estudios consideraciones que apoyen la consecución de estos aspectos.

Los planes parciales y sectoriales están subordinados al Plan de Centros de Población en términos de generalidad. Los primeros detallan las soluciones y propuestas del Plan General en una zona específica de la ciudad, como por ejemplo la zona central, la zona portuaria, una

zona de vivienda, etc. Los planes sectoriales se refieren a los elementos y componentes del sector asentamientos humanos en el ámbito de un centro de población tales como la vivienda, la vialidad y el transporte, la infraestructura, etc.

Resulta obvio resaltar la importancia de los planes sectoriales de vialidad y transporte ya que el procedimiento técnico de elaboración más adecuado se fundamenta precisamente en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Es importante mencionar igualmente que el sistema de planes descrito, está sujeto a una instrumentación legal que comprende la aprobación del ejecutivo estatal correspondiente, su publicación y su registro en el Registro Público de la Propiedad, por lo que estos planes imponen a las autoridades públicas la obligación de prever en la esfera de sus respectivas competencias el cumplimiento de los planes correspondientes.

De igual manera, los planes de centros de población y los planes parciales y sectoriales pueden generar las declaratorias correspondientes de usos, destinos, reservas y provisiones previstas en las leyes respectivas.

11

En este sentido cabe resaltar la importancia que tiene el adecuar los estudios de Ingeniería de Tránsito a la forma y contenido de los planes de desarrollo urbano, particularmente los planes sectoriales de vialidad y transporte, ya que esto permitiría su aprobación y vigencia jurídica en un centro de población y la emisión de las declaratorias de destinos viales que asegurarían los derechos de vía propuestos y la ejecución de las acciones contempladas en el tiempo.

Esta estructura formal de los planes de desarrollo urbano comprende cuatro niveles: el Normativo, el Estratégico, el de Corresponsabilidad Sectorial y el Instrumental. Estos niveles están precedidos de un Marco de Referencia, en donde se explicitan las bases jurídicas que fundamentan la elaboración del Plan, el sistema utilizado para su elaboración y el Diagnóstico-Pronóstico del desarrollo urbano.

Este último se integra por la identificación y jerarquización de la problemática general y particular del ámbito territorial considerado y su potencial y limitantes de desarrollo urbano, considerando el contexto del sistema urbano al que pertenece.

En este rubro se analizan los aspectos físico-espaciales, que incluyen de manera importante las comunicaciones de personas y bienes, y las condiciones socio-demográficas,

económico-financieras y jurídico-administrativas que inciden en el desarrollo urbano.

El Nivel Normativo aborda el campo de lo deseado, lo que "debe ser", en contraposición a "lo que es" (análisis de la situación actual) y "lo que probablemente será" (proyección de las tendencias). En este nivel se especifican los objetivos, las políticas y las metas específicas de desarrollo urbano que constituyen una guía para la acción con perspectiva al corto, mediano y largo plazo.

El Nivel Estratégico constituye la parte propositiva del Plan, que debe ser eficaz en el logro de los objetivos y metas formuladas en el nivel anterior. Asimismo estas propuestas deben contemplar al desarrollo urbano como un conjunto de elementos mutuamente relacionados, reconociendo su naturaleza de sistema.

Las proposiciones planteadas de esta manera integrada adoptan la forma de alternativas de desarrollo urbano que se evalúan en cuanto a su eficacia, eficiencia, viabilidad y consistencia interna. La propuesta seleccionada constituye la estrategia general de desarrollo urbano y comprende la estructura básica; la determinación de usos, destinos, reservas y provisiones; las áreas habitacionales, los centros y subcentros, las zonas de trabajo, las áreas

para equipamiento primario y las redes que alojan los flujos de personas, bienes y mensajes.

Se desprende de este nivel asimismo las etapas de desarrollo urbano deseables, los lineamientos programáticos que se relacionarán en el siguiente nivel con los programas operativos sectoriales, y la identificación de los planes parciales y sectoriales prioritarios.

El Nivel de Corresponsabilidad Sectorial especifica los compromisos y responsabilidades que asumen los diferentes organismos y dependencias federales, estatales y municipales, el sector social y el sector privado, para asegurar el cumplimiento de los objetivos, políticas y metas y la estrategia del Plan.

Tales compromisos, expresados en forma de atribuciones administrativas y previsión de obras o acciones a ejecutar, serán la base para la especificación de programas, acciones y proyectos ejecutivos, después de aprobado el Plan. Este nivel especifica asimismo las acciones que por su naturaleza deben realizarse en un corto plazo, atendiendo a las metas fijadas en el Plan.

El Nivel Instrumental del Plan establece el conjunto de medidas y disposiciones que permitan su institucionalización,

operación y seguimiento.

14

En términos generales estos instrumentos se pueden clasificar en: instrumentos de planeación, que comprenden los propios planes de desarrollo urbano y el diseño y puesta en marcha del mecanismo de análisis continuo para operar, evaluar y actualizar los planes.

Instrumentos de control, cuyo propósito es obligar de manera específica y concreta a los distintos agentes públicos y privados que participan en el desarrollo urbano, para que cumplan con las disposiciones del Plan. Estos instrumentos incluyen las declaratorias, los reglamentos de zonificación, fraccionamientos, tránsito, construcción, etc.

Instrumentos de fomento, que se orientan a promover que el desarrollo urbano siga los cauces trazados en el Plan. Incluyen diversos estímulos financieros o fiscales y las acciones directas gubernamentales, dentro de las cuales se pueden destacar, como ya se ha mencionado, las acciones viales y de transporte.

Instrumentos auxiliares, que se orientan a crear las condiciones necesarias de organización y gestión del desarrollo urbano, facultan la recaudación de recursos y

definen las bases para la solución de conflictos que se puedan generar en el proceso de planeación.

Esta estructura formal de los planes de desarrollo urbano pretende establecer procedimientos homogéneos para su elaboración e integración que permita comparar, probar y ajustar los resultados en la práctica, definir una terminología clara y de uso común y plantear una concepción de los planes que se ajuste a la realidad nacional y los avances técnicos en la materia.

Es necesario, por último, enfatizar la idea de que, en un proceso continuo de retroalimentación, la complementariedad e integración de los estudios de Ingeniería de Tránsito y los planes de desarrollo urbano debe reforzarse, con los beneficios que esto representa para ambas disciplinas y en general para el desarrollo urbano del país.



BIBLIOGRAFIA GENERAL

AUTOR, TITULO Y CASA EDITORIAL

INTERES GENERAL  
 ANTECEDENTES  
 N. NORMATIVO  
 N. ESTRATEGICO  
 N. DE CONSULTA  
 N. INSTRUMENTAL

- ALEXANDER, C. "La ciudad no es un árbol", en el libro "La estructura del medio ambiente". Tusquets Editor, Barcelona.

X X

- ALEXANDER, C. "Urbanismo y participación. El Caso de la Universidad de Oregon". Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

X

- CASTELL, M. Editor. "Imperialismo y urbanización en América Latina". Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

X

- COVARRUBIAS, F. "El proceso de planeación urbana". Documento 3.3 del Centro de Documentación, Información y Estudios del Desarrollo Regional y Urbano. (CERUR).

X

- CULLEN, G. "El paisaje urbano". Editorial Blume-Labor.

X X X

- CHADWICK, G. "Una visión sistémica del planeamiento". Editorial Gustavo Gili.

X

GARCIA, C.J. "El sistema general de planificación urbana y su estrategia de implantación". Documento 1.2 del CERUR.

X

AUTOR, TITULO Y CASA EDITORIAL	INTERES GENERAL	ANTECEDENTES	N. NORMATIVO	N. ESTRATEGICO	N. DE CONTROL	N. INSTRUMENTAL
- GONZALEZ, R. "Instrumentos alternativos para el control del uso y la tenencia de la tierra". Documento 3.7 del CERUR						X
- HARVEY, D. "Urbanismo y desigualdad social". Editorial Siglo XXI, México.	X					
- LYNCH, K. "La imagen de la Ciudad". Editorial Infinito. Buenos Aires.		X	X	X		
- LYNCH, K. "Site Planning". M.I.T. Press. E.E.U.U.	X					
- MALISZ, B. "Formation des systemes d'habitat". Editorial Dunod, París.	X					
- MAUSBACH, H. "Introducción al urbanismo". Editorial Gustavo Gili, Barcelona.	X					
- MCMARG, I. "Design with Nature", Doubleday/Natural History Press.	X					
- MC LOUGHLIN, J.B. "Planificación urbana y regional, un enfoque de sistemas" Editorial Nuevo Urbanismo. Madrid.	X					
- MC LOUGHLIN, J.B. "Planeamiento Urbano y Control". Editorial Nuevo Urbanismo. Madrid.						X

## AUTOR, TITULO Y CASA EDITORIAL

INTERES GENERAL  
 ANTECEDENTES  
 N.° NORMATIVO  
 N.° ESTRATEGICO  
 N.° DE CONGRESION  
 N.° INSTRUMENTAL

MINISTERIO DE LA VIVIENDA Y EL GOBIERNO LOCAL DEL REINO UNIDO. "Planes de ordenación urbana. Manual sobre su forma y contenido". Traducido y editado por el Instituto de Estudios de Administración local. Madrid.

X

NACIONES UNIDAS. "Informe de Habitat: Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos", Naciones Unidas.

X

RICHARDSON, H. "City Size and National Spatial Strategies in Developing Countries". World Bank Staff. Working paper No. 252.

X

SAHOP. DIRECCION GENERAL DE CENTROS DE POBLACION. ARQ. ALBERTO REBORA. "Aplicación de la teoría de los umbrales para evaluar estrategias de desarrollo urbano".

X

SAHOP. DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS ADMINISTRATIVOS DEL DESARROLLO URBANO. "Agenda del Presidente Municipal".

X X

SEGRE, R. "Las estructuras ambientales en América Latina". Editorial Siglo XXI. México.

X

SINGER, P. "Economía política de la urbanización". Editorial Siglo XXI. México.

X

AUTOR, TITULO Y CASA EDITORIAL

- UNKEL, L. y otros autores. "El desarrollo urbano de México".  
El Colegio de México. México.
  
- WEBER, M. Editor. "Indagaciones sobre la estructura urbana".  
Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

INTERES GENERAL  
 ANTECEDENTES  
 N. NORMATIVO  
 N. ESTRATEGICO  
 N. DE CLASIFICACION  
 N. INFORMACION

X

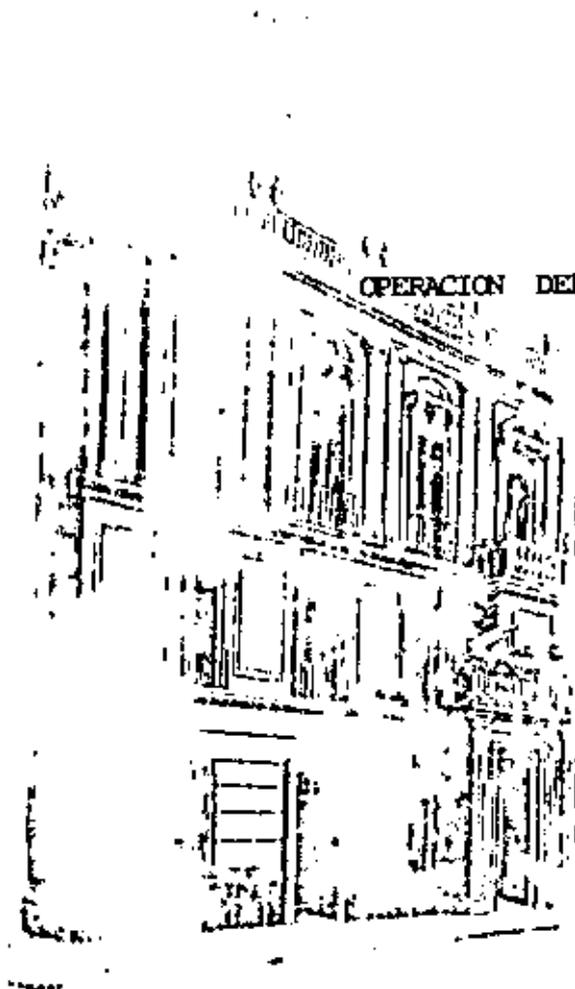
X



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



PLANEACION VIAL URBANA



OPERACION DEL TRANSITO



ING. JORGE SUAREZ RUELAS

DICIEMBRE, 1979.

1

.

## OPERACION DEL TRANSITO

### TIPOS DE CARRETERA

El tipo vía deberá haber sido establecido dentro de la etapa de planeación, y deberá, ser correctamente definido en la etapa de localización. A continuación se presentan las definiciones y pormenores de algunos tipos de vías. Una clara diferencia en las vías es el tipo de control de acceso.

### CONTROL DE ACCESO

El control de acceso es la condición en que el dueño o ocupante del terreno colindante u otras personas tienen acceso a la luz, aire, o vista en relación con una vía y puede ser parcial o completamente controlado por la autoridad.

El control total del acceso, significa que la autoridad que controla el acceso, da preferencia al tránsito de paso proporcionando acceso sólo en las conexiones con caminos seleccionados y prohibiendo los cruces a nivel o la conexión directa con caminos privados o de menor importancia.

El control parcial de acceso significa, que la autoridad que controla el acceso, está dando preferencia al tránsito de paso a un grado que, además de los accesos en la intersección con caminos públicos, pueden existir algunos cruces a nivel y algunas conexiones con caminos privados.

El tipo de vía a construir deberá estar coordinada con el uso local del suelo para asegurar que el grado deseado de control de acceso puede ser conservado a lo largo de los reglamentos de la zona local.

El conflicto que exista entre el servicio efectivo al movimiento de paso y la facilidad de acceso, es que los diversos patrones de los destinos de los viajes, tienen diferentes necesidades y en consecuencia una gran variedad de alternativas de vías a utilizar por ejemplo, la vía expresa en un extremo, limita los puntos de acceso y proporciona mayor efectividad para el diseño de alta velocidad. En el otro extremo, una calle local proporciona acceso a todas las residencias y comercios localizados, sobre la vía. La figura 1 ilustra el movimiento como función del acceso y el papel de los tipos de vías.

Las principales ventajas del control de acceso son la preservación de la capacidad construida de la carretera, la alta velocidad, y el aumento de la seguridad a los usuarios de la carretera. Las calles con accesos completamente controlados, tienen pasos a desnivel en todos los cruces con otros caminos, vías de ferrocarril, etc. y cuenta con un cuidadoso diseño en los accesos y conexiones con los cruces de los caminos, previamente seleccionados.

En carreteras con control parcial de acceso, tienen las mismas características que las de control total, pero se incluyen algunas intersecciones, a nivel con los caminos que cruza, y puede incluir algunos servicios de conexión a los terrenos previamente seleccionados.

La principal diferencia operacional o funcional entre una carretera con o sin control de acceso esta en el grado de interferencia de el tránsito de paso con otros vehículos o peatones al entrar, salir o cruzar la vía. En donde existe control de acceso, las entradas y salidas están localizadas

en los puntos más adecuados, para el tránsito y las necesidades del uso del suelo y están diseñadas para que los vehículos que entran y salen lo hagan con seguridad y un mínimo de interferencia con el tránsito continuo o de paso. Los vehículos son prevenidos a la entrada y salida, aunque no se considera el tipo y la intensidad de desarrollo de las áreas adyacentes al camino, la capacidad de la carretera es mantenida en un alto nivel, y la potencialidad de accidentes se reduce. En donde no existe control de acceso y existen comercios a lo largo de la vía, la interferencia a los lados de la carretera puede llegar a ser un factor de mayor importancia, reduciendo la capacidad de la misma e incrementando los accidentes potenciales.

El control de los accesos y el desarrollo a los lados del camino es una parte integral de control de acceso. En donde las entradas están adecuadamente espaciadas y el volumen de tránsito que hace uso de ellas es bajo, la carretera operará eficientemente; Sin embargo, en donde las entradas son numerosas y tienen volúmenes de tránsito altos, particularmente aquellas que sirvan a establecimientos comerciales e industriales, la capacidad y seguridad de la carretera es adversamente afectada.

Algunos grados de control de acceso se deben conservar en el desarrollo de cualquier carretera, particularmente en una carretera localizada en un lugar nuevo, donde existe la probabilidad de desarrollo comercial. El control de acceso tiene un rango que va desde la regulación de los caminos de entrada hasta el control total. De esto, el grado de control de acceso que es factible o posible sobre una carretera urbana es un factor significativo para definir el tipo de carretera.

## AUTOPISTAS

Una autopista es una carretera dividida con camellón central, utilizada por el tránsito de paso y control total de acceso. Las entradas y salidas a y desde la autopista están diseñadas y espaciadas adecuadamente para proporcionar una mínima diferencia entre la velocidad de la corriente del tránsito continuo y la velocidad de los vehículos entrando y saliendo. Las rampas usualmente, proporcionan acceso entre las autopistas y el cruce a desnivel con otros caminos, lo que viene a formar los pasos en las autopistas. Las autopistas son seleccionadas para corredores de arterias principales las cuales están implementadas para aumentar la seguridad y eficiencia en el movimiento de altos volúmenes de tránsito, a una velocidad relativamente alta.

Las autopistas proporcionan la mayor "velocidad de recorrido", que es una velocidad sobre un tramo específico de carretera (la distancia dividida entre el tiempo de recorrido). La velocidad de recorrido de un volumen bajo de tránsito sobre autopistas urbanas con una geometría adecuada es generalmente de 85 a 95 km/h, y cerca de la capacidad, la velocidad decrece entre 45 a 55 km/h. Los incrementos en los volúmenes de tránsito ocasionan problemas de frecuentes paradas.

### UBICACION DE AUTOPISTAS EN EL PLANO VERTICAL

Los modelos urbanos existentes de carreteras y calles que cruzan el corredor de transporte están usualmente a nivel del terreno. El efecto de la necesidad de pasos a desnivel, origina que una autopista puede ser deprimida, logrando que existan menos pasos, colocándose en una sección de túnel, con el paso sobre esta instalación, o puede ser una combinación de algunas o todas de estas alternativas. En tanto que las autopistas a nivel

del terreno puede ser la mejor selección en áreas poco desarrolladas, las autopistas que atraviesan áreas urbanas desarrolladas, con ubicación a nivel del terreno raramente se justifican debido al gran número de reconstrucciones que se requieren en el cruce con otros caminos. La selección de la configuración en la visión del contorno dependerá de algunas variables incluyendo el tipo existente y futuro de desarrollo urbano.

#### AUTOPISTAS DEPRIMIDAS

Una autopista deprimida puede ser flexible a las necesidades del usuario. Requerimientos futuros del tránsito que atraviesa la autopista, pueden ser rápidamente satisfechos con la instalación de estructuras adicionales para el cruce de la autopista con una pequeña o nula interferencia con el tránsito de paso, durante la construcción. Las rampas de una autopista deprimida tienen puntos favorables debido a que la pendiente sube cuando los vehículos deceleran y baja cuando ellos aceleran.

Las ventajas del medio ambiente de una autopista deprimida, incluyen el efecto del espacio abierto que se puede proporcionar con un ancho aceptable de derecho de vía. Un buen paisaje puede lograrse a los lados de una autopista deprimida, asimismo la separación externa puede ser agradable en apariencia, cuando es vista desde la carretera o desde el medio ambiente adyacente. La pendiente propia de una sección deprimida tiende a amortiguar los ruidos indeseables del tránsito y minimiza otras molestias del mismo.

Una autopista deprimida puede también tener algunas desventajas. Desde el punto de vista del usuario y en contraste con una autopista elevada, --

los cruces con otras calles llegan a su término y los vehículos y peatones necesitan frecuentemente pasos superiores. Otra desventaja puede significar el costo del movimiento de tierras, problemas de drenaje, efectos adversos en el nivel freático de agua y la detención de emisiones indeseables del tránsito.

#### AUTOPISTAS EN TUNEL

Las autopistas deprimidas pueden ser construidas como túneles o calles subterráneas para vehículos debido a la topografía y para permitir el uso completo de toda el área superficial para otros propósitos. Estos, en efecto, son de una longitud que puede oscilar desde unos pocos cientos a tal vez unos pocos miles de metros de longitud. Cualquiera de las siguientes condiciones pueden garantizar la construcción de un túnel.

- (1) En donde el derecho de vía es muy angosto y toda el área superficial debe ser utilizada para calles.
- (2) Una intersección muy grande o una serie de intersecciones muy juntas o un patrón de calles irregular o diagonal.
- (3) Patios de vías, aeropuertos y pistas de aterrizaje, requerimientos similares.
- (4) Una topografía inadecuada del terreno, donde un corte puede resultar muy costoso en dinero o para el medio ambiente.
- (5) Parques u otros usos del suelo, actuales o planeados.

Los túneles muy largos requieren de una buena iluminación y sistema de ventilación y una especial atención a los problemas de operación. Los túneles mejoran la calidad visual de las áreas adyacentes, ya, que el tránsito y las

estructuras de la autopista están fuera de la vista, pero la calidad visual desde el punto de vista del usuario puede ser reducida, debido a lo desagradable y a lo limitado de esta.

### AUTOPISTAS ELEVADAS

Una autopista elevada está localizada, ya sea sobre un viaducto o en un terraplén. La pendiente de las rampas, aunque pueden ser menos favorables en la dirección vertical que una autopista deprimida, pueden ser diseñadas adecuadamente para cambios de velocidad con longitud apropiada. Una elevación continua sobre un viaducto puede ser apropiada cuando existan restricciones en el derecho de vía a nivel del terreno, nivel freático muy alto, utilización en gran escala de la parte baja de las estructuras, conservar el trazo de las calles cercanas u otras circunstancias, que hacen imposible la construcción deprimida o construcción en terraplén indeseable o antieconómica. En una autopista elevada una estructura requiere un derecho de vía menor que una autopista deprimida. Una autopista elevada con calles laterales y rampas paralelas en el lado exterior, la estructura puede requerir un derecho de vía comparable al requerido en una autopista deprimida con muros de retención, pero la estructura elevada permite mayor espacio para las calles a nivel.

Desde el punto de vista del medio ambiente, las autopistas elevadas proporcionan una barrera visual que puede ser objetable en ciertos casos. Debido a que la visibilidad desde las áreas adyacentes y la apariencia de la estructura particularmente en la parte inferior, requiere cuidadosa atención en la ubicación y diseño para que sea compatible con el medio ambiente. En algunos casos, sin embargo, un diseño cuidadoso de una autopista en viaduc

to puede lograr una integración de la vía al paisaje de la ciudad. Una autopista elevada sobre un terraplén puede presentar una barrera visual que es deseable entre usos incompatibles del suelo. Sin embargo, en una zona residencial o comercial, una autopista elevada construida sobre un terraplén puede ser una barrera indeseable por su visibilidad en la circulación vehicular y de peatones.

#### AUTOPISTAS A NIVEL DEL TERRENO

Para lograr un paisaje adecuado en una área urbana poco desarrollada, una autopista a nivel del terreno, puede tener una ventaja decisiva. En donde existen carreteras y las calles que cruzan son pocos los pasos con otras vías pueden ser más económicos ajustando el cruce, ya sea arriba o abajo del nivel de la autopista. Este método permite que el alineamiento de la autopista se adapte más a la topografía existente pero incrementa la necesidad de cortes y rellenos para ajustar los cruces con los caminos. Una autopista a nivel del terreno puede vencer algunas de las desventajas medioambientales de las autopistas deprimidas y elevadas. Las autopistas a nivel del terreno reducen o eliminan los problemas de barreras visuales, asociados frecuentemente con autopistas elevadas, pero permanecen las barreras a la circulación del tránsito. Problemas de excavación, servicios, nivel freático, que se encuentran en autopistas deprimidas son igualmente reducidas o evitados.

#### COMBINACION DE AUTOPISTAS

Una combinación de cualquier número de alternativas para la localización de autopistas en el plano vertical, pueda ser una buena solución. Cada segmento puede ser localizado de acuerdo con sus méritos con una transición -

entre ellos que sea adecuada.

#### LOCALIZACION DE AUTOPISTAS EN EL PLANO HORIZONTAL

La configuración básica de una autopista, está compuesta por dos o más carriles para el tránsito continuo en cada dirección, divididos por un camellón central ancho o una barrera central que sea adecuada para ofrecer seguridad, en la operación del tránsito. Algo básico en las autopistas son las rampas que se conectan con otros caminos previamente seleccionados.

#### CALLES LATERALES.

Una calle lateral es una calle local o camino auxiliar que está localizado a un lado de una vía arterial, para proporcionar servicio a la propiedad colindante y en áreas adjuntas para el control de accesos. Las calles laterales han obtenido algunos otros nombres muy comunes como son calles auxiliares, calles de servicio y calles de acceso. El término calle lateral es más común y es utilizado en el presente documento. La función de las calles laterales es el control de acceso a la vía, para el tránsito continuo, proporcionar acceso a la propiedad colindante a la carretera y mantener la circulación del tránsito en el sistema de calles en cada lado de la carretera. En lugar de terminar las calles con un retomo, todas o algunas de ellas pueden conectarse dentro de las calles laterales. Una calle lateral también nos aumenta una flexibilidad substancial para la operación de una autopista, incluyendo el uso de una ruta alterna para el tránsito de paso, en casos de emergencia.

### CARRETERAS SEPARADAS

Las alternativas para el alineamiento horizontal pueden ser obtenidas del concepto de carreteras separadas. El camellón central de la autopista podrá ser demasiado ancho para permitir la preservación de áreas naturales o limitar el desarrollo urbano entre los cuerpos principales. La separación externa entre las calles laterales y los carriles principales podrá ser demasiado ancha para permitir varios tipos de usos del suelo. Las carreteras separadas pueden tener aplicación a lo largo de un desarrollo urbano, por ejemplo cuando existen calles que son convertidas a calles laterales. Las carreteras separadas pueden ser diseñadas para integrar áreas urbanas con poco desarrollo, en coordinación con una planeación urbana adecuada.

### CARRETERAS DE FLUJO REVERSIBLE

Una carretera de flujo reversible proporciona uno o más carriles en los cuales el tránsito puede ser reversible. Una autopista de flujo reversible deberá ser considerada como una carretera de carriles múltiples, en donde existe una distribución direccional dominante, en un 65 - 35%, del tránsito durante las horas de máxima demanda. La capacidad de la vía, puede ser incrementada asignando más de la mitad de los carriles a la dirección del tránsito predominante. Por ejemplo, cuando existen 8 carriles, 5 se pueden operar en una dirección y los otros 3 en el sentido opuesto, para un flujo inbalanceado del tránsito. Luego, la capacidad de los 8 carriles llega a ser equivalente a la sección balanceada de 10 carriles para la mañana y períodos de máxima demanda en la tarde.

### CARRETERA DIVIDIDA

Una autopista dividida deberá considerarse cuando se requieran más de ocho carriles y la distribución direccional es tal que un carril reversible no se aplica. Normalmente, el tránsito deberá usar los carriles externos para entrar y salir de los carriles para tránsito rápido. En donde existe una mayor generación de tránsito, tal es el caso de una zona de negocios, en donde una conexión desde los carriles para el tránsito rápido a un sistema de calle local puede ser deseable.

### CALLES ARTERIALES

Una calle arterial es un término general que se usa para designar a una vía primaria para el tránsito continuo, usualmente sobre una ruta continua. Las calles arteriales cubren el rango entre las autopistas y calles locales. Los cruces con otras calles son a nivel llamándose intersecciones pero algunos cruces pueden estar cerrados, ya sea completamente o con vueltas a la derecha solamente.

La calle arterial dividida con pocos o ningún acceso privado, algunas veces llamada una vía expresa a nivel. Otras alternativas incluyen la calle arterial dividida permitiendo el acceso privado, y la calle arterial sin camellón. Las calles arteriales proporcionan velocidades de recorrido para un flujo interrupto, de 40.0 a 70.0 km/h en volúmenes bajos. Las calles principales, algunas veces clasificadas como vías expresas a nivel, proporcionan velocidades de recorrido de 55.0 a 70.00 km/h para volúmenes bajos, y de 40.00 a 55.0 km/h, para volúmenes cerca de la capacidad. Similar a las autopistas, el incremento en el tránsito en calles arteriales cercano al nivel "E" resultan

operaciones de paradas frecuentes. Generalmente, las condiciones de flujo interrumpido son comunes dado la frecuencia de intersecciones. Pero con una buena sincronización de semáforos, la velocidad de viaje puede aproximarse a la velocidad de recorrido.

La existencia de cruces con otras calles rara vez puede ser determinada a lo largo de las calles arteriales sin interrumpir el patrón común de tránsito. Sin embargo, es deseable una reducción en las interferencias con calles a cruzar. A un grado factible el cruce con otras calles deber ser modificado, ya sea en el trazo y en la adaptación de aparatos para el control del tránsito para dar preferencia al tránsito de la calle principal. Generalmente, cuando la distancia entre intersecciones es más grande, menor es la interferencia entre el tránsito de frente y el tránsito que cruza o dá vuelta. Como conclusión, estas escasas intersecciones tendrán una fuerte concentración de vehículos y se requerirán carriles de vuelta para alojar el tránsito que desea girar, ya sea a la derecha o la izquierda desde la carretera principal. Aunque todos los accesos a mitad de cuadra pueden ser eliminados, la conexión de accesos en cada cruce con otra calle puede resultar, sin embargo, en frecuentes intersecciones. La operación del tránsito continuo a una velocidad aceptable para una calle principal de doble sentido de circulación, no puede ser alcanzada con sincronización de semáforos a menos que el espacio entre las intersecciones sea de 300 m ó más. Las intersecciones intermedias deberán ser controladas con señal de alto.

Entre calles que se intersectan, el control de acceso es deseable, desde el punto de vista de la circulación continua. Por el otro lado, el servicio al -

tránsito generado en las cercanías, puede ser una función importante de una calle arterial. En la mayoría de los casos, el control parcial de acceso es acompañado por la limitación del número y ancho de las aberturas para los caminos de acceso y por aplicaciones de control sobre el espaciamiento entre dichos caminos. Existen situaciones en las cuales algunas vías pueden ser eliminadas debido a la relocalización del cruce con otras calles o camellones.

Sobre calles arteriales de carriles múltiples, un camellón central puede servir para control de acceso, separando las direcciones opuestas de viaje y proporcionar protección para las vueltas izquierdas. Un camellón central elevado puede ser usado para eliminar los movimientos de vuelta izquierda y los provenientes de los accesos privados. Pero pueden ser necesarias algunas aberturas en el camellón central a mitad de cuadra para servir al tránsito generado, una política bien definida por la autoridad local sobre aberturas en el camellón central, deber ser establecida y uniformemente administrada.

Donde las vueltas izquierdas son necesarias sobre calles arteriales de carriles múltiples, un carril central se puede utilizar para el uso exclusivo de las vueltas izquierdas en ambos sentidos en lugar de un camellón elevado.

Dos calles paralelas de un sentido de circulación, adyacentes o separadas por algunas cuadras, pueden lograr una operación adecuada, en efecto, es una vía dividida con un camellón central de una cuadra o más de ancho. Los caminos ampliamente separados ofrecen más posibilidades para adaptar la vía expresa a la comunidad debido al reducido espacio de una carretera individual comparado con el espacio necesitado por dos carreteras una al lado de la otra. También, el ruido y las grandes emisiones son algo más dispersas, así como -

la congestión del tránsito en las terminales de las rampas. Un sistema de calles con operación de un sólo sentido y alternado, tiene una gran aplicación, particularmente en zonas centrales de negocios con calles estrechas. En la mayoría de los casos, las calles de un sólo sentido tienen una capacidad alta y menor riesgo de accidentes que las calles de doble sentido de circulación.

### CALLES COLECTORAS Y LOCALES

Las calles locales y colectoras completan la red vial. La ubicación de estas calles tienen una fuerte influencia sobre la localización de las arterias. El principal objetivo de la planeación y ubicación de una calle local y colectoras es el de proporcionar acceso a la propiedad colindante y hacer que el tránsito de paso sobre calles colectoras y locales sea mínimo. Estos objetivos no pueden ser alcanzados a menos que el sistema arterial este adecuadamente localizado.

El trazo de un sistema de calles colectoras y locales, establece un patrón de transportación local y uso del suelo que es difícil modificar. Consecuentemente, el proceso de lotificación o subdivisión del suelo deberá ser sujeto al menos a un mínimo de regulación y control para servir las necesidades del transporte local en armonía con la comunidad en conjunto. Los reglamentos del gobierno para lotificación son compatibles con normas de diseño y normas de mejoramiento mínimo, aparte algunos beneficios tangibles al tránsito han sido derivados de la regulación de la subdivisión asegurando una satisfactoria disposición de calles, cuadras, lotes y construcciones;

por el adecuado tamaño y forma propia de las construcciones del lugar, por la necesidad de estacionamiento adecuado fuera de la calle, no solamente para los dueños de las casas o inquilinos sino también para los visitantes, y por la adecuada colocación de la calle en el ancho del derecho de vía. La figura 2 indica algunos de estos principios básicos de subdivisión del suelo que tienen una orientación directa en la localización de calles colectoras y locales. La figura 2a ilustra el área que va a ser desarrollada. Algunos lotes adyacentes de las intersecciones principales han sido colocados a un lado - para el desarrollo comercial y un lote largo cerca del centro que ha sido reservado para una escuela. La figura 2b muestra la misma área desarrollada como una unidad habitacional, el derecho de vía deberá ser comprado para una futura intersección (paso a desnivel). El número de calles colectoras y locales que se intersectan con arterias principales deberá ser reducido al mínimo posible para aumentar el flujo de tránsito y reducir el movimiento peligroso. Los retornos de calles deberan ser evitados excepto para necesidades de desarrollo futuro de la propiedad adyacente. Los lotes deberán tener solamente un sólo frente excepto cuando se localicen en calles de acceso controlado. La figura 2c muestra una subdivisión típica en la esquina inferior a la derecha de la sección de la figura 2b. El derecho de vía adicional para la arteria principal, observado a la derecha de la figura fué preservada en el momento de realizar la lotificación. En donde quiera que sea posible, todas las calles colectoras y locales deberán lograr intersecciones en ángulo recto para reducir el movimiento peligroso. La línea de los lotes deberán ser perpendicular a la calle o a la tangente de una calle curva. Un mínimo de 60.0 m en profundidad

es recomendable para lotes con frente a las arterias principales, de tal forma que permita a las construcciones estar más retiradas de la acera y amortiguar los ruidos y peligros de la vía. Una mejor solución es colocar los lotes de tal manera que queden con frente a calles de servicio local paralelas a la calle principal. La figura 2 d ilustra un centro comercial cerca de un intercambio (paso a desnivel). La operación del tránsito en el paso a desnivel debe ser considerada cuando sea localizada la entrada al centro comercial. La entrada debe ser ubicada más allá de la transición gradual de la rampa a la salida de la autopista.

#### ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION

La localización de las alternativas se hace por medio de prueba y error. El primer paso es identificar los puntos principales o sea los puntos de control para que el corredor localizado pueda ser trazado. Un corredor localizado es una franja de terreno a través de la cual una carretera puede ser construída para satisfacer las demandas del tránsito y las consideraciones medio ambientales de la comunidad a través de la cual pasa. Los principales puntos de control del área en estudio pueden incluir aspectos tales como calles que tengan necesidad de ser intersectadas, aspectos históricos y arquitectónicos, parques y áreas de recreación, áreas residenciales e industriales. El volumen de tránsito y las líneas de deseo son también elementos importantes para determinar la localización de una vía. El ancho de la localización del corredor depende del tipo de carretera que está siendo estudiado y del área a través de la cual pasará. Para una autopista urbana, el ancho del corredor puede variar desde 500 a 1500 m en áreas desarrolladas, así como de 1.5 a 5.0 kilómetros, cuando el trazo está en áreas suburbanas. Para ca-

lles locales y colectoras, el ancho del corredor es considerablemente menor. Los estudios de localización frecuentemente incluyen varias localizaciones del corredor. Un ejemplo puede ser cuando una vía expresa o autopista, está siendo considerada para llevar tránsito alrededor o a través de una ciudad. En este caso puede ser factible tres corredores principales; el paso por ambos lados de la ciudad y una ruta a través del centro.

El paso siguiente en el proceso de la localización es colocar unas líneas de prueba dentro de o los corredor (es) seleccionado (s). Los factores que necesitan ser considerados para cada alternativa de localización incluyen: requerimientos del movimiento del tránsito y costo del derecho de vía, construcción de la vía y efectos en lo social, económico y de medio ambiente sobre la comunidad. Las alternativas de localización son comparadas con los Planes Directos de la comunidad y realizar los cambios donde sea posible. Se dibujan los contornos para los alternativas y se hacen ajustes en el alineamiento horizontal y vertical para acomodarse a las condiciones físicas impuestas, por ejemplo, facilidades para la comunidad del tipo, histórico, educacional o recreacional. También, son necesarios los contornos sobre las alternativas de rutas para determinar la factibilidad de construcción de cada alternativa. La selección inicial de algunas alternativas de localización es sólo el principio; las alternativas o modificaciones adicionales se hacen en el lugar de construcción. El proceso de localización debe estar en continua interacción con la planeación, localización y diseño.

## ELEMENTOS PRIMARIOS DE UBICACION

La figura 3 es un ejemplo hipotético de un estudio de ubicación de ruta en una zona desarrollada de una gran ciudad. Están siendo estudiadas tres alternativas de ubicación dentro del corredor establecido. El uso del suelo es indispensable, en el proceso de localización. También, los principales puntos de control que afectan la ubicación deben ser indicados en un mapa. La información general debe ser reunida para cada alternativa revisando la relación con el uso existente del suelo. Por ejemplo, en el lado izquierdo de la figura 3, la alternativa bordea una área industrial a su derecha y un parque y una área residencial a su izquierda. A medida que continúa la línea pasa de áreas, residencial, comercial y residencial en ese orden. Casi al centro de la figura las alternativas A y B pasan junto a una universidad por su derecha y un parque a su izquierda. Luego el trazo continúa a través de una área residencial que esta parcialmente bordeada por un parque sobre su izquierda. El mismo tipo de información es utilizada para las alternativas B y C. La impresión inicial de esta revisión general puede ser que la alternativa C es superior a la A y B y esto se debe a los usos existentes del suelo. La única dificultad aparente puede estar en la vecindad con la universidad. Como la ubicación esta en proceso de desarrollo, se debe usar un mapa con una escala mayor para mostrar las residencias, negocios, edificios educacionales e industriales que podrán ser tomados o materialmente afectados por cada alternativa de ruta.

Aunque no es determinante, el servicio al tránsito es un factor decisivo en la ubicación de la ruta. Otros factores que se toman en cuenta son, medio ambiente, económicos, sociales.

Ejemplos simplificados de los primeros pasos se muestran en el proceso de localización que se indican en la Figura 4 . A continuación se describe el proceso y los principios de ubicación de una nueva autopista a lo largo de un corredor urbano, pero la secuencia y los conceptos presentados tienen aplicación general para la ubicación de otros tipos de vías sobre alineamientos nuevos, mejorados o existentes.

En la figura 4 , fué usado un mapa a escala, para describir los primeros pasos del proceso de localización. Sin embargo, en la práctica, se usan mapas a diferentes escalas para una mejor ilustración de los detalles de cada paso.

Comunmente las escalas en los mapas se mencionan después, para la descripción de cada paso del proceso de localización .

- ( 1 ) Se obtienen los límites generales del corredor y la asignación del volumen de tránsito dentro del proceso de planeación. (Escala del plano 1:2500 a 1:10 000).
- ( 2 ) Desarrollar el alineamiento inicial para el movimiento del tránsito continuo, escala (1:2500 a 1:10 000)
- ( 3 ) Delinear los movimientos de vuelta y luego el tipo de intersección para cada cruce, (escala 1:500 a 1:5000)
- ( 4 ) Localizar el número de carriles que se necesitan para los movimientos de frente y de vuelta. Este paso es básicamente un paso de diseño, pero una estimación preliminar del número de carriles es requerida para determinar si la sección transversal de la carretera es compatible con el área disponible para su construcción y estimar los costos del derecho de vía. (escala 1:500 a 1:500)

A continuación se mencionan los principios generales para la ubicación de vías.

### ASIGNACION DEL TRANSITO

La asignación del tránsito pronosticado, fué un paso esencial en el proceso de planeación que conlleva a la definición de un sistema de carreteras urbanas, - las cuales un segmento de la carretera es una parte en análisis. El servicio de los volúmenes asignados y estimados del tránsito (figura 4) los cuales son un control adecuado, para la ubicación de la carretera dentro del corredor. El volumen de tránsito a ser servido determina el tipo de vía requerida, en tanto que las líneas de deseo del tránsito indican la ubicación óptima. Todas las mejoras de una carretera importante, deberán ser sobre el tránsito proyectado de 10 a 15 años, para presentar un servicio adecuado en el presente y en el futuro.

El objetivo fundamental de la ubicación es de proporcionar un nivel adecuado de servicio al tránsito dentro de los límites físicos del recorrido. Para proporcionar un nivel adecuado de servicio al tránsito, la ubicación dentro del recorrido deberá ser continua, libre de curvas abruptas y tan directa como sea posible, en general deberá estar alineada de acuerdo con las líneas de deseo del tránsito indicadas para el tránsito pronosticado. Las rutas deben estar ubicadas cerca de los principales generadores del tránsito. Las intersecciones deberán proporcionar movimientos en los lugares de mayor demanda y a las direcciones que servirá de acuerdo a los movimientos predichos.

El tránsito que usará la futura carretera urbana o el mejoramiento de la misma; ya sea el tránsito desde las calles existentes y el que es generado, depende

de la ubicación, el tipo de facilidad y los puntos de acceso. Una autopista con flujo libre atraerá tránsito desde distancias considerables. Un gran porcentaje del tránsito del corredor usará este, aunque la distancia entre el origen y el destino sea mayor que en otras rutas, debido principalmente al tiempo ahorrado. Algunos conductores o choferes escogerán una autopista con tránsito libre cuando el tiempo de recorrido sea menor. El confort y la conveniencia de conducir sobre una vía con flujo libre es una fuerte atracción. Donde no existe completamente flujo libre, como es el caso de una calle arterial, esta atracción es menor y pocos choferes se salen de su camino para usar ésta.

Por lo tanto entre mejor sea el tipo de carretera puede ser ubicada más lejos de la línea general de deseo de los viajes indicados por las proyecciones del tránsito. Una autopista puede ser ubicada a alguna distancia de la línea general de deseo, pero una calle arterial, debe estar cerca si la calle es para servir un propósito funcional.

Deberá realizarse un estudio para definir si el segmento de la carretera es una ruta nueva o el mejoramiento de una ya existente. El mejoramiento de una ruta existente puede proporcionar un servicio más directo, debido a la mayor generación de tránsito que está establecida y el desarrollo a lo largo de esta ruta. Sin embargo, la magnitud de las necesidades de mejoramiento, y principalmente el costo de adquisición del derecho de vía puede justificar una carretera en una ubicación nueva algo separada de las líneas de deseo existentes. Frecuentemente, esta disyuntiva, de ubicación nueva o actual, requiere desarrollos de ambas alternativas y análisis detallados de cada una.

La factibilidad de manejar el tránsito durante la construcción puede influenciar la ubicación de la carretera urbana, y en todos los casos deberá considerarse la ubicación dentro del corredor. La necesidad para tener un nivel adecuado de servicio del tránsito durante la construcción tiende a favor de una nueva ubicación, en tanto que la necesidad para un servicio óptimo sobre las líneas de deseo, tiende a favor de un mejoramiento de la vía existente.

### LOCALIZACION

Una vez que las asignaciones del tránsito y la ubicación de los principales generadores de tránsito son conocidos en el corredor, una línea o líneas de prueba, para los movimientos continuos pueden ser indicados en un mapa del corredor o corredores para el tipo de vía escogida. El ejemplo de una línea de prueba a través de los corredores seleccionados es mostrada en la figura 4b. Esta línea de prueba es llamada algunas veces esquema o plan preliminar. La línea inicial de prueba deberá conectar la topografía y los puntos de control desarrollados así como conformar a la dirección general de los deseos del tránsito de paso. Un método para dibujar la línea inicial es conectar los puntos de control con líneas rectas y luego en los puntos de intersección usar curvas horizontales para cambiar suavemente de dirección. Otro método para trazar la ubicación inicial es usar una regla flexible para dibujar curvas. La curvatura máxima horizontal y vertical de la línea inicial, determinada por la distancia de visibilidad disponible, es dependiente de la velocidad de diseño. Una velocidad tentativa de diseño deberá ser seleccionada al inicio en el proceso de la ubicación y en desarrollo acordado del alineamiento horizontal.

El problema de disminuir la velocidad del automovilista antes de que él salga sobre las calles locales es común a todas las autopistas. Un tipo similar de problema existe cuando la transición desde un diseño de alta velocidad a uno de baja velocidad suceda en una autopista, los cuales se presentan en las autopistas que tienen accesos al área urbana. La experiencia ha demostrado que en algunos casos el cambio de diseño ha sido muy abrupto o brusco. La velocidad límite se puede reducir, auxiliandose de señales restrictivas, pero el automovilista puede no tener otro estímulo visual de tal forma que deba disminuir su velocidad. Para un automovilista, la diferencia en apariencia entre un diseño para un viaje a alta velocidad y una vía diseñada para velocidades moderadas puede ser tan insignificante que no se note. Cuando se cambia la velocidad de diseño de la autopista desde una velocidad alta a una mayor, la reducción debe ser transitoria en algunos kilómetros para minimizar el problema de la sobreestimación de los conductores para la velocidad a la cual está diseñada la carretera. Cuando las variantes de las curvas, se introducen progresivamente, el automovilista está siendo avisado que las características de la carretera se están modificando y es inducido a bajar a una velocidad segura. Los cambios bruscos en el diseño de caminos deben ser omitidos. La construcción de curvas horizontales dentro de otra forma de alineamiento en tangente para propósitos de transición de velocidad puede ser un aspecto de seguridad para la carretera. Sin embargo, para toda alternativa de ubicación, se debe hacer un esfuerzo para mantener un buen diseño, sujeto a las limitaciones económicas y de medio ambiente.

## TRAZO DE PASOS E INTERSECCIONES

La selección de los pasos con otros caminos que se cruzan se hace usualmente en ó en seguida del trazo inicial. Sin embargo, existen algunos ejemplos en los cuales el lugar del paso dictará la ubicación de la ruta. Las asignaciones del movimiento del tránsito dando vuelta hecho en el proceso de planeación, refleja que en tanto el sistema de calles y los cambios dentro de él, son determinantes de cruces a conectar. Las buenas condiciones operacionales de un carril principal favorecen ampliamente las conexiones espaciadas, uniformidad del diseño de las intersecciones de la carretera, y continuidad del tránsito de paso.

## ESPACIAMIENTO

El espaciamiento entre las conexiones con caminos deberá acomodar con seguridad combinaciones de maniobras, tales como divergencia y convergencia sobre autopistas y estas mismas maniobras más movimientos de vueltas y semáforos sincronizados sobre calles arteriales y locales. En suma, el espaciamiento entre pasos deberá ser suficiente para proporcionar buenas señales direccionales. Las condiciones operacionales usadas para determinar el espaciamiento están relacionadas a la función de la vía que determina el área a ser servida. Las redes existentes de cruces pueden no conformar el espaciamiento deseado, pero existe una posibilidad de reubicación de un cruce o puede ser necesaria la construcción de una conexión alterna para efecto del espaciamiento deseado y mejorar la operación del tránsito. Cuando las consideraciones de espaciamiento, requieren cambiar los cruces, estos se hacen en el proceso de planeación, esta información es retroalimentada a la fase -

de asignación del tránsito del proceso de planeación y se hacen nuevas asignaciones. La figura 4 c indica los cruces seleccionados para previsión de movimientos de vueltas.

Para carreteras ubicadas con un adecuado trazo o en un nuevo desarrollo, se deberá intentar incrementar el espaciamiento entre cruces. El incremento de las distancias entre cruces generalmente aumentan las operaciones del tránsito sobre la carretera. Sin embargo, para mejoramientos de calles existentes en áreas desarrolladas, el espaciamiento de cruces es controlado usualmente por la traza vial existente.

En este punto, el impacto de tránsito, capacidad y patrones de circulación local sobre el sistema existente de calles deberá ser evaluado. Pueden ser necesarios mejoramientos en calles locales para acomodar las concentraciones del tránsito, dados los movimientos de vuelta debidos a la nueva facilidad.

Con el alineamiento general aproximado y la localización de los cruces, el siguiente paso, es proporcionar el trazo para los movimientos de vuelta logrando un alto nivel de servicio para el tránsito de paso, así como servir al tránsito que está dando vuelta. El propósito de la carretera, deberá ser el de proporcionar carriles adecuados y facilidades para los movimientos de vuelta, conduciendo a un alto nivel de eficiencia y seguridad. Esto puede ser logrado al proporcionar un diseño uniforme para movimientos de vuelta y para la ruta continua.

#### UNIFORMIDAD

La seguridad y eficiencia son posibles, cuando el conductor conoce las situaciones que le preceden, logrando conducir su vehículo adecuadamente. Las reacciones bruscas y peligrosas se presentan más frecuentemente cuando el conductor se enfrenta con lo inesperado. Un simple y extremadamente impor-

tante principio de servicio al tránsito, es que el conductor debe conocer suficientemente el carril de tránsito por el cual viajará. Esto es especialmente crítico en áreas urbanas debido a las carreteras de carriles múltiples y a los cortos espacios para decisión.

Los diseños apropiados de señales y marcas para el tránsito, son una medida muy necesaria para presentar al conductor la información necesaria para ayudarlo en la decisión de su propio carril. Pero las señales son solamente un auxilio; la configuración de un carril diseñado adecuadamente debe percibirse primero.

Los movimientos de salida y entrada para altas velocidades, pueden realizarse por la izquierda o derecha. Sin embargo, la uniformidad práctica, logrando que la situación inesperada sea mínima, debe de conservarse para todos los movimientos de entrada y salida sobre la derecha. La experiencia ha demostrado que las entradas y salidas del lado izquierdo sobre una autopista son sumamente peligrosas y deben evitarse donde sea posible. La uniformidad en las salidas deberá conservarse en el número de las mismas en cada intersección y por simplicidad deberá existir un sólo carril principal de salida por paso. Sin embargo, para pasos especiales, tal como un direccional completo, puede ser necesario proporcionar más de un carril principal de salida para manejar adecuadamente el tránsito.

La configuración de los posibles pasos permite salidas, ya sea antes o después de los pasos a desnivel, para la uniformidad deseada, deberá existir una relación consistente entre la salida y el paso, cuando sea posible, todas las salidas deberán estar antes del paso.

Cuatro tipos básicos de intercambios que utilizan estos principios de uniformidad son ilustrados en la figura 5. Nótese que para todos los intercambios existe un carril principal de salida desde la autopista, la salida está en la parte derecha y la salida desde la autopista está antes de llegar al paso. Las intersecciones son diseñados para manejar tanto movimientos de derecha como de izquierda, después de cruzar el paso y las salidas del conductor desde los carriles principales de la autopista. Se deberán hacer esfuerzos para evitar localizar los puntos de decisión muy juntos.

Circunstancias especiales pueden requerir cambios de una de las variantes de estos cuatro tipos básicos de intercambio. Sin embargo, deberá intentarse seleccionar los diseños con los cuales se incorpore la uniformidad.

El diamante y el trebol parcial, son tipos aplicados solamente, donde el paso puede tener intersecciones a desnivel. Los entronques en autopistas son acompañados de treboles e intercambios del tipo direccional y variaciones o combinaciones de estos tipos.

El último tipo de intersección, soluciona sólo movimientos de paso. El acceso a el área inmediatamente adjunta al entronque es difícil de lograr. El efecto sobre el servicio al tránsito local deberá considerarse en la ubicación. Sin embargo, existen algunos casos donde puede ser factible desarrollar un diseño con un intercambio local dentro de los confines de una autopista o intercambio de autopistas.

En algunas situaciones, la aplicación consiste en ubicar las entradas y salidas a la derecha, salidas simples y adelante del paso pueden no ser factibles, dado los contrastes económicos o medio ambientales. En donde esto surge, -

se deberán considerar diseños que permitan una transformación futura a la uniformidad deseada. Las señales y otros tipos de control del tránsito, llegan a ser siempre más importantes cuando estos principios de uniformidad no son aplicados.

Es deseable proporcionar rampas para todos los movimientos en cada intersección de la autopista. Las discontinuidades causadas por rampas omitidas provoca la confusión del chofer el cual puede realizar peligrosos movimientos equivocados.

Es deseable que los intercambios de rutas de acceso controlados involucren un cruce directo en lugar de una intersección en "T". La figura 6a ilustra una autopista que interseca con otra con una intersección en "T" y los recorridos que realizan los usuarios en la autopista para una distancia corta antes de desviarse a la vía de dirección opuesta al intercambio en "T". Este tipo de intercambio puede crear confusión a los automovilistas. Donde las condiciones económicas, operacionales y medio ambientales lo permiten, la carretera deberá ser modificada para eliminar los intercambios en "T" y proporcionar un cruce directo como se muestra en la figura 6b.

La necesidad para uniformizar y facilitar la operación es muy importante en las calles, así como en las autopistas. El conductor debe conocer suficientemente el carril de tránsito sobre el cual va a viajar y que decisiones debe tomar. Cada intersección es un punto de decisión y es el lugar donde un vehículo puede tener conflictos con los movimientos de los demás vehículos y de los peatones. La ubicación y configuración de las intersecciones es por consiguiente una situación que minimiza la magnitud y características de los

conflictos y simplifica al conductor la decisión de la selección de la ruta.

Sobre cualquier sección dada de una carretera, el volumen de tránsito sobre las calles que se intersectan varía desde una cantidad menor a un volumen igual o mayor que el tránsito esperado sobre la ruta que está siendo ubicada. Para calles arteriales, el volumen de tránsito en la mayoría de las calles a cruzar tendrá un rango menor del volumen de tránsito. Es necesario tanto como sea posible, desarrollar un tratamiento estándar de la intersección, el cual variará solamente de acuerdo al volumen de las calles a cruzar. La eliminación de vueltas izquierdas a lo largo de una calle arterial es una medida para ofrecer uniformidad. Para mantener la uniformidad deseada, se deberá desarrollar una norma y aplicarla constantemente en el control de accesos a la mitad de la cuadra o en las intersecciones.

#### CONTINUIDAD

Mientras que la uniformidad en el trazo de la salida en una intersección y los movimientos en la intersección proporcionan seguridad y eficiencia para el conductor que sale, siendo necesario además para el conductor que va de paso. Idealmente, al conductor de tránsito de paso deberá viajar más suavemente y naturalmente en su carril sin tener problemas con los puntos de decisión.

Para la continuación de una ruta de paso, deberán existir al menos dos carriles que continúen a través de la ciudad sobre la ruta designada. Esta medida de escoger carriles de paso deberá de continuarse por toda la vía.

Es deseable dar continuación del carril principal, y se difencie de cada salida desde la autopista, como se muestra en la figura 7. En donde las ramas de -

una intersección divergen, es preferible colocar la ruta de paso y el volumen de tránsito mayor sobre la izquierda. Sin embargo, es también deseable orientar el diseño, en tal forma que la autopista que tenga ramas a la derecha, estén así es decir a la derecha del punto de divergencia.

El movimiento natural del conductor deberá ser el de continuar sobre los carriles de paso. Las salidas de carretera deberán ser cuidadosamente diseñadas, para evitar distracciones a los conductores de paso. Un ejemplo es mostrado en la figura 8.

Por facilidad en todas las vías deben aplicarse los principios de continuidad. La canalización y otros elementos de diseño deberán lograr que el movimiento natural para el conductor sea de continuar sobre la ruta designada.

En la figura 4, la prueba de ubicación inicial debe complementarse escogiendo el tipo de intersección que proporcione uniformidad y continuidad. La uniformidad y continuidad de intercambios son deseables pero no siempre puede ser el factor absoluto. Las condiciones del lugar intervienen en la selección de una intersección que proporcione uniformidad y continuidad. Donde existan problemas con el derecho de vía, problemas de cimentación u otros factores, una intersección que no sea compatible con estos principios puede ser escogida.

#### NUMERO DE CARRILES

Después de que la línea de prueba y los patrones de movimiento de vuelta, de una carretera son dibujados en el corredor, se deberá estimar el número de carriles. Algunas medidas interrelacionadas tal como la capacidad, nivel de servicio, y volumen de servicio, determinan grandemente el número de carriles.

El término "capacidad" específicamente se refiere al número máximo de vehículos que pueden circular durante un período de tiempo dado sobre una carretera en particular y bajo un conjunto de condiciones específicas tales como demanda del tránsito y aspectos ambientales. La capacidad es expresada en las mismas unidades que el volumen, ambas son medidas del flujo de tránsito. El volumen representa una razón actual del flujo y responde a las variaciones en la demanda del tránsito, en tanto que la capacidad indica la habilidad o razón máxima de flujo que puede circular por la carretera.

El nivel de servicio es un término general que describe las condiciones de operación que un conductor experimentará cuando va guiando sobre una vía en particular. En donde las condiciones de una carretera (características físicas) están fijas, el nivel de servicio de cualquier vía varía principalmente con el volumen.

Un "volumen de servicio" es un volumen de tránsito seleccionado para el diseño de una carretera o para propósitos de operación para un nivel, adecuado de servicio. Cuando este es una base para el diseño se denomina "capacidad de diseño", este volumen está ligado con ciertas velocidades mínimas de operación, densidad máximas de tránsito, o retardos operacionales máximos a lo largo de una sección de una carretera con características físicas uniformes. El volumen de servicio (capacidad de diseño) es escogido para cuando el diseño de la carretera se balancea entre lo económico y el nivel de servicio para el usuario del camino.

Dado un número estimado de carriles, el tipo de carretera, el ancho del derecho de vía necesario para construir la sección transversal de la carretera puede ser estimado. Se deberá estimar el ancho para cada alternativa, el ancho

del derecho de vía de la carretera de tal forma que el área y los mejoramientos que se van a realizar puedan ser localizados. Se sugiere el uso de un ancho constante del derecho de vía para el trazo inicial como se muestra en la figura 9. En muchas áreas urbanas, los límites del derecho de vía requieren ser ajustados para evitar ciertos mejoramientos o ampliarse para comprar en su totalidad los lotes particulares eliminando así la compra en una forma parcial. Los anchos así determinados pueden requerir retro-ajustes en los pasos previos al desarrollo esquemático.

#### MODIFICACION DEL ALINEAMIENTO INICIAL

En muchos casos, la aceptación de una ruta recomendada, pueden depender de la habilidad para diseñar en forma adecuada, es similar a la situación que se presenta con la aceptación de un corredor recomendable que depende de la capacidad para localizar una ruta adecuada a través del corredor. Esta relación secuencial y dependencia, refuerza la necesidad de pensar en planeación, ubicación y diseño en áreas urbanas, como un proceso simple continuo.

Las modificaciones al alineamiento horizontal, son un elemento importante en la ubicación de una carretera. En este punto del proceso, la ubicación, propuesta de la carretera deberá ser revisada para posibles mejoramientos operacionales. Lo adecuado de las operaciones del tránsito, tales como, vueltas, entradas, entrecruzamientos, y movimientos divergentes, capacidad y espaciamiento entre intersecciones, deberán ser evaluados. Frecuentemente, el bosquejo de los movimientos en la intersección y el número de carriles requeridos (figura 4) pueden concluir la necesidad de una modificación en la ubicación

de la intersección o para la eliminación o adición de un entronque que satisfaga el servicio al usuario o consideraciones aparentes del medio ambiente. Supóngase, en el ejemplo mostrado en la figura 4, que el espaciamiento de los dos intercambios a la izquierda de la figura, no es el adecuado para proporcionar los movimientos de convergencia, entrecruzamiento y divergencia. Antes de la reubicación o eliminación de una intersección, se deberán probar varios tipos de entronque para la ubicación seleccionada, y así mejorar las operaciones del tránsito. Para la ubicación de una carretera en particular mostrada en la figura 4, en donde el tipo de intersección alterno no mejoró la situación, existe la necesidad de revisar la ubicación del entronque. En tal caso, el estudio se regresa al primer paso del proceso de ubicación y se realiza un ajuste a la asignación de tránsito de acuerdo a la nueva localización. La figura 10 ilustra los resultados de tales revisiones de las intersecciones. De nuevo se debe evaluar la operación del tránsito de acuerdo a los propósitos de la carretera. Si las operaciones del tránsito no son satisfactorias, puede ser necesario hacer otras modificaciones en el entronque, antes de continuar en la fase siguiente del proceso de ubicación.

#### CALIDAD VISUAL

La visión es el principal sentido que conecta al usuario con la carretera. Las habilidades y limitaciones de los ojos del conductor son entonces un factor - sumamente importante relacionado con la ubicación y diseño de una carretera. La visual del conductor, le ayuda a percatarse de otros vehículos de los accesos de la carretera y es vital para la seguridad de los usuarios de la misma. Esta es la razón por la que la distancia de visibilidad y la velocidad de diseño

son parámetros importantes en la ubicación de la carretera. La seguridad proporcionada al usuario de la carretera depende de la comprensión visual de la misma y sus elementos por parte del conductor, cuando se encuentra en movimiento o parado, tanto en el día como en la noche. Puede ser necesaria la iluminación artificial para facilitar el flujo del tránsito, incrementar la seguridad del mismo y auxiliar o reducir la criminalidad. En suma, la satisfacción de los deseos del usuario de comodidad, conveniencia y armonía, dependen de las facilidades de visibilidad proporcionadas por la carretera y sus cercanías.

La experiencia visual del conductor no es estática, si no más bien dinámica. Las limitaciones y habilidades de los ojos están relacionadas con la velocidad del viaje.

#### VISION EN MOVIMIENTO

Las imágenes de cada objeto alrededor del conductor están en movimiento. Los objetos más cercanos tienen el movimiento aparente más rápido. Los objetos a una distancia media pueden ser observados solamente por un tiempo corto. Los objetos distantes o sea la línea del cielo y el horizonte, si la carretera está orientada hacia ellos, pueden ser observados por un período largo. Una persona con una agudeza visual normal puede distinguir un objeto, el cual subtiende un ángulo visual de un minuto. A 300 m, este objeto será de solamente 9 cm. El ojo es capaz de distinguir objetos ubicados en un ángulo de 4 segundos con una precisión adecuada, considerándose como condiciones ideales. Enfocando los ojos a una distancia de 300 a 600 m adelante, el conductor basa constantemente sus decisiones en la observación de objetos y ángulos de estas magnitudes.

En consecuencia; a medida que el conductor aumenta su velocidad, debe aumentar su concentración. Esto llega a ser cada vez más peligroso para observar - objetos irrelevantes y la concentración se llega a fijar sólo hasta los límites laterales del camino. Cuando se aumenta la velocidad, los puntos de concentración del conductor retroceden. El trata de descifrar cualquier condición peligrosa más adelante del camino para tener tiempo de realizar una decisión adecuada. A 40 km/h un conductor tiende a enfocar sus ojos a un punto que se encuentra a 180 m al frente. A 70 km/h a 360 m; a 100 km/h hasta 600 m. Cualquier objeto que llame la atención del conductor estará cercano a los ejes de visión y deberá tener una dimensión adecuada para ser reconocido a una distancia de acuerdo con la velocidad de diseño.

Al incrementar la velocidad, la visión periférica disminuye. A 40 km/h, los ojos del conductor abarcan un ángulo horizontal de cerca de 100 grados. A 70 km/h este se estrecha a casi 65 grados, y arriba de 95 km/h el ángulo es menor a los 40 grados. Esta restricción, algunas veces llamada "visión de túnel" es similar a la forma de restricción perceptual usada para hipnotizar y dormir psicológicamente, vencer la monotonía significa inducir al conductor a ejercitar los músculos de sus ojos, de lado a lado, de arriba a abajo, de cerca a lejos.

Las curvas horizontales, mueven los puntos de concentración del conductor tanto en el sentido longitudinal como en el sentido transversal, son una de las medidas para evitar la monotonía y la tendencia a la hipnósis. El alineamiento horizontal, de igual manera puede ser monótono a menos que exista una variedad dentro de las construcciones a un lado del camino.

Aplicado indiscriminadamente, el alineamiento horizontal puede ser confuso y peligroso. Por ejemplo, para mejorar la visibilidad y seguridad de operación, los accesos a los puntos de decisión, como rampas de las intersecciones e iniciación de los pasos a desnivel, deberán estar sobre tangente. Las señales alovadas, implican flechas para la utilización de carriles, colocadas sobre un alineamiento en curva puede prestarse a una mala interpretación de conducir - sobre ese carril.

Al incrementar la velocidad, los primeros detalles tienden a desaparecer. A 65 km/h, los puntos distantes a 25 m, se definen adecuadamente. A 95 km/h, la distancia es de 330 m, y la percepción de los primeros detalles es inadecuada. A esa velocidad la distancia más lejana desde el punto al cual los detalles desaparecen en el frente del punto de concentración es de cerca de 520 m, requiriéndose sólo 20 segundos para recorrerla.

A medida que la velocidad se incrementa, el espacio de percepción es proporcionalmente afectado. El espacio y movimiento son percibidos indirectamente por los cambios relativos en los términos y posiciones de los objetos, una mirada al frente del camino a gran distancia sobre una vía angosta, es imposible decidir inmediatamente si el auto viene o va, excepto por indicios indirectos tales como el carril que ocupa, aquí los cambios en su tamaño y posición son muy pequeños. El movimiento de automóviles que viajan en forma paralela y cerca de los ejes de visión no pueden ser definidos más allá de 240 m. A medda que la velocidad se incrementa, el tiempo del intervalo para definir el movimiento de un objeto y llegar frente a él, se reduce. En suma, el con--ductor acostumbrado a la velocidad alta esta sobreestimando su propia velo-

idad. Los pocos indicios que la carretera ofrece para definir nuestra propia velocidad, el más común es perder el sentido del espacio y la velocidad. Si las restricciones laterales están cercanas a la carpeta y son físicamente pali<sup>g</sup>rosas y obstruyen la visibilidad, es aconsejable variar el entorno para tener al conductor en la realidad. Los cambios del entorno puede usarse eficientemente para darle confianza al conductor acerca de su propio movimiento, o simplemente acentuar su movimiento real, y es deseable que la disminuya.

El ojo percibe notables diferencias al conducir, entre los elementos de una carretera de dos carriles de circulación y aquellos que pertenecen a una autopista de carriles múltiples. Tomando como marco visual el parabrisas de un modelo normal de automóvil americano, un conductor con visión promedio recibirá las impresiones visuales indicadas en la figura 11. Así se supone un ángulo visual horizontal de 100 grados, que corresponde a un ángulo que abarca el ojo del conductor cuando va a una velocidad de 40 km/h, un camino recto, similares construcciones o árboles altos de aproximadamente 10 m y los obstáculos propios a los lados del camino compuesto por las edificaciones y árboles. El porcentaje de las figuras muestran la proporción aproximada del campo visual ocupado por el cielo, los lados del camino y el camino.

El espacio visual de un camino definido por sus límites, como son construcciones, árboles o colinas a los lados, la visión del paisaje urbano, por el cielo y el camino mismo. Cuando el camino es ancho, y el cielo domina la visión y el camino incluye un pequeño porcentaje del campo visual.

De acuerdo al ambiente de la carretera se puede derivar su calidad visual principalmente de cuatro elementos.

- 1.- La armonía de las formas y curvas propias de la carretera, ascenso y descenso.
- 2.- El espacio que la carretera y su medio ambiente abarca y como es visto por el ocupante del vehículo.
- 3.- La forma de la franja pavimentada ubicada dentro del total del aspecto urbano.
- 4.- La visión que la carretera ofrece al viajero.

Estas consideraciones pueden ser aplicadas a la ubicación de la carretera para incrementar la seguridad y significa una facilidad, permitiendo al conductor que sea orientado, interesado y alertado, y pueden ser aplicados para aumentar el atractivo visual de la carretera al usuario. La aplicación de los factores anteriores, es recomendable y pueden ser limitados en algunos casos, debido al efecto de otros factores importantes. Todos los factores deberán ser evaluados conjuntamente y buscar la solución más satisfactoria.

#### ORIENTACION AL CONDUCTOR

Las percepciones que el camino le proporciona al conductor lo pueden orientar en tal forma que puede definir donde se encuentra por un reconocimiento de la ciudad y la visión del campo. Un conductor confundido, es un conductor peligroso para él mismo y para los demás. En contraste un conductor informado, es un conductor seguro. El camino, por su ubicación y cambios direccionales, puede hacer posible esta orientación.

El conductor conciente o inconcientemente construye una imagen de su ubicación en el medio ambiente y se ubica dentro de esta imagen. El ubica los as-

pectos principales del medio ambiente y se orienta en relación a ellos. Por medio de las calles, la estructura urbana puede ser adecuada al ojo. Desde el camino, los puentes principales, el horizonte de las construcciones altas, riberas de los ríos y las colinas, proporcionan marcas visuales para la orientación de los conductores.

Dado que el ojo observa en la dirección en que el vehículo se mueve, la continuación de la línea de visibilidad sobre una tangente más allá de una curva es un lugar lógico para ubicar puntos de referencia. Estos puntos pueden ser grandes, como industrias, tinacos elevados o pueden ser colocadas deliberadamente esculturas. La ubicación de la carretera deberá auxiliar al ojo y mostrar al conductor la visión deseada al frente de él y no de los lados. -- Mientras que las curvas horizontales están a propósito para mostrar al conductor los objetos y no distraer su atención después de que él ha entrado a la curva, las curvas verticales encima son más adecuadas para vistas panorámicas del océano, de una montaña o de una visión metropolitana. Las ventajas y desventajas de la ubicación de una vía para ver las marcas u otros objetos deberán ser evaluados en conjunto con otras consideraciones del usuario y medio ambiente.

A medida que una autopista entra a la ciudad, debe presentar la ciudad una forma más interesante. Los ocupantes de los vehículos deberán tener una serie de vistas relevantes de las mejores referencias de la ciudad.

Los movimientos a lo largo del camino se pueden describir como una sucesión de puntos referenciales. Estos puntos focales prominentes a los cuales el observador se aproxima, alcanza y pasa proporcionándole un conoci-

miento significativo de su ubicación. Pueden existir marcas distintas las cuales simbolizan el destino final o un cambio muy pequeño. O pueden existir - objetos muy cercanos a los cuales se puede llegar más rápidamente y dividir el camino en segmentos visuales.

Si una marca no es siempre visible, la ubicación y el diseño de la carretera - puede ser acompañado de tal modo que la señal pueda reaparecer consistente mente, a fin de que el sentido del recorrido se dé. Las señales pueden ubicarse como una sucesión simple, una siguiendo a la otra en una cadena continúa. Un conductor puede pasar una serie de marcas de señales menores - en tanto que a una mayor permanece en el horizonte.

#### MANTENIENDO ALERTA AL CONDUCTOR

La carretera puede estar ubicada y diseñada de tal manera que las opciones de los conductores estén siendo bien orientadas y sean indicadas considerablemente. Similarmente las decisiones en la ubicación pueden ayudar al conductor a alertarse e interesarse logrando así un conductor seguro. Al mismo tiempo que orienta la vista del conductor, debe prevenir la monotonía. Los elementos de la carretera pueden ser diseñados de acuerdo a sus alrededores pueden ser dispuestos para proporcionar una mejor visión, variedad y secuencia; reduciendo las emociones humanas indeseables, tales como: temor, ansiedad y confusión y enfatizar las emociones agradables tales como: placer, seguridad y comodidad.

Una vista panorámica desde una autopista urbana puede ser planeada de tal forma que involucre la continuación de sitios que ubiquen los principales puntos de la ciudad. Esto puede lograrse en el proceso de localización, utilizando

do la experiencia de profesionales, quienes han sido adiestrados en arquitectura y desarrollo de paisajes.

Los puntos son siempre notables y son cortes, túneles, construcciones altas, colinas a los lados, o estructuras tales como puentes o señales. Así cuando se circula por sitios sumamente abiertos principalmente cuando los viajeros - están sobre la cresta de una curva vertical la ciudad poco a poco desaparece y la visión del conductor es orientada hacia el cielo o a un panorama distante. Las sensaciones, son modificadas por la velocidad del viaje, en tal forma que un espacio abierto el cual sea placentero y atractivo a 95 km/h es más pequeño que a 5 km/h.

El diseñador debe usar estos elementos en la formación o configuración de la forma secuencial de la carretera. Esta debe proporcionar continuidad apoyada por sucesiones de espacio, movimiento, orientación y medidas. Un conjunto de marcas visuales puede solucionar esto. La continuidad de memoria puede ayudar, cuando las construcciones de un área conocida como peatón, son reconocidas desde el nuevo punto de vista que se presenta en la carretera, cuando la misma persona es un conductor o pasajero.

El tiempo de atención puede ser considerado como un índice sensitivo de la calidad de la carretera urbana. Un tiempo de concentración rápido sobre varios objetos cercanos que se encuentran al frente del camino, induce una sensación de apresuramiento, forzando la atención y elevando la tensión. En donde el tiempo es lento, en el cual sólo los objetos alejados reciben atención, ocasionando que se maneje con una calidad visual más placentera. Los períodos de concentración agregan un interés adicional pero molestan cuando son muy gran-

des. También es demasiado aburrido examinar ininterrumpidamente grandes distancias adelante, a menos que el paisaje lejano tenga interés especial. Cuando el tiempo es uniformemente bajo y existe una pequeña concentración sobre el camino, puede existir una sensación de monotonía y aburrimiento, contribuyendo a la frecuencia de accidentes dado la falta de atención.

Una combinación y secuencia de estos tiempos deberá ser mejor, eliminando la tensión de un tiempo rápido y la monotonía de uno lento, o la prolongada continuación de uno o de otro. Las percepciones del conductor desde el camino pueden hacer que se interese y se alerte si la carretera ha sido ubicada de tal manera que la visión tiene una variedad de contrastes. Los elementos de contraste y su variedad, ya sea en zonas urbanas y rurales, incluye espacios cerrados, espacios abiertos, distancia, objetos cercanos, puntos de atención cerca y sobre el camino, y cambios en la textura de la superficie.

Simulaciones de perspectivas de la visión del conductor, a modelos a escala y técnicas de fotos en movimiento, están disponibles para la visualización de estos aspectos dinámicos como parte de la evaluación de la ubicación y diseño.

Existe una distancia óptima de visión para examinar los objetos, que dependen de la cantidad de detalles deseados. Sobre una carretera en una ciudad el diseñador puede decidir, dentro de los límites de su corredor, que es lo que él requiere enfatizar (el horizonte exclusivamente, el carácter de un área histórica, una marca distante o cercana) y su alineamiento, distancia de visibilidad, y elevación de acuerdo con los límites prácticos que disponga.

Estos recursos visuales dan al diseñador algunas formas de dirigir y conformar las impresiones del conductor, siempre y cuando pueda hacer algo para configurar el medio ambiente dentro del cual está ubicado el camino.

Las impresiones visuales del conductor son una forma de taquígrafa que abrevia los objetos notados, líneas, visiones y secuencias. Los usos que los conductores le dan a estas abreviaciones de las cosas reales lo ayudan a sentirse cómodo y seguro sobre la carretera. Algunos sistemas han sido inventados para describir los elementos de estos objetos y su movimiento aparente. Algunos de estos emplean graficadores electrónicos los cuales producen una perspectiva muy exacta del dibujo. Existen otros usos tal es el caso de modelos físicos de tres dimensiones y otras técnicas sofisticadas de fotos en movimiento y otros sistemas de símbolos gráficos. Todos estos elementos son auxiliares en la secuencia del diseño y evaluación de las experiencias de movimiento a lo largo de la carretera, como una diferencia en la descripción de los elementos estáticos de la carretera.

Todos los factores considerados anteriormente deberán estar entre los considerados en la ubicación de la carretera. Ocasionalmente la alerta y orientación desde la carretera y las experiencias secuenciales son difíciles de obtener debido a la ubicación de áreas habitacionales, otros patrones del uso del suelo la visión o sonido del tránsito de la carretera desde las zonas habitacionales y otros factores. Obviamente, estas consideraciones deben ser sopesadas y comparadas para buscar la solución adecuada.

## CONSIDERACIONES ADICIONALES DE PLANEACION

### COORDINACION MODAL

Existe una interrelación entre el transporte de la vía y los demás medios de transporte, incluyendo vías de ferrocarril y otros tipos de transporte, tanto por aire y agua, y movimientos de peatones. Dentro del tipo de vía, existe una interrelación entre los tipos de usuario; automóviles, camiones, autobuses y peatones. Debido a que el movimiento de gente, bienes y servicios se realiza por todos los medios de transporte, el cambio en la realización de uno de ellos tiene efecto sobre los otros modos; seguramente, reduciendo o incrementando este modo y actúa sobre los demás movimientos. Cuando las formas o modos de transporte son complementarios en lugar de competitivos, pueden obtener una gran ventaja cuando están ubicados en corredores comunes y dentro de los límites del mismo derecho de vía. La combinación del transporte en un corredor pueden minimizar y confinar geográficamente, las molestias causadas por la construcción; mejorando el servicio del transporte y requiriendo menos terreno, además de proporcionar una conexión de intersistema como tránsito rápido y servicio de autobuses. La planeación, ubicación y diseño de una carretera, deben tener como meta proporcionar un servicio óptimo a cada tipo de usuario del camino y a los intercambios requeridos entre ellos.

### TRANSPORTACION POR AUTOBUS

Debido a que los autobuses pueden llevar más gente por unidad que los vehículos privados, el aumentar el uso del autobús puede incrementar la capacidad de las personas que viajan en la carretera, en consecuencia al incre-

mento en el uso de autobuses, reduce el número de automóviles y aumenta el nivel de servicio de la misma. Esta ventaja se puede alcanzar principalmente en las horas de máxima demanda.

El incremento del uso de autobuses pueda involucrarse desde la etapa de planeación, ubicación y diseño de la carretera. Para alcanzar este fin, los análisis deberán considerar varias maneras para aumentar este servicio.

- ( 1 ) Caminos especiales para el tránsito de autobuses.
- ( 2 ) Carriles exclusivos durante las horas de máxima demanda.
- ( 3 ) Tratamientos preferenciales para los autobuses tales como: accesos especiales, rampas de salida o preferencia en las luces de los semáforos.

Para hacer estos análisis, es necesario obtener información acerca del origen y destino de los usuarios actuales y potenciales, capacidad requerida y las necesidades presentes y futuras del transporte público. Es necesario que existan las compañías transportistas, optimicen la red vial, para proporcionar un servicio eficiente.

La transportación por autobus tiene flexibilidad de operación que no es común en otros sistemas fijos, tales como tranvías o t r nes. Ya que las rutas de autobuses no dependen de los aspectos físicos de las calles y carreteras y se pueden hacer ajustes de las rutas sin necesidad de hacer reconstrucciones. Las calles arteriales pueden ser usadas para la operación de autobuses expresos y con calles laterales para el uso del servicio local. Un servicio expreso de autobuses puede consistir de: ( 1 ) Una conexión directa sin paradas entre un estacionamiento en el área aledaña o una terminal de ascenso y descenso de pasaje a una terminal en el centro donde los pasajeros se conectan con un sistema de distribución tal como un minibus, o ( 2 ) el uso de rutas locales --

para recoger pasajeros, entrando al centro por las de circulación y distribuyendo pasajeros en las calles locales del centro. Los sistemas fijos o de tránsito sobre rieles podrían ser usados para servir a la porción expresa de los viajes y usar autobuses para servir en los extremos de la ruta expresa.

En suma para el servicio expreso, existen otras medidas que reducen el tiempo de viaje del usuario del transporte público, y cuando la demanda lo garantiza, deben ser analizados. Un cuerpo del camino exclusivo para autobuses, es una facilidad que la vía proporciona sólo para el uso de autobuses. Esto permite que los autobuses al pasar por calles y carreteras muy congestionadas disminuyan el tiempo de viaje. Las vías fijas tiene esta ventaja, pero una carretera exclusiva para autobuses asigna lugares específicos para permitir la entrada o la salida al camino, de ese modo se proporciona su propia colección y distribución. El uso de un cuerpo exclusivo de la carretera se puede utilizar para otros vehículos, tales como vehículos compartidos para varias personas y vehículos de emergencia cuando la demanda para los autobuses no es muy alta, como frecuentemente sucede.

Un carril exclusivo para autobuses, es un carril de una carretera reservado solamente para el uso de autobuses, generalmente durante los periodos de máxima demanda. Esto le permite a los autobuses pasar por lugares muy congestionados por el denso tránsito de automóviles. Este procedimiento puede ser adaptado en aquellas calles que tienen tres o más carriles de circulación en cada dirección. Así como en los caminos exclusivos para autobuses, el uso de los carriles exclusivos se puede expandir a otros tipos de vehículos tales como automóviles compartidos y vehículos de emergencia.

Otras medidas para dar tratamiento preferencial para autobuses pueden ser:

- 1.- Contando los vehículos entrando a las autopistas como una medida especial para que los autobuses entren directamente a las rampas de acceso.
- 2.- Acceso y rampas de salida solamente para autobuses.
- 3.- El uso de sistemas de control actuado por la demanda del tránsito, el cual detecta la presencia de autobuses en el flujo del tránsito.
- 4.- Reservando las calles del centro o carriles cercanos a la acera al uso exclusivo de autobuses durante las horas de máxima demanda.
- 5.- Proporcionando terminales de ascenso y descenso de pasaje en las proximidades de los lotes de estacionamiento o centros comerciales con acceso rápido a las autopistas.

Para poder proponer el uso de carriles exclusivos o de tratamientos preferenciales es necesario, revisar si más gente será acomodada y en que medio, - que en el uso general. Se deberá hacer un análisis de la capacidad actual - del vehículo y la ocupancia del automóvil, para determinar la capacidad de - la carretera para transportar personas. Se deberá tener cuidado con la selección de la ocupancia de los vehículos de acuerdo a la hora del día.

Raramente la ocupancia de los vehículos excede en la hora de máxima demanda de 1.5 personas por automóvil y en algunos momentos desciende hasta 1.2 . Los valores de ocupancia fuera de la hora de máxima demanda, son más altos. Desde el punto de vista de las personas en movimiento, la diferencia entre el uso de un valor de 1.2 o 1.5 puede producir un 25% de variación en el número de personas acomodadas. En suma, se deberán considerar otros factores, ta-

les como: (1) El efecto que causa sobre el tránsito de automóviles en los carriles adicionales cuando un autobús transita con ellos. (2) El beneficio a los usuarios del camino en autobuses. (3) El aumento de los costos de los usuarios en automóvil. (4) La esperanza de cambiar el uso del automóvil por el autobús como resultado de un tratamiento preferencial. (5) El posible efecto sobre el uso del suelo adyacente. y (6) El beneficio a la comunidad, ya que engloba una reducción del número de automóviles transitando durante los periodos máximos y una reducción en el número de espacios necesarios para estacionamiento.

Varios factores influyen en una persona para escoger su modo de transporte, y deben ser considerados cuando se comparan los viajes en transporte colectivo y en automóvil. El automóvil proporciona un servicio conveniente, cómodo y flexible. Los usuarios comunmente no cambian sus modos a menos que existan ventajas tales como un tiempo de viaje menor; cuando el uso del automóvil llegue a ser prohibitivo dado el alto costo de operación; restricciones de estacionamiento dadas las leyes locales y lo escaso o alto de los costos del estacionamiento.

### TRANSPORTE AEREO

Es importante considerar el efecto del transporte aéreo sobre el diseño y ubicación de la carretera. Los aeropuertos manejan un gran volumen de pasajeros que la mayoría viaja a y desde la terminal aérea. En muchos casos, una carretera adecuada y las facilidades para el tránsito, no han sido proporcionados para permitir a los pasajeros aéreos llegar a la terminal sin grandes demoras. En Muchas ciudades es difícil servir al pasajero aéreo en el tránsito puesto que su origen o destino no es predominantemente al centro de la ciu-

dad, existe más de una zona habitación o centro de negocios circundante no servida directamente por el tránsito. Esto requiere que los pasajeros viajen a y desde el aeropuerto en automóviles. En suma, el pasajero es llevado por otra persona o si él maneja debe usar algún lote de estacionamiento para dejar su automóvil. Es posible reducir esta demanda por la carretera y facilidad de estacionamiento, construyendo lotes de estacionamiento en las cercanías de rutas que sirven al tránsito a y desde el aeropuerto. En algunos casos, puede ser posible poner en operación una terminal de transferencia en donde los pasajeros del aire podrían comprar sus boletos, documentar su equipaje y luego usar el tránsito rápido para la terminal aérea adecuada.

#### MOVIMIENTO DE BIENES

El tránsito de camiones sobre las carreteras urbanas es la forma predominante del movimiento de bienes. El proceso de ubicación de la carretera deberá incluir consideraciones de las necesidades del tránsito de camiones para proporcionar la capacidad y las rutas para mover a la mayor generación de movimiento de bienes.

En donde el tránsito de camiones es muy alto, puede ser deseable proporcionar carriles separados, para el tránsito de camiones o un derecho de vía adicional para este uso. Asimismo se deberá considerar la provisión de calles o trenes subterráneos para movimiento de carga. Un sistema de túneles puede justificarse en áreas densas. La mercancía podrá ser descargada y transportada desde el túnel a sus destinos por una banda transportadora.

El proceso de planeación, ubicación y diseño de la carretera urbana, puede ser utilizado para reducir el volumen de camiones y puede lograrse proporcionando

terminales de transferencia para descargar, clasificar y juntar los bienes para la distribución local. Bajo este concepto, el desarrollo conjunto y uso múltiple del derecho de vía de la carretera, puede incrementar el movimiento de bienes por medio de algunas facilidades, como en el caso de los líquidos, que pueden ser transportados por conductos especiales, reduciendo así el número de camiones.

#### MOVIMIENTO PEATONAL

La influencia de los peatones sobre la localización de la carretera, debe considerarse como parte de los elementos a intervenir. El uso de las facilidades para los peatones dentro del derecho de vía es significativo, especialmente en áreas muy pobladas.

Es deseable separar el movimiento peatonal del vehicular, siempre que sea posible. Pueden utilizarse: mallas para peatones y pasos elevados, túneles que nos llevan de un edificio a otro, o nos conecta a una estación de transporte colectivo, banquetas elevadas, o algunas formas nuevas de movimiento peatonal tales como banquetas movibles ó bandas con movimiento horizontal.

En cruces a nivel con volúmenes altos, las facilidades para circular a los peatones debe ser prohibida. Las intersecciones a desnivel pueden funcionar con paradas, cuando las facilidades para los peatones tales como rampas o escaleras se proporcionan al usuario. Sobre calles importantes donde el peatón cruza a nivel éste no puede ser eliminado, el estricto control de peatones en la forma de señales, semáforos, cruces de peatones e isletas de seguridad son esenciales.

## SERVICIOS

A medida que las redes de transporte crecen, la frecuencia de que para dos ó más redes ocupan un mismo derecho de vía o la intersección de una con otra se incrementa. Cuando esto ocurre entre carreteras y servicios, surgen oportunidades para que los costos y medio ambiental se reduzcan debido a una acción conjunta. Al mismo tiempo surgen problemas debido a la construcción, operación y mantenimiento de una red que ha incrementado su efecto sobre la otra.

La instalación de servicios, operación y mantenimiento deben estar acompañados en forma tal que preserven la integridad, seguridad en la operación y función de la carretera. La construcción de una carretera debe estar acompañada de tal forma que asegure la continuidad y realización de servicios a los usuarios.

Generalmente la presencia de una línea principal o sistemas de transmisión pueden afectar la ubicación y diseño de carreteras urbanas. Como estas facilidades normalmente sirven las necesidades de la comunidad entera, la interferencia con ellas debe ser mínima para asegurar su continuidad del servicio. Pero en la mayoría de los casos, los ajustes a las redes de distribución de servicios y otras facilidades proporcionan servicio directo a consumidores a lo largo de rutas con problemas de colocación que pueden ser normalmente resueltos en la etapa de diseño, mejor que en la etapa de ubicación de un proyecto. La información sobre servicios incluye planos para proporcionar ampliaciones de servicios existentes, deberán ser ensamblados para asistir en la determinación de la factibilidad de las alternativas que están siendo consideradas.

## ESTACIONAMIENTO

El estacionamiento es una consideración importante en la planeación de un eficiente sistema de transporte urbano. El uso del automóvil particular proporciona una transportación conveniente; sin embargo, esta conveniencia se ve parcialmente reducida al no haber suficiente espacio para estacionar el vehículo. Los conductores buscando un espacio para estacionarse aumentando considerablemente la congestión de las calles de la ciudad.

La ubicación y accesibilidad del estacionamiento es influenciada de la forma del desarrollo del suelo así como la eficiencia operacional del sistema de transporte. De lo anterior, las facilidades de estacionamiento deben ser planeadas y ubicadas conjuntamente con el desarrollo del suelo.

## ZONA CENTRAL DE NEGOCIOS

El rápido crecimiento de la población urbana y de las personas que viajan en automóvil, ha incrementado grandemente la necesidad de las facilidades para el estacionamiento en las zonas centrales de negocios. Se requieren nuevos espacios no solamente para servir al incremento de la demanda, si no también para reemplazar a los espacios existentes que son eliminados. El estacionamiento en las aceras sobre calles arteriales es aceptado solamente cuando los carriles existentes para el tránsito continuo puede acomodar su volumen. A medida que el tránsito se incrementa y ocurren congestiones durante las horas de máxima demanda, el espacio limitado en las calles deberá disponerse para el movimiento del tránsito al convertir los carriles de estacionamiento, para el uso del tránsito continuo. Preferiblemente, el estacionamiento en las aceras se deberá eliminar sobre calles arteriales para incrementar la capaci-

dad y seguridad. Otros espacios para estacionamiento no son rentables por el incremento del valor del suelo, resultando que los lotes para estacionamiento sean reemplazados por nuevas construcciones. Aun cuando todas las construcciones nuevas pueden incluir estacionamientos, el número de espacios nuevos frecuentemente no satisfacen las necesidades requeridas y generadas.

Un factor que forma parte de los problemas de estacionamiento urbano es la distribución inadecuada de los espacios existentes dentro de la zona central de negocios. Un centro urbano puede tener un número suficiente de lugares para estacionamiento, pero ellos frecuentemente están ubicados muy lejos de las zonas generadoras, para que atraigan a los usuarios. Usualmente existe una área central dentro de la zona central de negocios, la cual tiene un uso intenso y en consecuencia existe una deficiencia en los lugares para estacionamiento.

La utilización de las facilidades de estacionamiento es otro factor que forma parte de las facilidades de estacionamiento. Existen básicamente dos tipos de utilización del espacio en estas zonas. Uno es por una larga duración al día del estacionamiento, generalmente ocasionada por los viajes de trabajo, y el otro es por la corta duración de uso del estacionamiento, asociado con un viaje de negocios o de compras. Ambos tipos de estacionamiento compiten por el espacio disponible, y ambos son necesarios para la economía del área central. Sin embargo, el estacionamiento de todo el día puede rápidamente ocupar los espacios principales, dejando pocos espacios para el estacionamiento de corta duración.

El costo del estacionamiento tiene un efecto importante sobre la operación de

las facilidades de estacionamiento dentro de la ciudad. Un sistema de altas variaciones horarias y bajas variaciones diarias atrae todo el día a usuarios y limita al estacionamiento a un término corto. Un pequeño inconveniente de este sistema podría consistir de un mayor cambio de nuevo del uso por toda el área central. Por lo anterior, el precio debe ser cuidadosamente considerado para mantener un balance en la facilidad de operación. El precio es particularmente sensitivo cuando las facilidades privadas y públicas están ubicadas muy cerca una de la otra.

El incremento de los costos para construir espacios adicionales para estacionamiento hacen más difícil proporcionar las facilidades adecuadas. A medida que las ciudades crecen, el porcentaje de cocheras se ha incrementado en tanto que el espacio en las aceras ha disminuido. Esto es debido al cambio en el tamaño de las ciudades y los cambios en los tipos de facilidades que están siendo construídas. Esto indica que a medida que se construyen nuevas facilidades, es necesario que estas se hagan de un nivel técnico mayor (cocheras mejor que en las aceras) incrementando los costos. Esto forma parte del problema de suplir adecuadamente el estacionamiento. Mientras que la planeación para estacionamiento puede acompañarse en el contexto de planeación del transporte, la solución del problema de estacionamiento en el centro puede requerir aún más una detallada planeación del uso del suelo. Por ejemplo, la provisión de espacios en construcciones nuevas puede ser requerido como parte de una ley. Sin embargo, si cada construcción en el área central fue para proporcionar cocheras independientemente para estacionamiento, esto puede hacer que existan un gran número de pequeñas co-

cheras con una eficiencia relativa debido a que en una cuadra existan demasiadas entradas y salidas de los mismos. Una medida más conveniente puede ser la de construir estacionamientos de varios niveles, planeados para conectar entre construcciones a medida que nuevos edificios son construidos, con menos conexiones al sistema de calles.

La operación interna de las facilidades de estacionamiento pueden tener un efecto pronunciado sobre la operación del tránsito en las calles adyacentes. Deberá existir un espacio adecuado para almacenar los vehículos entrando al estacionamiento para prevenir alcances sobre la calle. En casos extremos, un alcance podría bloquear las intersecciones adyacentes y causar demoras innecesarias al tránsito. El mismo estacionamiento puede ocasionar este problema por el uso de libre entrada, pague al salir. Este tipo de operación se asigna para la entrada rápida. Los carros que salen de los estacionamientos en horas precipitadas forman parte de la congestión sobre las calles adyacentes. Se debe hacer un esfuerzo para limitar el número de salidas a lo largo de una acera. De ser factible, la conexión deberá ser hecha en los lados que dan a la calle en lugar de aquellos que van a las arterias. Durante los períodos de máxima demanda de salida, los estacionamientos a los cuales entran vehículos a estas horas deberán tener al menos un carril bien definido para este movimiento.

#### ZONAS SATELITES DE NEGOCIOS

Las zonas satélite de negocios pueden experimentar los mismos problemas básicos como el corazón central, pero generalmente a una escala menor. La demanda de estacionamiento probablemente se ha incrementado mientras que la provisión de nuevos espacios se ha rezagado a las necesidades.

Es comprensible, que la composición de la demanda de estacionamiento podría ser diferente dado que estas áreas se orienten a tiendas o servicios personales en lugar de un complejo de oficinas. La diferencia indica la necesidad probable para un mayor número de espacios convenientes con un alto movimiento para tiendas, en lugar de espacios ocupados por mucho tiempo asociados con viajes de trabajo. Muchos negocios y oficinas se están cambiando fuera del área central para ubicarse en los suburbios. Como resultado, la composición de la demanda de estacionamiento cambiará.

#### AREAS RESIDENCIALES

Problemas de estacionamiento pueden también existir en áreas residenciales - aunque ellas están usualmente delimitadas por áreas de una gran densidad de domicilios en el área urbana antigua. En esas áreas, la provisión de estacionamiento fuera de la calle debe ser considerada. Las necesidades de esta forma pueden ser encontradas dentro del contexto de planeación para la remodelación de las antiguas u obsoletas áreas urbanas. En áreas recientemente desarrolladas donde existe una necesidad para una ley que indique la necesidad de un estacionamiento en relación con viviendas del tipo multifamiliar.

#### FACILIDADES EN LOS ALREDEDORES DE LA ZONA CENTRAL

Los estacionamientos en los alrededores interceptan al tránsito aproximándose a las zonas centrales de negocios antes de que estos entren al área, disminuyendo la congestión sobre las calles. Debido a que estos atraen a los automovilistas que tienen que estacionar su vehículo por mucho tiempo, se deberá de disponer en la zona central de más espacios del tipo de corta duración y alta renovación, para los movimientos de viajes tan importantes a la economía del área central.

Los estacionamientos pueden estar colocados junto a las carreteras radiales o dentro de bandas transportadoras vecinas a las zonas centrales de negocios. Deberá existir el servicio para el transporte de bienes a el área central. En algunas circunstancias, puede ser deseable proporcionar una conexión directa desde las autopistas a los estacionamientos. Sin embargo, la práctica general es para las conexiones de las autopistas que son para el servicio público y los cuales sirven a los estacionamientos. Si una conexión directa es hecha a un estacionamiento, ésta deberá ser considerada en la planeación y ubicación de ambos, es decir, de la carretera y del estacionamiento.

Los estacionamientos pueden ser construidos en áreas circundantes a conjunto con terminales de tránsito para inducir a los conductores a estacionar su vehículo y continuar su viaje por medio del transporte público. Una conexión de tránsito de alta velocidad es necesaria entre los distritos y los estacionamientos. Este servicio pueda ser proporcionado por autobuses o tren, ambos deberán representar una ventaja a los usuarios en términos de incrementar la conveniencia, ahorros en tiempo, o ahorros en costo. Las cuotas deberán ser más bajas para que el costo total del viaje sea menor para atraer a los usuarios.

Generalmente, está comprobado que las facilidades cercanas están asociadas con un servicio de tren rápido, ya que son más completos que aquellos asociados con el tránsito por autobús. Algunas razones son bajas velocidades sobre los autobuses en los cuales se viaja con tránsito mixto y la inhabilidad del conductor para parar en cualquier parte el autobús. La ubicación propia de los autobuses conectados con lotes en las cercanías deberá también considerar zonas de autobuses más lejanas. Un lote cercano junto a una corriente de una zona

de cambio puede ser ineficiente sin el ajuste zonal. Los sucesivos lotes cercanos para autobuses tienden a ser ubicados en áreas de estacionamiento desarrollados para otros propósitos, pero ellos tendrán capacidad excesiva durante los días de la semana. Esto incluye lotes para estadios, parques y centros comerciales. Otros factores que afectan el uso de estas facilidades incluye provisión de espacios amplios, control de vandalismo, provisión para los servicios de mantenimiento y reparación, y tal vez provisión de inspección de seguridad y licencias.

#### CENTROS COMERCIALES

El diseño de estacionamientos, para centros comerciales, requiere que se den consideraciones adecuadas para la circulación dentro de los lotes y la seguridad de los peatones. Más importante, sin embargo, son los problemas de entrada y salida. El diseño en estos puntos deberán cumplir con el movimiento del flujo para minimizar demoras y congestiones sobre las calles que conectan.

#### GENERACIONES ESPECIALES

Muchas áreas tienen generación especial las cuales atraen grandes volúmenes de gente y consecuentemente requieren un estacionamiento substancial. Estos pueden ser estadios, centros de recreación, sitios históricos, colegios, institutos y parques industriales. En cada caso, el análisis individual de la demanda de estacionamiento es necesario para determinar las necesidades específicas.



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



PLANEACION VIAL URBANA

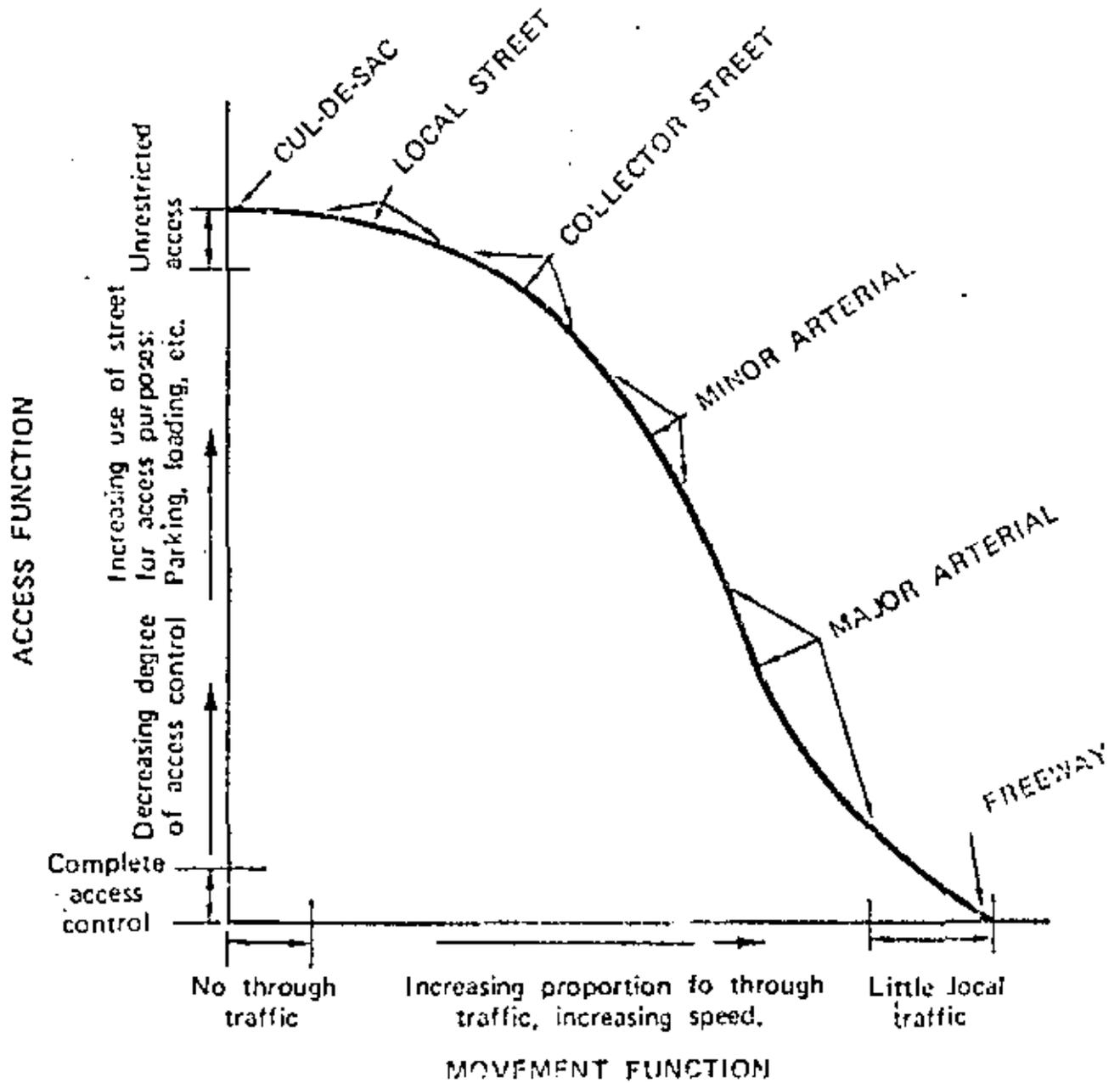
PLANEACION VIAL URBANA

ING. JORGE SUAREZ RUELAS

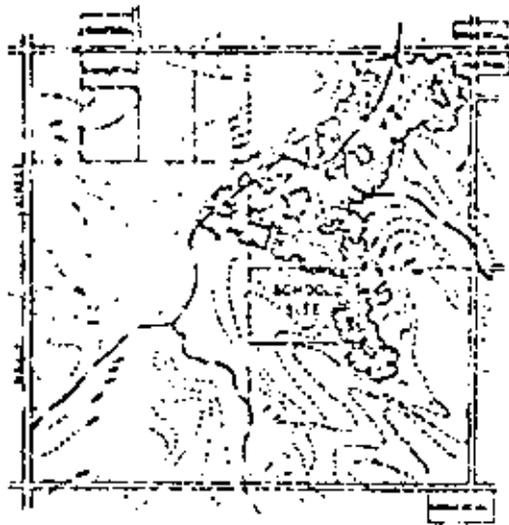
NOVIEMBRE, 1979



FIGURAS OPERACION DEL TRANSITO

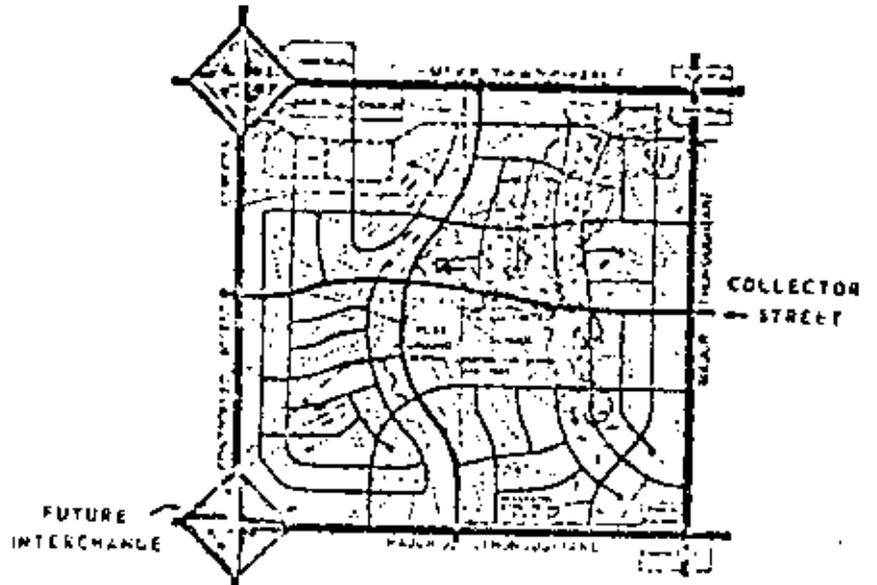


TIPOS DE VIAS DE ACUERDO A SU FUNCION ACCESO Y MOVIMIENTO



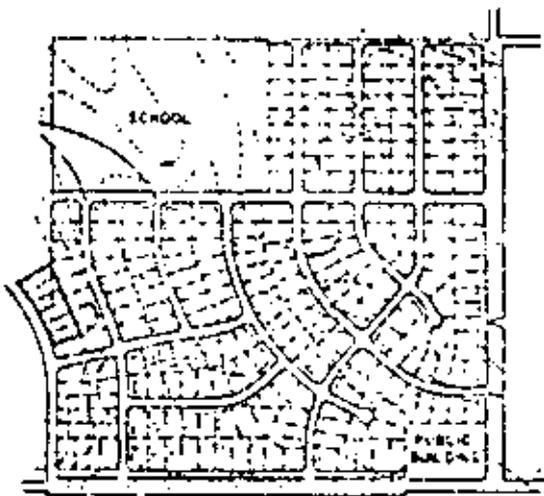
EXISTING CONDITIONS

-8-



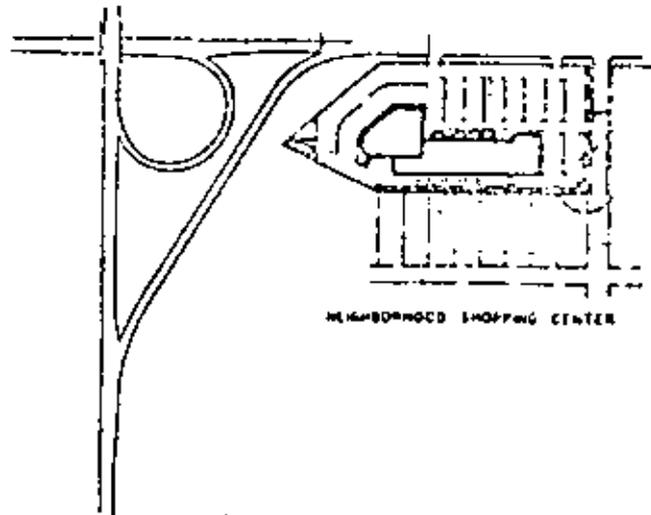
LAND DEVELOPED AS A  
NEIGHBORHOOD UNIT

-9-



TYPICAL SUBDIVISION

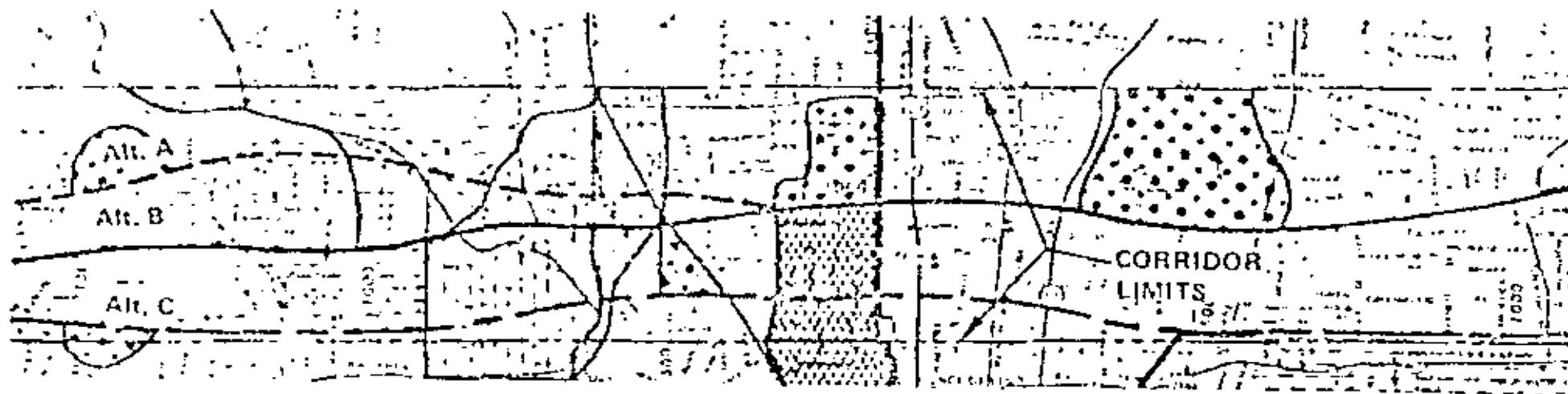
-10-



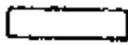
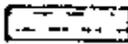
COMMERCIAL DEVELOPMENT

-11-

## TRAZO DE LAS VIAS LOCALES

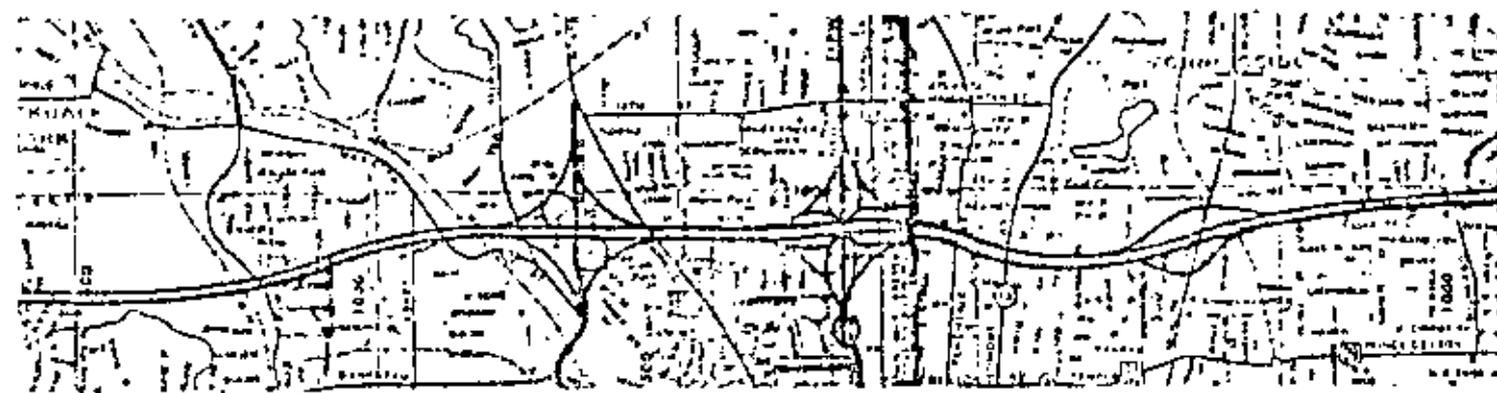
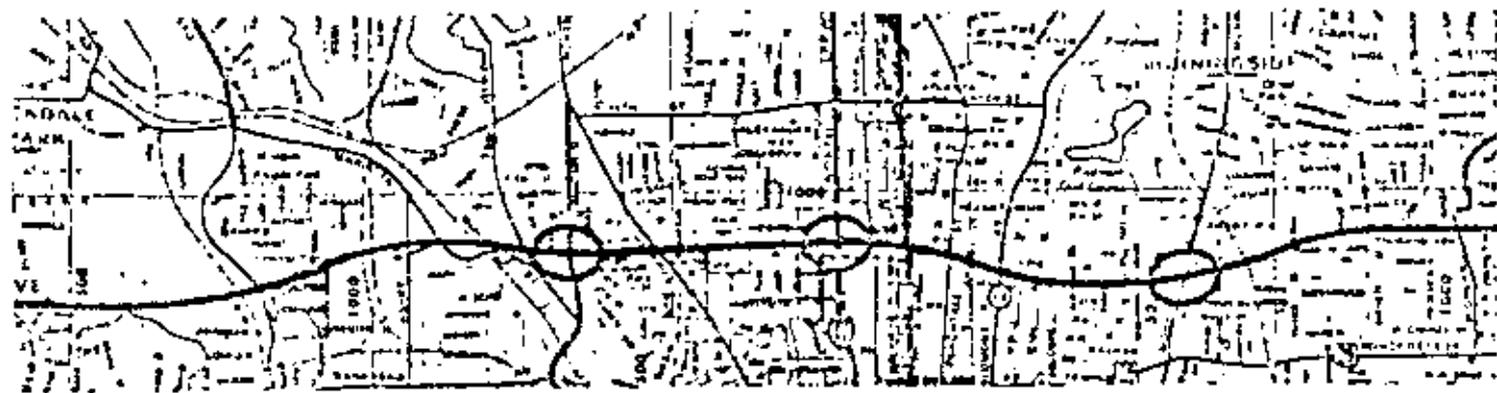
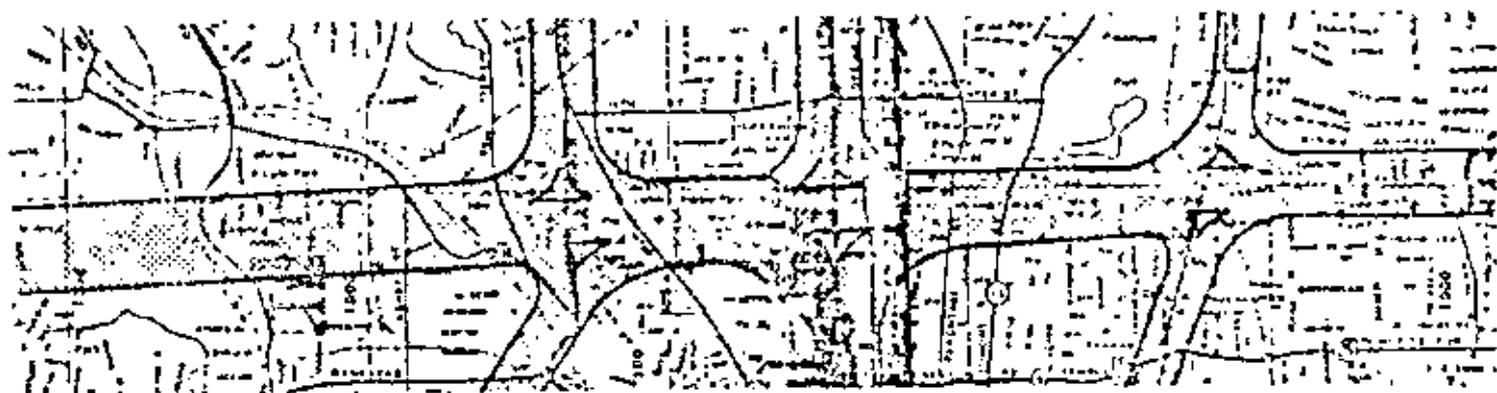


LEGEND OF LAND USE

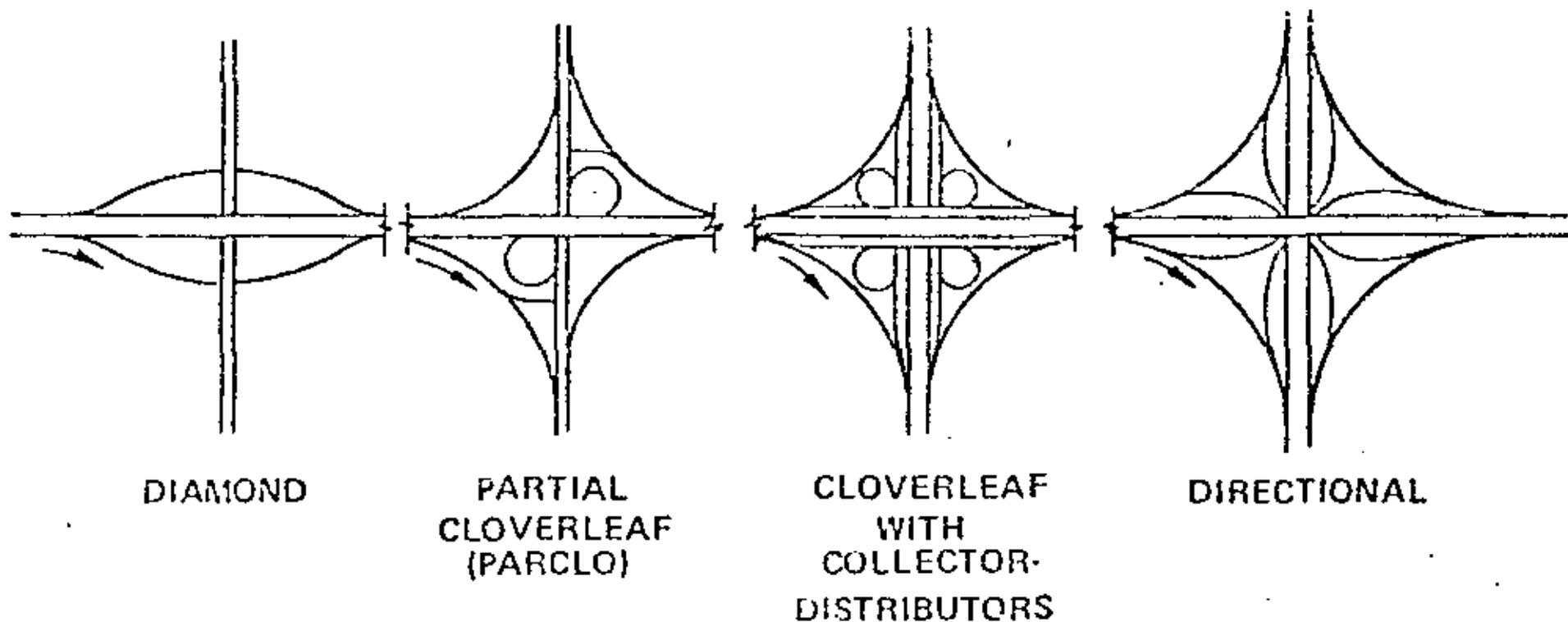
PARK AND RECREATION AREAS		COMMERCIAL	
RESIDENTIAL		INDUSTRIAL	
SCHOOL			

ALTERNATIVAS DE LOCALIZACION DE UNA VIA

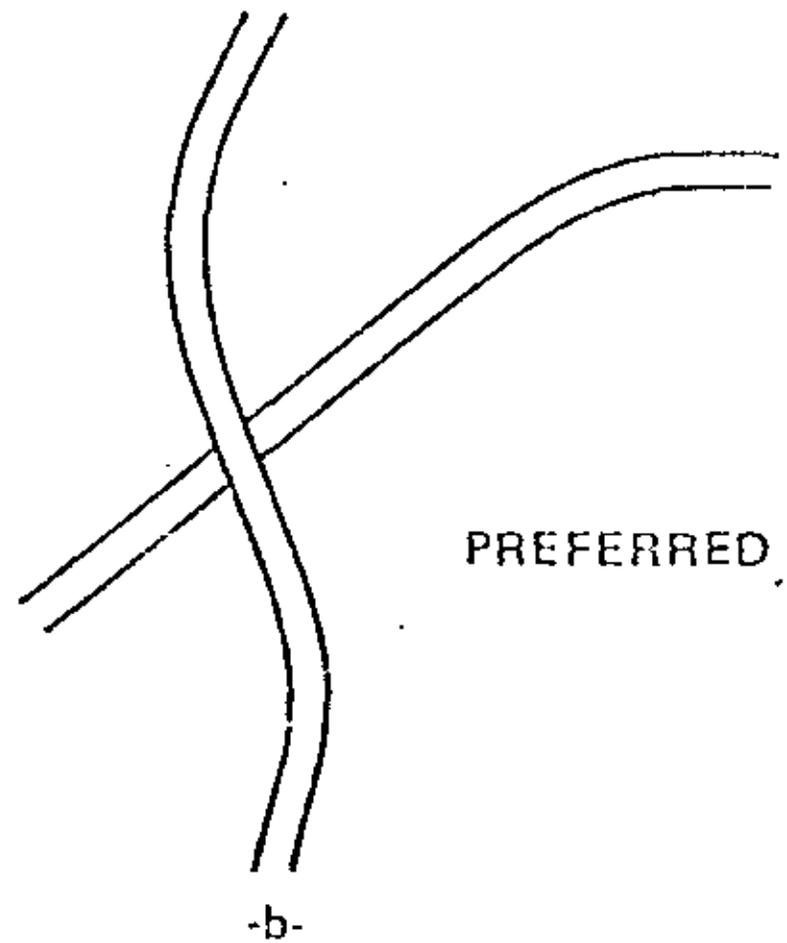
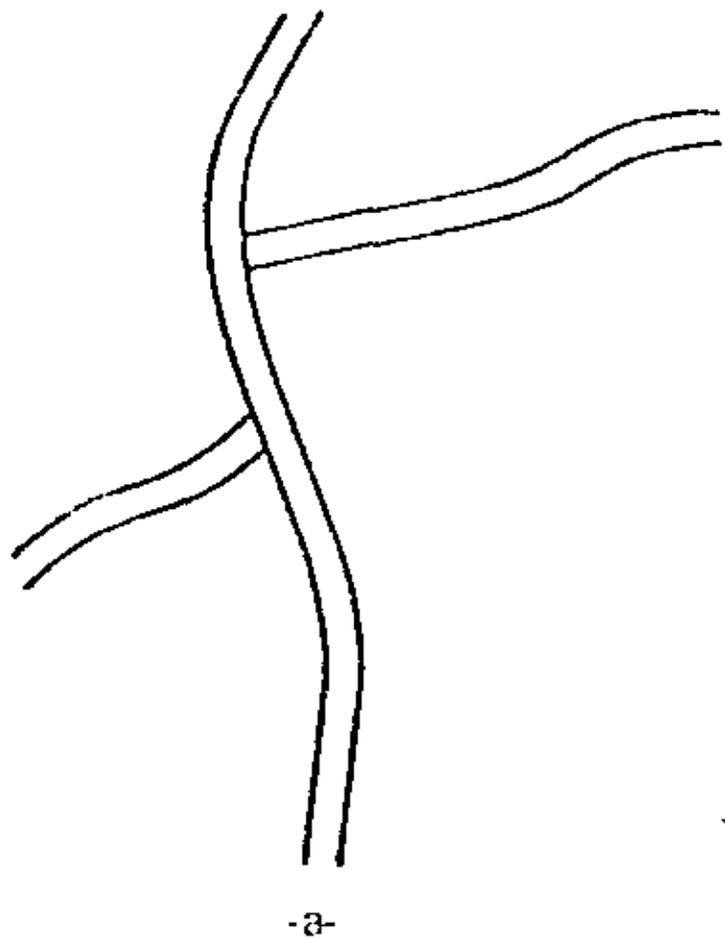
Figura 3.



## PASOS PARA LA LOCALIZACION DE UNA VIA

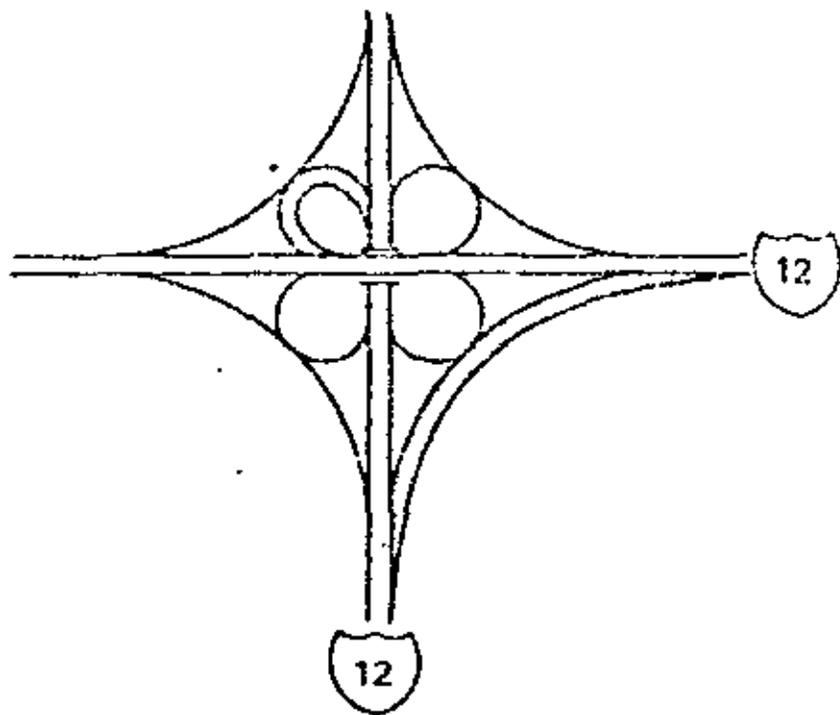


UNIFORMIDAD DEL DISEÑO DE  
INTERSECCIONES EN UNA VIA

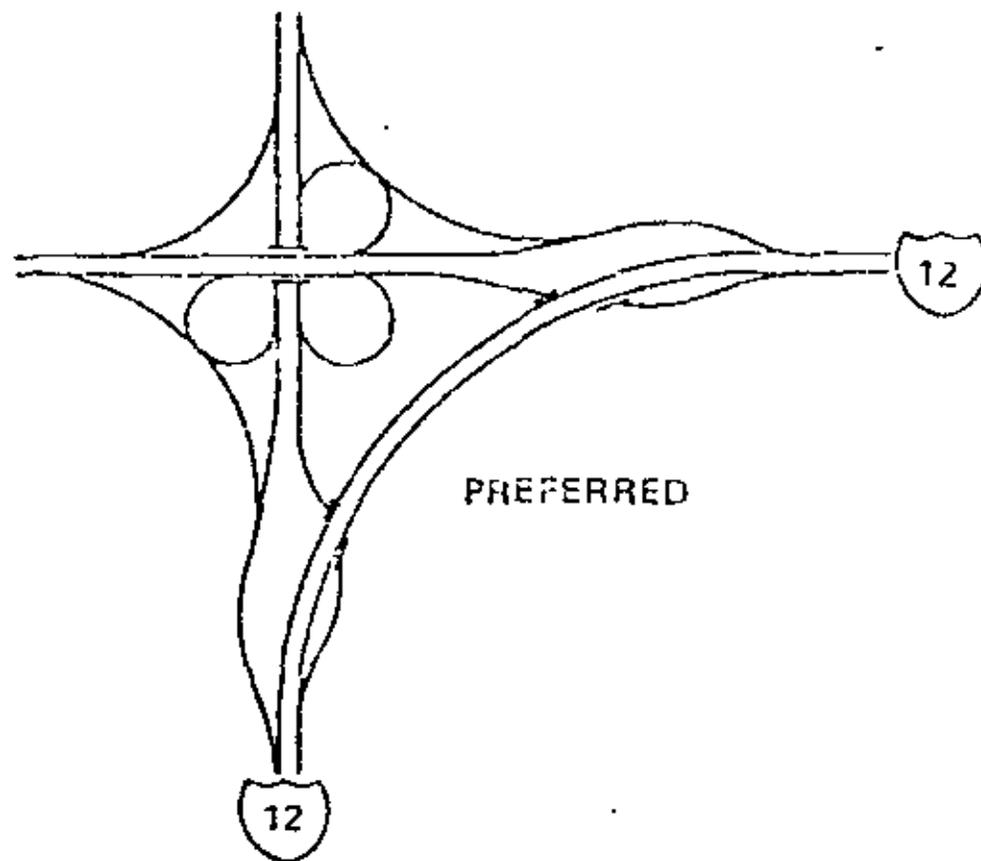


PREFERRED

UN PASO CONTINUO ES PREFERIBLE  
A UNA INTERSECCION EN "T"

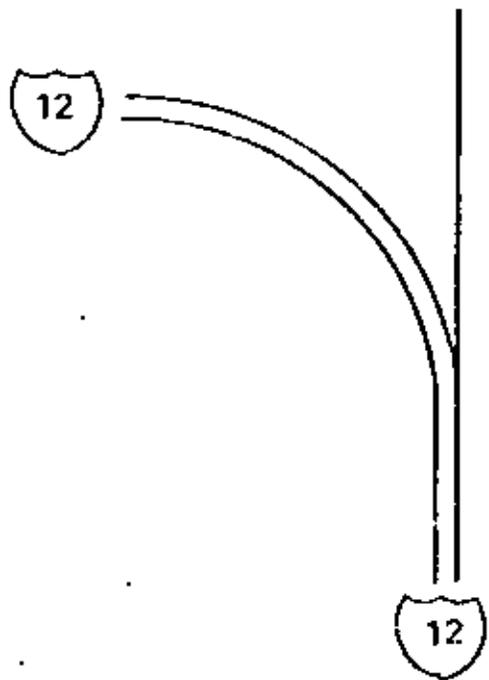


THROUGH LANE CONTINUITY DISRUPTED.

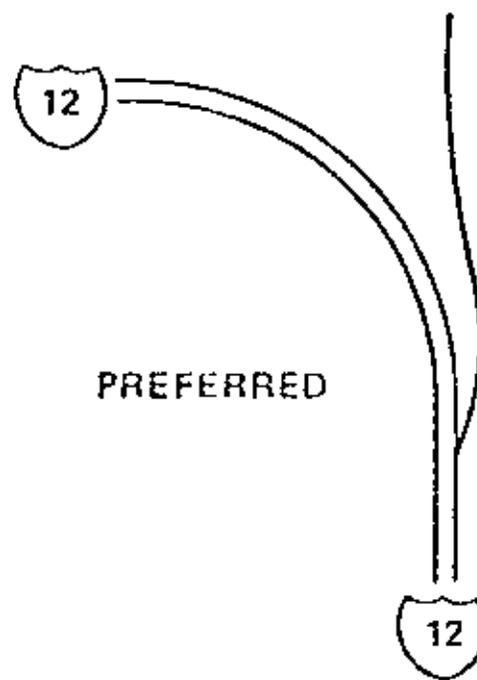


THROUGH LANE CONTINUITY PROVIDED.

CONTINUIDAD DE LA RUTA DEL TRANSITO  
DE PASO EN LAS INTERSECCIONES



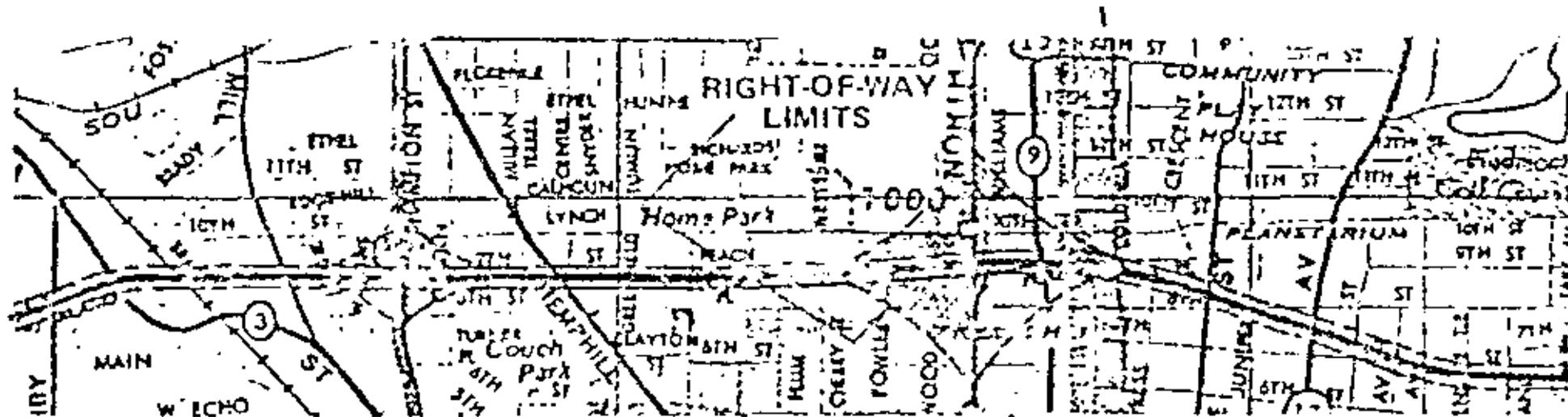
THROUGH DRIVER ATTRACTED TO EXIT.



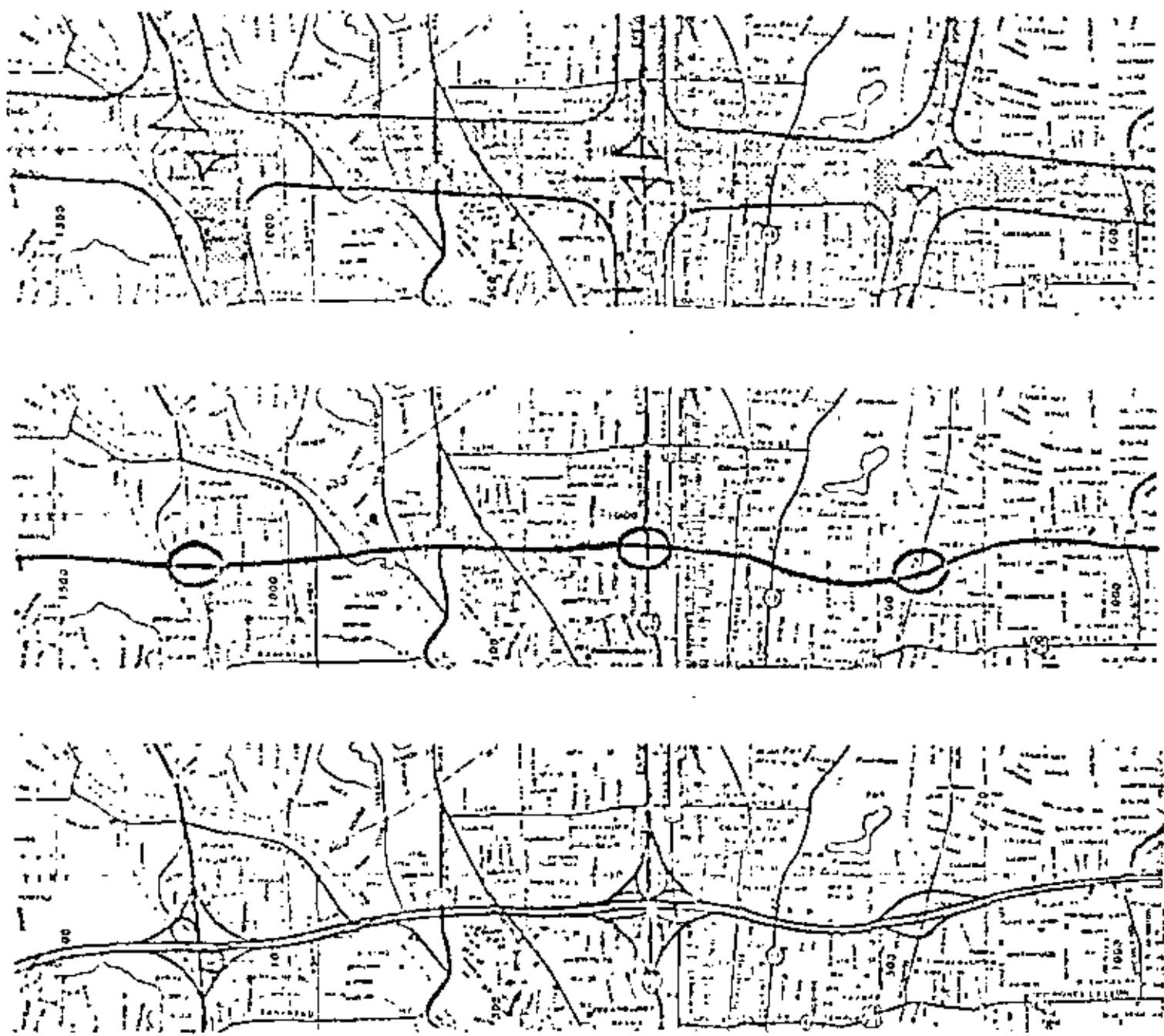
PREFERRED

THROUGH MOVEMENT IS NATURAL MOVEMENT.

CONTINUIDAD EN LA RUTA DEL TRANSITO DE PASO



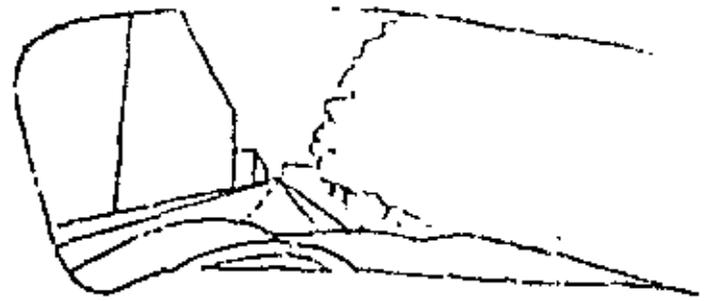
LIMITE DEL DERECHO DE VIA



REVISION DE LA LOCALIZACION

**TWO-LANE STREET:**

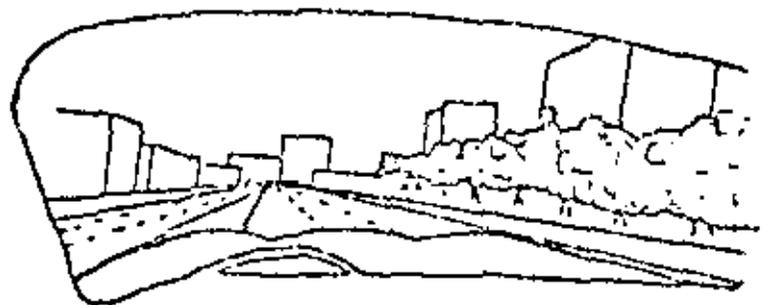
SKY	10 PERCENT
ROADSIDE	80 PERCENT
ROADBED	10 PERCENT



AT 25 MPH, 100° VISUAL ANGL.

**SIX-LANE FREEWAY:**

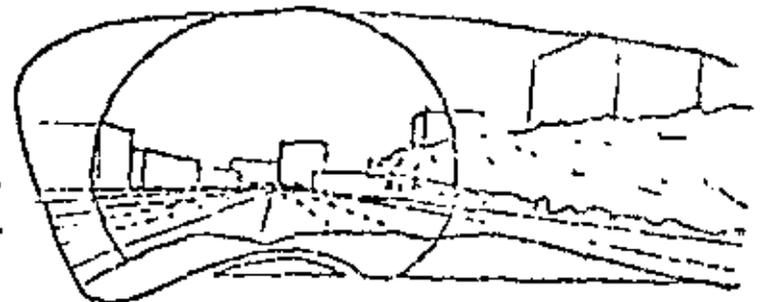
SKY	40 PERCENT
ROADSIDE	40 PERCENT
ROADBED	20 PERCENT



AT 25 MPH, 100° VISUAL ANGL.

**SIX-LANE FREEWAY:**

SKY	50 PERCENT
ROADSIDE	20 PERCENT
ROADBED	30 PERCENT



AT 60 MPH 40° VISUAL ANGL.

VISION EN MOVIMIENTO



## PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA SECCION TRANSVERSAL

### PAVIMENTOS

Los pavimentos para vías rápidas urbanas, deberán ser diseñados para el uso de un intenso tránsito. Una adecuada estructura del pavimento conserva la superficie adecuada para un movimiento condicionado y requiere menor frecuencia de mantenimiento. La superficie deberá ser diseñada con un horizonte de proyecto apropiado con características antiderrapantes en todo tipo de tiempo.

### PENDIENTE TRANSVERSAL

#### SECCIONES BASICAS

La pendiente transversal y la corona de las vías de gran longitud puede ser diseñada con secciones planas o curvas o una combinación de ambas. La ventaja de las secciones curvas es que la pendiente de la sección transversal hacia la orilla del pavimento facilita el drenaje hacia el bordillo. Las desventajas son que pendiente transversal hacia fuera de los carriles puede ser excesiva y las áreas de alabeo del pavimento en intersecciones puede ser delicado o difícil a efectuar. Una sección plana es comunmente empleada en arterias urbanas.

La pendiente transversal y la corona tiene una función muy importante, la de drenar la superficie de rodamiento. Bajo ciertas condiciones los vehículos se deslizaran sobre el agua, por ejemplo, la condición donde una o más llantas de un vehículo en movimiento son separadas del pavimento por una película de agua, usualmente debido a una combinación de la profundidad del agua, textura de la superficie del pavimento, velocidad del vehículo, manera de conducir, condiciones de las llantas y otros factores. La oportunidad de deslizarse con

superficie mojada es minimizada si el agua es rápidamente drenada.

Los pavimentos en calles con un sólo cuerpo, donde no se analiza el número de carriles, son normalmente vertidos desde el centro de la vía.

Las secciones pavimentadas, mostrando la disposición de la pendiente transversal para carreteras divididas son ilustradas en la figura 1. En las figuras de la a 1d inclusive, los pavimentos drenan lateralmente desde una línea de la corona, la cual normalmente es localizada sobre el centro de cada cuerpo. De cualquier modo puede ser fuera del centro, inicialmente donde la previsión para futuras ampliaciones, fue considerada (figura 1a) o puede localizarse fuera del centro, como un resultado del incremento de los carriles adicionales indicados con achure (figura 1d).

Una pendiente transversal, para coronas separadas, tiene una considerable ventaja, ya que es rápidamente drenada durante las tormentas. También, la diferencia entre un punto alto y uno bajo en la pendiente transversal del pavimento drenado en una duración. El cambio de una sección transversal normal a una sobre elevada, puede realizarse más fácilmente. Las desventajas son que más líneas de drenaje en el centro y bajo el camino son requeridas y el tratamiento de las intersecciones es más difícil, debido a las diferentes alturas y profundidades de los puntos en la sección transversal. Tales secciones, (figura 1a a 1d), preferiblemente deberán ser usadas en regiones de gran precipitación o donde la nieve y el hielo caen frecuentemente. Secciones sin guarnición y con un eje de primido (figuras 1a y 1b) son particularmente provechosos para estas condiciones.

Donde los pavimentos son drenados hacia una dirección del centro hacia afuera, la corriente de agua es progresivamente incrementada hacia afuera de la carpeta y acelerar el desalojo. Donde los ejes drenan sobre el pavimento, como en las figuras 1f, 1g, 1h, se efectúan ahorros en las estructuras para drenaje, y tratamiento en las intersecciones con otras calles es simplificado. La pendiente del pavimento en la misma dirección tiene un mayor sentido de comodidad para los conductores, ya que los vehículos que tienden a ser lanzados en la misma dirección cuando cambian de carriles.

Otra distribución posible (figura 1i) tiene una pendiente para cada cuerpo, pero todos los carriles drenan hacia la faja separadora central. Esta sección tiene una ventaja sobre las secciones con pendiente hacia afuera, ya que los carriles exteriores utilizados por el mayor volumen de tránsito, son liberados más rápidamente del agua, existiendo una economía en el sistema de drenaje de toda la superficie y es recolectada a través de un ducto bajo la faja separadora central. En caminos con pendiente hacia adentro del pavimento, los carriles exteriores que conducen el tránsito pesado, se ubican en lo alto, en lugar de la parte inferior de la estructura del pavimento y en la sección drenada. El principal objeto de esta disposición es que todo el drenaje de los pavimentos con guarniciones centrales, el drenaje está concentrado, cercano o sobre los carriles de alta velocidad, al cual resulta molesto y arriesgado, ya que los vehículos salpican sobre los parabrisas de los vehículos que transitan en sentido opuesto, cuando la faja separadora es estrecha. También adicionalmente el agua sobre los carriles de alta velocidad incrementa la posibilidad de deslizarse en las tangentes horizontales.

En caminos con dos carriles por sentido y con pendiente hacia el centro, la pen diente transversal para cada carril deberá ser de 2% al 4%. Cuando tres o más carriles son inclinados en la misma dirección sobre cuerpos de varios carriles, cada par sucesivo de carriles o porción de estos, preferiblemente deberán tener un incremento en la pendiente. Los dos carriles adyacentes al nivel de la raza nte deberán tener la mínima inclinación y sobre cada par sucesivo de carriles o porción de este hacia el exterior, la relación deberá ser incrementada del 1% .

Como quiera, la pendiente del carril exterior no deberá ser incómoda al conduc- tor. En general es recomendado que la pendiente en los dos carriles adyacentes al nivel de la raza nte sea un mínimo del 2% y la máxima pendiente hacia afuera de los carriles será del 4%.

Por razones de operación, el uso de una pendiente transversal mayor del 4%, pa ra vías con excelente diseño y de alta velocidad, no es deseable con una sola raza nte. En maniobras de rebase, los conductores deberán cruzar la línea de raza nte y cambiar el sentido de la pendiente transversal, en un valor mayor del 4% .

Debido a que se invierte la pendiente, los vehículos sufren una inversión de la fuerza centrífuga; dicha fuerza es incrementada en forma exagerada por los efectos del cambio de pendiente transversal. Camiones altos con carga son obligados a inclinarse de un lado a otro cuando viajan en alta velocidad, al mismo tiempo el control de la dirección puede presentarse difícil.

#### PREVISION PARA FUTURAS AMPLIACIONES

Donde 2 o más carriles en cada dirección son construídos inicialmente sobre una

autopista o arteria dividida y se anticipa que un carril o carriles adicionales pueden requerirse posteriormente, es conveniente definir de que manera deberá ser realizada la ampliación, si en la faja separadora o en la parte exterior de los cuerpos. El área para la adición de carriles y acotamientos puede ser gradual durante la construcción, sólo que los carriles deberán ser rápidamente concluidos, para que la interferencia al tránsito existente sea mínima. Las dos disposiciones para ampliar son mostradas en la figura 1 con los carriles adicionales mostrados en forma sombreadas.

Generalmente la ampliación sobre el interior es preferible por las siguientes ventajas: a).- Acotamientos derechos o las guarniciones exteriores son construidas en forma definitiva y son utilizadas como carriles adicionales durante la construcción. b).- La pendiente transversal exterior no requiere modificación. c).- La modificación de pasos, intersecciones, y canalizaciones son pequeñas en caso de resultar afectadas, y d).- El ancho de la faja separadora es utilizada durante el período de construcción.

Donde no se prevee una futura ampliación y sea requerida, es generalmente adecuado, permitir la adición de carriles en la faja separadora central. Desarrollos no previstos de grandes generadores de tránsito, provocan un gran incremento en los volúmenes de tránsito.

#### ANCHO DE CARRILES

Los carriles en todas las autopistas deberán ser de 3.50 m y se considera como ancho ideal por capacidad y operación propia. Es conveniente que los carriles en arterias sean de 3.50 m de ancho. Como quiera un derecho de vía restringido puede originar carriles de 3.20 m. Cualquier ancho menor de 3.20 m es conside

rado inadecuado para arterias.

Como una regla general, los carriles de estacionamiento son incompatibles con el tránsito en arterias. Como quiera puede ser necesario prever en algunos ca sos carriles de estacionamiento en arterias y pueden ser usados durante las - horas de máxima demanda; de esta manera los carriles de estacionamiento de- ben tener 3.50 m como el ancho recomendable. Los carriles pueden ser hechos de 2.90 m donde el derecho de vfa está restringido.

Carriles auxiliares en intersecciones y entronques generalmente son adiciona- dos para facilitar el movimiento del tránsito. En calles arteriales áreas simila- res pueden ser requeridas para la operación de autobuses. Tales carriles adi- cionales deberán ser tan anchos como los carriles para tránsito directo pero no menores de 2.90 m.

#### ACOTAMIENTOS

Un acotamiento es la porción continua de un camino y es util para acomodar - vehiculos parados, por motivos de emergencia y como soporte lateral de la ba- se y en último caso como superficie de marcha. Los acotamientos son elemen- tos esenciales de las autopistas urbanas y son deseables en arterias. Durante la hora de máxima demanda, todos los carriles son utilizados y donde los aco tamientos son aprovechados, un vehiculo estacionado, desorganiza el tránsito no solamente sobre el carril ocupado sino sobre todos los carriles en esa direc- ción. Esto se hace evidente en numerosas arterias, particularmente sobre las - orillas pavimentadas de bulevares y autopistas y sobre grandes puentes y via- ductos sin acotamientos.

De este modo un acotamiento utilizado como área de estacionamiento es de gran valor y se requiere aún donde su costo sea alto. En arterias ubicadas en áreas densamente pobladas, los carriles de estacionamiento son construidos en lugar de acotamientos.

#### ACOTAMIENTOS PAVIMENTADOS

En las arterias los acotamientos deberán tener un tipo de pavimento capaz de resistir un uso relativamente intenso y con poco mantenimiento. Los acotamientos que utilizan los mismos materiales y una similar a la de los carriles de tránsito directo puede ser deseable. Tales diseños proveen una adecuada estructura, con un menor mantenimiento y el costo puede no ser elevado, comparándolo con la óptima operación que se produce debido a la uniformidad del diseño.

Es deseable que el color y textura de los acotamientos, sea diferente al de los carriles del tránsito directo, para delinear la operación y para desalentar a los automovilistas del uso de los acotamientos como carriles adicionales de tránsito directo. Acotamientos bituminosos ofrecen un excelente contraste con pavimentos de concreto. Entre los tipos de tratamiento que pueden ser usados por contraste y desalientan el uso del carril son: (a) Barras elevadas, colocadas transversalmente o diagonalmente a través del acotamiento, de un tipo que no cause sacudidas pero produzca vibración o ruido. (b) Bloques de piedra, ladrillos asperos o superficie de piedra de cantera. (c) Varios tipos de superficies corrugadas o rugosas.

Líneas en la orilla del pavimento son efectivas para delinear el acotamiento donde existe carencia del contraste del acotamiento. La tendencia actual del uso -

de líneas en la orilla del pavimento, ha sido aceptada por el público en forma favorable.

### ANCHO DE ACOTAMIENTOS

Acotamientos derechos.- Deberán de ser del suficiente ancho para que un vehículo parado en la orilla de los carriles de tránsito directo, libre por lo menos 60 cm. Se ha generalizado el uso de acotamientos derechos de 2.85 m en autopistas y otros tipos de carreteras. Para vehículos ligeros este ancho brinda seguridad pero para autobuses 2.40 m de ancho es un poco adecuado. En autopistas con seis carriles o más donde hay una alta proporción de vehículos pesados, acotamientos de 3.50 m pueden ser justificados.

Para algunas condiciones el uso de acotamientos de 2.85 m no son factibles. Un acotamiento libre de 1.80 m puede funcionar como un área para paradas de emergencia y también que un acotamiento de 2.40 m opera moderadamente bien. La experiencia en carreteras urbanas demuestra la necesidad de que la sección de algunos acotamientos, sea de 1.80 ó 2.40 m de ancho.

Prevención de áreas de estacionamiento de relativamente corta longitud en intervalos, a lo largo de las autopistas no se ha construido en forma adecuada. Donde las áreas fueron construidas a lo largo de la vía, son demasiado pequeños o muy espaciadas para proporcionar el servicio necesario. Un acotamiento continuo, aún con ancho mínimo es necesario. Como quiera, para diferentes condiciones en calles, bulevares a nivel, las áreas de estacionamiento deben ser construidas usualmente en carriles exteriores con espacio para estacionarse donde un acotamiento continuo no es factible.

Acotamientos izquierdos.- Son altamente deseables, sobre todo en arterias urbanas divididas. No pueden ser siempre construidos sobre arterias donde el derecho de vía está restringido, aunque siempre hay que realizar esfuerzos para poder proporcionar uno mínimo de 60 cm.

En una autopista urbana con cuatro carriles, el ancho de la superficie del acotamiento izquierdo, deberá ser como mínimo 1.2 m y preferiblemente 1.8 m de ancho. En una emergencia los 1.8 m de ancho permiten al conductor estacionarse relativamente a alta velocidad y sin obstruir los carriles del tránsito directo. Aunque una parada de emergencia sobre el acotamiento izquierdo no es adecuada y no deberá ser alentado solo será ocasional el estacionamiento y cuando el conductor no tiene otra alternativa. Con un acotamiento estrecho menor de 1.8 m, los automovilistas tienden a estacionar sus vehículos invadiendo los carriles de alta velocidad.

Sobre carreteras con seis o más carriles, el acotamiento es indispensable como un carril de estacionamiento para vehículos con averías. En las horas de máxima demanda podría ser difícil para el automovilista conducir un vehículo descompuesto de los carriles izquierdos a acotamiento derecho. Así un acotamiento izquierdo de 3.00 m es deseable sobre las autopistas urbanas con seis o más carriles.

Acotamientos sobre estructuras.- Tendrán el mismo ancho de los accesos de las vías, tanto el derecho como el izquierdo. Esto es indispensable en autopistas y es deseable en todas las arterias urbanas. La estrechez o reducción de los acotamientos sobre estructuras puede ser causa de serios problemas de operación y

y seguridad. Un vehículo descompuesto, empujado sobre un carril de tránsito directo incrementa los accidentes en forma potencial. También durante las horas de máxima demanda un sólo vehículo empujado sobre una estructura puede causar un completo caos del tránsito. Dado el alto costo de los acotamientos en estructuras es necesario realizar estudios para determinar las dimensiones factibles. En todas la estructuras debe de existir acotamiento aunque sea sólo de un ancho limitado.

Donde existen barreras, muros u otros elementos verticales la sección del acotamiento deberá ser suficiente, puede incluir 60 cm. o más del objeto ubicado en la orilla exterior del acotamiento. Donde estos elementos verticales son necesarios sobre un acceso a un puente, deberá de pensarse en incrementar el ancho del acotamiento sobre la estructura. En algunos casos puede ser necesario suministrar un acotamiento más amplio que los utilizados, debido a que los postes de las barreras son más anchos.

#### GUARNICIONES

Las guarniciones son usadas en todos los tipos de carreteras urbanas para controlar el drenaje, para detener de alguna manera los vehículos que pretenden salirse del pavimento en alguna situación conflictiva, para proteger a peatones, para delinear la orilla del pavimento, para presentar una apariencia más agradable y para ayudar en el ordenamiento del desarrollo de el camino. Generalmente las guarniciones sirven para dos o más de estos propósitos.

Las dos clases generales de guarniciones son "barreras" y "montables" y cada una tiene numerosos tipos y detalles de diseño. Cada una puede ser diseñada -

como elemento separado o como una parte integral del pavimento. Las barreras y guarniciones montables pueden ser diseñadas como un canal para formar una combinación de guarnición y una sección acanalada. Si no se construyen guarniciones, una faja de acotamiento preste algunas de las funciones de estas.

#### GUARNICIONES DE BARRERA

Las guarniciones de barrera son relativamente altas y con caras verticales y diseñadas para suprimir y/o desalentar a los vehículos a que salgan del camino.

Como se muestra en las figuras 2a y 2b, tienen un rango de 15 a 25 cm o más de altura y pueda ser una sección con pendiente en ambos lados. Un diseño con sólo una cara inclinada es preferible sobre una sección con dos caras como se muestra en la figura 2b. Generalmente, la cara expuesta no deberá exceder de 2.5 cm a 7.5 cm de alto. La esquina superior puede ser redondeada con un radio de 1 a 7.5 cm.

Las guarniciones de barrera no son usadas sobre autopistas y son consideradas desventajosas en arterias de alta velocidad. Generalmente las guarniciones de barrera no se usan donde la velocidad de proyecto es de 80 km/h como mínima. Donde accidentalmente es rozada a alta velocidad, dificulta al operador mantener el control del vehículo. La mejor barrera no es adecuada para prevenir que un vehículo salga del camino. Donde una protección es necesaria, como a lo largo de una faja separadora angosta o adyacente a una estructura de un puente, es conveniente proporcionar una faja separadora con barrera o un guarda carril.

Las guarniciones de barrera no deberán ser construídas dentro de caras de los parapetos de los puentes. Exteriormente una guarnición similar a la figura 2b ha sido usada en puentes para proporcionar una banqueta de seguridad. Esto ha causado el descontrol de los vehículos que saltan sobre los parapetos y la barrera. Es preferible que los parapetos actúen como la barrera. Un método aconsejable es diseñar el parapeto de manera que la cara tenga una inclinación.

Las guarniciones de barrera y las banquetas de seguridad, pueden ser convenientes a lo largo de las caras de muros con gran longitud y túneles, particularmente si no están construídos acotamientos anchos. Las guarniciones tienden a prevenir a los vehículos de rozar el muro y la banqueta de seguridad reduce el peligro para las personas que caminan desde vehículos descompuestos.

Las provisiones para peatones generalmente pueden ser hechas sobre calles en pasos superiores y en grandes estructuras. En calles de baja velocidad una guarnición de barrera en la orilla de la banqueta es usualmente suficiente para proteger a los peatones de la corriente vehicular. Es una práctica adecuada la de mantener la continuidad de guarniciones altas en los accesos a estructuras superiores. Donde se involucran altas velocidades, se deberá instalar una barrera tipo barándal de altura adecuada entre la banqueta y los carriles de tránsito, y el tipo de barándal para peatones deberá ser usado, afuera de la orilla de la banqueta.

### GUARNICIONES MONTABLES

Las guarniciones montables son diseñadas cuando los vehículos pueden cruzarlas con variación del grado de comodidad adecuado. Como se muestra en las figuras 2c - 2h, son de 15 cm o menos de ancho y tienen superficies redondeadas o con pendiente plana. La guarnición mostrada en 2c, tiene una cara que termina en curva y es montable a bajas velocidades.

Un tipo similar con una cara vertical radio de 1.00 cm y 15 cm de alto puede ser considerada como guarnición de barrera. Cuando la pendiente de la cara vertical de la guarnición tiene una inclinación de 1:1 y una guarnición montable es requerida, la altura no deberá ser mayor de 10 cm y preferiblemente menor. Cuando la cara inclinada es intermedia entre 1:1 y 2:1 la altura deberá ser limitada a 15 cm. Para cruzar comodamente la guarnición montable deberá ser bien redondeada.

Es conveniente construir una sección vertical en la superficie, mas baja, para efectos de repavimentación como se muestra en las figuras 2d, 2e, y 2g. La parte vertical es de aproximadamente 5 cm.

Las guarniciones prefabricadas de cemento portland son bastante recomendables por su rápida instalación. Las guarniciones de granito son usadas en algunas áreas, donde los materiales de construcción pueden ser escasos o a precios altos. Por su durabilidad el granito es preferible sobre las de cemento portland, donde se utilizan productos químicos para eliminar la nieve o el hielo.

Las guarniciones montables son usadas en la orilla de fajas separadoras para de-

linear isletas canalizadoras en intersecciones o en algunos casos en la orilla del acotamiento. Las guarniciones no deberán localizarse adyacentes a carriles de alta velocidad. Cualquiera de las secciones montables en figura 2 podrán ser usadas como guarniciones en la faja separadora. Las guarniciones montables planas son usadas algunas veces en las rampas de salida de los pasos. Tales guarniciones delinean el área utilizada, control del drenaje e incrementan la eficiencia de operación del paso. Donde las guarniciones para drenaje son usadas en conjunto con fajas separadoras de barrera, deberán ser instaladas directamente abajo o detrás de la barrera. Las guarniciones colocadas inadecuadamente pueden causar que un vehículo salte la barrera y sea lanzado provocando una volcadura.

Cuando son colocadas en la orilla exterior del acotamiento, la principal función de la guarnición montable es el control del drenaje, mejora la delineación y reduce la erosión. Pueden ser parte del sistema de drenaje longitudinal siendo combinado con una sección en canal. Todas estas secciones montables son aplicables a este uso. Si la superficie de los acotamientos no es suficientemente ancha para un vehículo estacionado, la guarnición del acotamiento deberá ser fácilmente montable para alentar a los conductores a estacionarse sin obstruir el camino.

#### SECCION EN CANAL

Una sección en canal puede proporcionarse sobre un lado de la guarnición de barrera o montable, para formar el principal sistema de drenaje del camino. Se proporcionan entradas en el canal o en la guarnición o en ambas. Los canales son

generalmente de 30 a 90 cm de ancho con una sección transversal de cerca de 2.5 por 30 cm para incrementar la capacidad hidráulica de la sección en canal. Los canales deprimidos poco profundos, sin una guarnición pueden tener algún valor de delineación, pero tienen pequeña capacidad de flujo y un valor limitado de drenaje. Generalmente, no es práctico el diseño de una sección en canal, para contener todo el flujo de las frecuentes lluvias y algún exceso de flujo en la superficie, puede ser esperado. La expansión del agua sobre la vía es conservada dentro de límites tolerables por el tamaño propio y es espaciamiento de las coladeras. El enrejado de las coladeras y depresiones para la abertura de las guarniciones de las coladeras, no deberá ser localizado en los carriles de paso por el efecto adverso para los conductores desviándose lejos de estas.

Cuando el canal tiene la misma superficie, color y textura de los carriles de tránsito y no es mucha la inclinación en la sección transversal de pavimento inmediato, podrá ser considerada como parte de los carriles de tránsito. Como quiera, con cualquier forma de guarnición existe alguna distancia lateral prudente para los conductores, particularmente sobre su derecha, el cual reduce el efecto del ancho de los carriles de tránsito directo. Un canal de color y textura contrastante, no deberá ser considerado como parte del ancho de los carriles de tránsito. Donde el canal tiene evidentes juntas longitudinales y un tanto inclinada la sección transversal el carril adyacente, disuade grandemente a conducir cercano a la guarnición, que donde el carril de tránsito y el canal están integrados.

## ALTA VISIBILIDAD DE LA GUARNICION

Una alta visibilidad de las guarniciones es ventajosa en la noche, particularmente en áreas sujetas a niebla o fuertes lluvias. Las guarniciones de concreto convencional o asfalto, ofrecen poca visibilidad, que contraste con el pavimento normal, particularmente en la noche y cuando esta húmedo. Las guarniciones en isletas canalizadoras o guarniciones continuas en la orilla a lo largo de los carriles directos, pueden ser construidos con superficies reflejantes. Las guarniciones de diseño especial con depresiones o bordes reflejan la luz de los focos son visibles durante fuertes tormentas, cuando la delineación es más necesaria y cuando las guarniciones planas pueden ser apenas perceptibles. El alto costo de instalación y los problemas de mantener limpios son las únicas limitaciones para el uso de tales guarniciones.

De otra forma el tratamiento de alta visibilidad, las guarniciones se hacen notar con pintura y rayado o por el uso de pinturas reflejantes aplicada en la superficie, como puede ser termoplástico o tipos convencionales de guarniciones. Se ha considerado el uso de algunos elementos de prueba, particularmente sobre camellones angostos en áreas urbanas, botones reflejantes o dispositivos sobre guarniciones continuas y no se utilizan en general. Para mejor visibilidad de las guarniciones continuas de fajas separadoras, algunas están siendo construidas en guarniciones con caras o la parte superior pintada de blanca o amarilla reflejante. Las guarniciones pintadas, no están sujetas al uso del tránsito, pero están sujetas a salpicarse y al lodo. Para conservarlas en forma adecuada, se necesita frecuentemente de limpieza o repintarse, lo cual representa un significativo costo de mantenimiento.

## FAJA SEPARADORA

Una faja separadora es un elemento altamente necesario en arterias con 4 ó más carriles. Una faja separadora central es definida como la porción de una carretera dividida, que separa las vías de viaje para el tránsito en direcciones opuestas. Las principales funciones de una faja separadora central, son proporcionar una libertad de tránsito entre los volúmenes en direcciones opuestas, un área de recuperación para vehículos fuera de control, un área de parada en casos de emergencia, un área para cambio de velocidades y almacenaje para vueltas izquierdas y vueltas en "U", para vehículos y minimizar el deslumbramiento. Otro beneficio de la faja separadora central en un área urbana es que puede alojar una zona verde. Para máxima eficiencia una faja separadora central, deberá ser altamente visible de día y de noche y contrastar con los carriles de tránsito directo. Una faja separadora central, puede variar desde unas rayas en el pavimento hasta un área de ancho variable entre dos caminos diseñados independientemente. Las fajas separadoras centrales, pueden ser elevadas, deprimidas o a nivel.

Una faja separadora central deprimida generalmente es preferida en autopistas. Este tipo es más eficiente para drenaje y retirar la nieve. La inclinación de los lados de la faja separadora central, no deberán ser con pendientes menores de 6:1 y posiblemente 10:1. Pendientes de 4:1 pueden ser adecuadas estructuralmente y para cubrir con césped, pero es dudable la inclinación para la seguridad del camino. Todas las coladeras del drenaje deberán ser diseñadas con el máximo nivel del peso y no deberá ser peligroso para los vehículos que salen del camino.

Las fajas separadoras centrales elevadas tienen aplicación sobre arterias, donde es deseable regular los movimientos de vuelta izquierda. También se usa frecuentemente la faja separadora central, para sembrar setos donde el ancho es relativamente angosto.

Las fajas separadoras centrales a nivel son usadas en algunos tramos, en todos los tipos de arterias urbanas. Cuando es usado en vías de alta velocidad una faja separadora central, con barrera es requerida. La faja separadora central, deberá ser ligeramente con corona o deprimida para drenaje. En climas agradables, la corona tipo es frecuentemente usada para eliminar la necesidad de construir un colector, en la faja separadora central. Como quiera, el tipo ligeramente deprimido es generalmente preferido con una pendiente transversal de cerca 1.25 cm por 30 cm o con una menor inclinación que la sección del camino.

El ancho de la faja separadora, se dimensiona entre la orilla de los carriles de tránsito directo e incluye los acotamientos izquierdos. Deberá ser tan holgado como sea factible, el ancho mínimo en autopistas urbanas es de cerca de 7.5 m. En localizaciones extremadamente restringidas, el ancho mínimo es 5.0 m. - Esto permite instalaciones de una faja separadora central con barrera y proporciona suficiente espacio en emergencias para que la utilicen algunos vehículos con un mínimo de interferencias sobre los carriles de tránsito directo. En autopistas con faja separadora central, con ancho mínimo el espacio entre la orilla de pavimento y la barrera en la faja separadora central, deberá ser pavimentado.

Pueden presentarse casos de ligeros desarrollos en áreas suburbanas donde los caminos pueden ser diseñados independientemente con una faja separadora central de ancho variable. Este tipo de diseño es altamente deseable, pero su uso es limitado por el derecho de vía requerido.

Una función más importante de la faja separadora central, sobre calles arteriales es proveer carriles de vuelta izquierda en intersecciones. El ancho de la faja separadora central de 6.0 m o más es deseable para este propósito. Como quiera los anchos de 5.0 a 5.5 m permitan adecuar razonablemente un carril de vuelta izquierda. Sobre las facilidades en arterias, una faja separadora central con ancho de 4.0 m dentro del cual un carril central de 3.0 m y su separador central de 1.2 m puede ser utilizado en la práctica, aunque si bien en localizaciones extremadamente restringidas el ancho del separador puede ser reducido a 60 cm.

En muchas calles arteriales donde el derecho de vía es sumamente restringido y sólo es factible ubicar un separador angosto de 60 cm a 1.2 m de ancho. Como carriles de vuelta izquierda no pueden ser proveídos, con una faja separadora central angosta, vehículos girando pueden periódicamente bloquear algunos carriles de accesos y salidas en la intersección. Esto incrementa grandemente los accidentes potenciales y reduce la capacidad.

En arterias principales localizadas en el área de negocios con numerosos accesos o cocheras sobre cada lado de la calle, puede ser inadecuado operacionalmente, incluir una faja separadora central del tipo barrera a nivel, si es suficiente el ancho disponible. No colocar frecuentes aberturas eliminaría muchas de las vueltas izquierdas a y desde las cocheras. Los conductores deberán entrar y salir -

por medio de vueltas izquierdas, solamente y en algunos casos podrá ser necesario para vueltas en "U" o girar alrededor de la manzana para llegar a su destino. Este tipo de operación podría ofrecer menos interferencias que las vueltas directas desde y a las cocheras. Como una alternativa, un carril central reservado para vueltas izquierdas en ambas direcciones puede algunas veces utilizarse. Este tipo de diseño es conveniente, incrementa y se utiliza en las calles sobre todo donde existen numerosos negocios con sistema de autoservicio.

Las fajas separadoras centrales, utilizadas sobre arterias principales requieren cuidadoso diseño tocante a los cruces de las calles.

#### DISEÑO DE FAJAS SEPARADORAS CENTRALES

La figura 3 muestra algunas de los tipos de fajas separadoras centrales, que son utilizados en arterias. La figura 3a, ilustra una faja separadora central, pavimentada a nivel, la cual puede ser utilizada en arterias urbanas. El ancho puede variar de 60 cm a 4.8 m. Para ordenar la separación del tránsito, pueden colocarse algunos tipos de marcas elevadas. Donde la faja separadora central es de 3.0 m de ancho como mínimo, puede ser utilizada como un carril continuo de vuelta izquierda.

La figura 3b muestra una faja separadora central, que tiene una ligera pendiente en la corona y la figura 3c es similar, excepto que la faja separadora central es ligeramente deprimida. Esta faja separadora central, puede ser usada sobre todo en las arterias. Los anchos ilustrados son  $\pm$  1.20 m a 9.15 m con un rango superior aplicable a las autopistas. Sobre autopistas y arterias de mayor velo-

cidad, una barrera es usualmente requerida.

La figura 3d muestra una faja separadora central, relativamente angosta con un separador elevado de cerca de 1.2 m de ancho. La faja separadora central, que incluye todo es de 2.4 a 6.0 m de ancho, dependiendo que se coloque un canal o acotamiento. Este tipo puede ser adecuado sobre calles arteriales en áreas ya construidas. Las guarniciones pueden ser del tipo montable o barrera.

La figura 3e ilustra una faja separadora central más ancha y elevada, la cual comunmente puede ser usada en autopistas de acuerdo a su magnitud. El separador es de 3.60 a 9.15 m de ancho. Usualmente tienen guarniciones montables y pueden ser con terreno natural o cubierta con cespèd. Separadores angostos son ensanchamiento del terreno natural y eliminan los problemas de mantenimiento. La faja separadora central, que incluye todo puede variar el ancho de 7.2 a 12.0 m.

La figura 3f muestra una faja separadora central deprimida por autopistas y con las mismas dimensiones de la figura 3e. Este tipo de faja separadora central, es usualmente cubierta de cespèd y con arbustos en forma opcional, donde el ancho es menor de 9.15 m, una faja separadora central con barrera puede ser requerida.

La figura 3g ilustra una faja separadora central, con un separador consistente en una sección rellena de tierra como barrera entre los dos cuerpos. Este tipo es usado en autopistas. Arbustos pueden ser plantados y fácilmente mantenidos. En este ejemplo el ancho de el separador es  $\pm 1.8$  m a  $\pm 4.5$  m el ancho total de la faja separadora central es de  $\pm 6.0$  m a  $\pm 12$  m.

La figura 3h muestra una faja separadora central, con variaciones de anchos sobre una autopista con diseños independientes de los cuerpos. El área central de la faja separadora central es el estado natural.

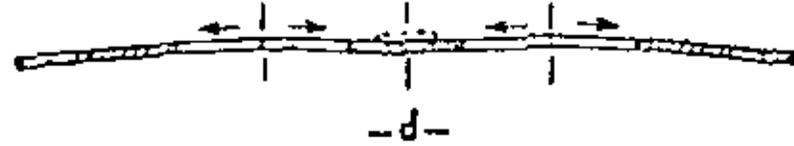
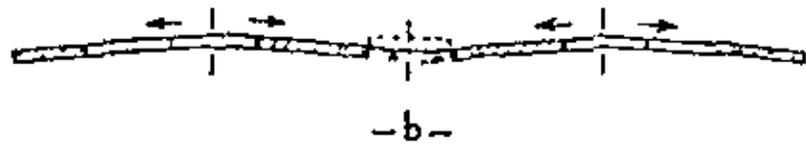
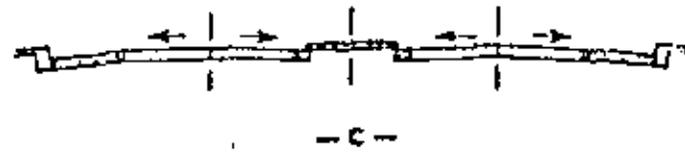
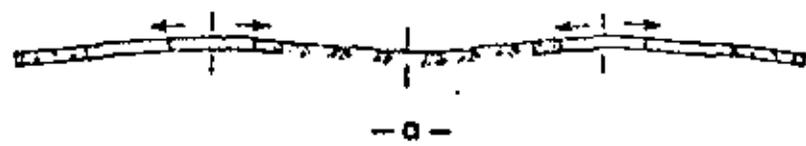
### CALLES LATERALES

Las calles laterales pueden tener numerosas funciones, dependiendo del tipo de arterias a que sirva y las características del área adyacente. Pueden ser usadas para controlar el acceso a la arteria funcionando como una calle de servicio a las propiedades adyacentes y manteniendo la circulación del tránsito en cada lado de la vía. Las calles laterales pueden servir para separar el tránsito local del de alta velocidad o sea del tránsito directo e intercepta las cocheras de los establecimientos comerciales y habitacionales a lo largo de la carretera. Las conexiones transversales entre los carriles de tránsito directo, usualmente se realiza en conjunción sobre dos caminos suministrando el acceso entre los carriles directos y la propiedad adyacente, así el carácter directo de la carretera es conservado inafectado para los desarrollos subsecuentes en los lados de la vía.

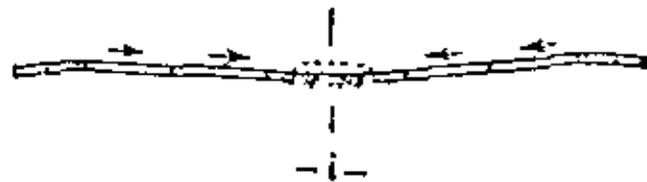
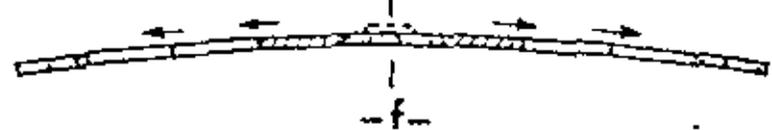
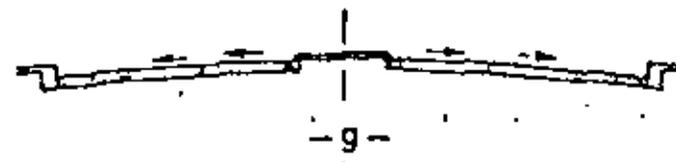
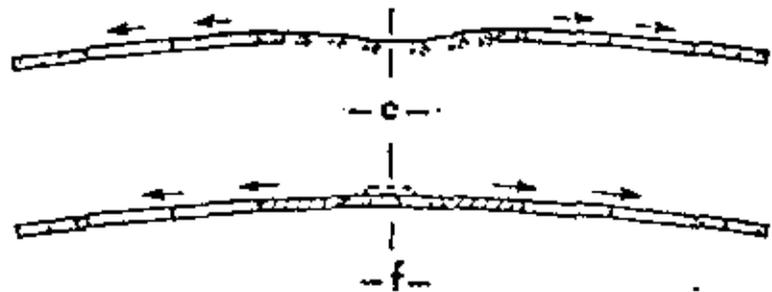
Calles laterales son usadas en todos los tipos de carreteras. Su mayor uso es sobre autopistas, donde su función primaria es la de distribuir y coleccionar el tránsito entre las arterias locales y los pasos en las autopistas. En algunas circunstancias, calles laterales son también deseables en calles arteriales en el centro y en el área suburbana. Las calles laterales no solamente proporcionan más accesos favorables para desarrollos comerciales y residenciales que el rápido movimiento en calles arteriales, pero también ayudan a preservar la seguridad y capacidad más tarde.

A pesar de las ventajas citadas, el uso continuo de calles laterales en caminos son para vías de alta velocidad en calles arteriales donde las intersecciones a nivel pueden ser indeseables. En el cruce de las intersecciones, los movimientos directos y de vueltas en varias intersecciones cercanas incrementan grandemente los accidentes en forma potencial. Las intersecciones múltiples son también vulnerables a accesos erróneos. Operaciones del tránsito son mejoradas - si las calles laterales son localizadas a una considerable distancia de la línea principal en el cruce de las intersecciones con los caminos en orden de la longitud del espacio entre intersecciones sucesivas a lo largo de los cruces. Un espacio mínimo de 30 m entre la calle arterial y las calles laterales es deseable.





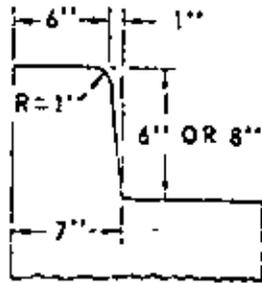
EACH PAVEMENT SLOPES TWO WAYS



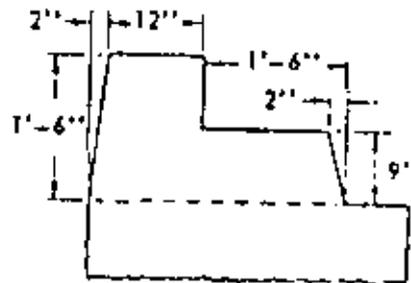
EACH PAVEMENT SLOPES ONE WAY

SECCIONES BASICAS PARA CARRETERAS DIVIDIDAS  
DISPOSICION BASICA DE LA PENDIENTE TRANSVERSAL

BARRIER CURBS

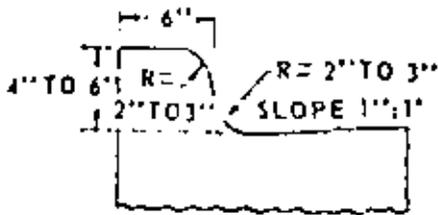


-a-

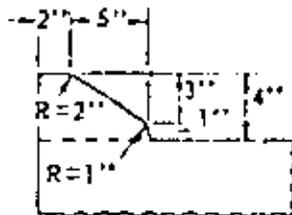


-b-

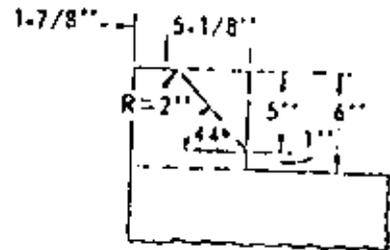
MOUNTABLE CURBS



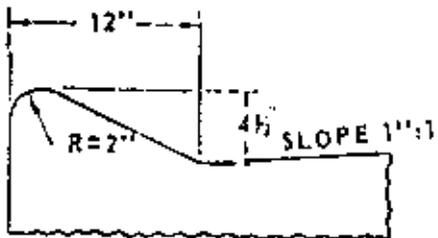
-c-



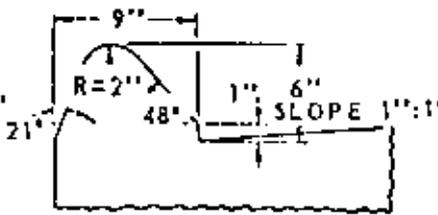
-d-



-e-



-f-

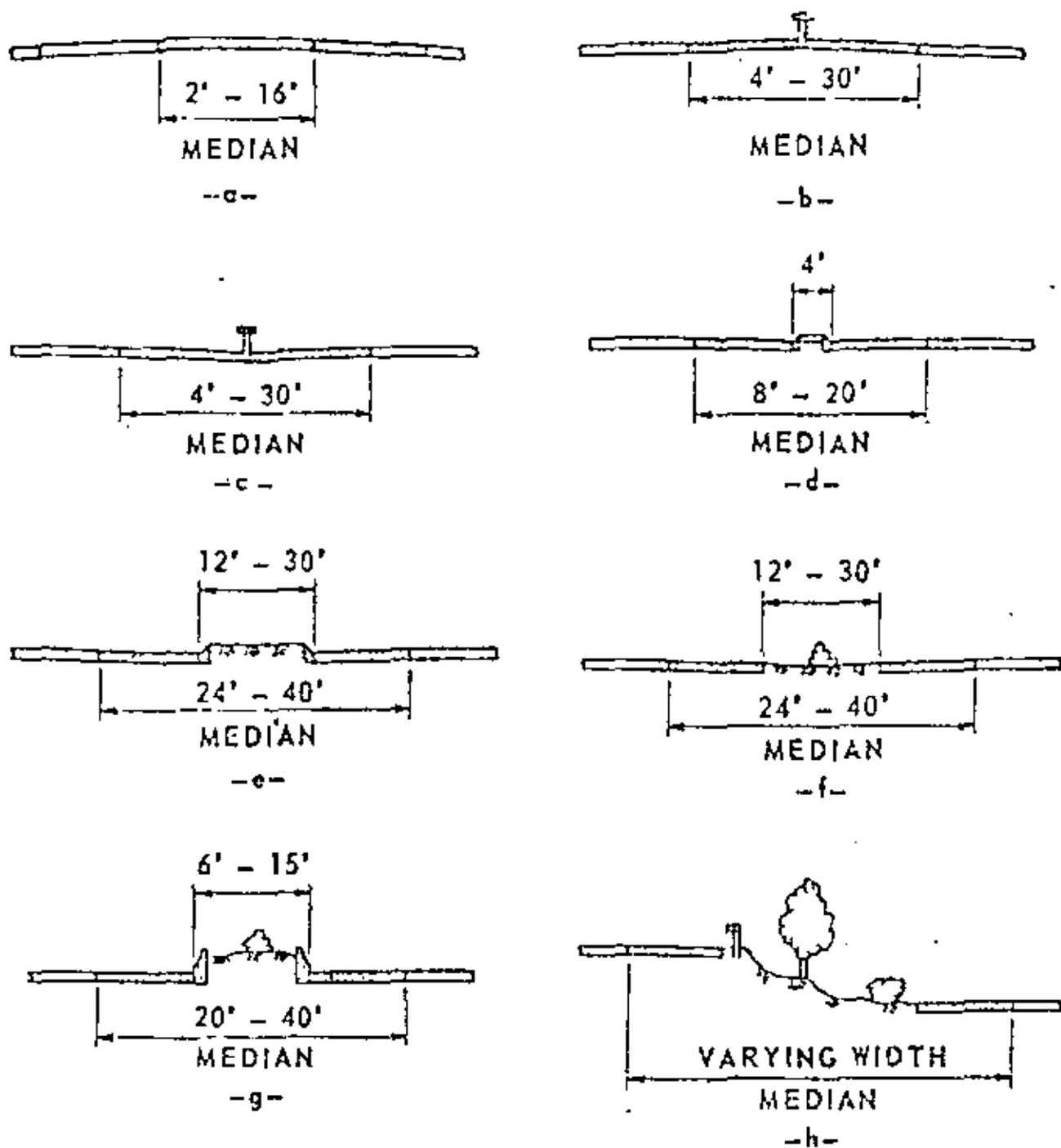


-g-

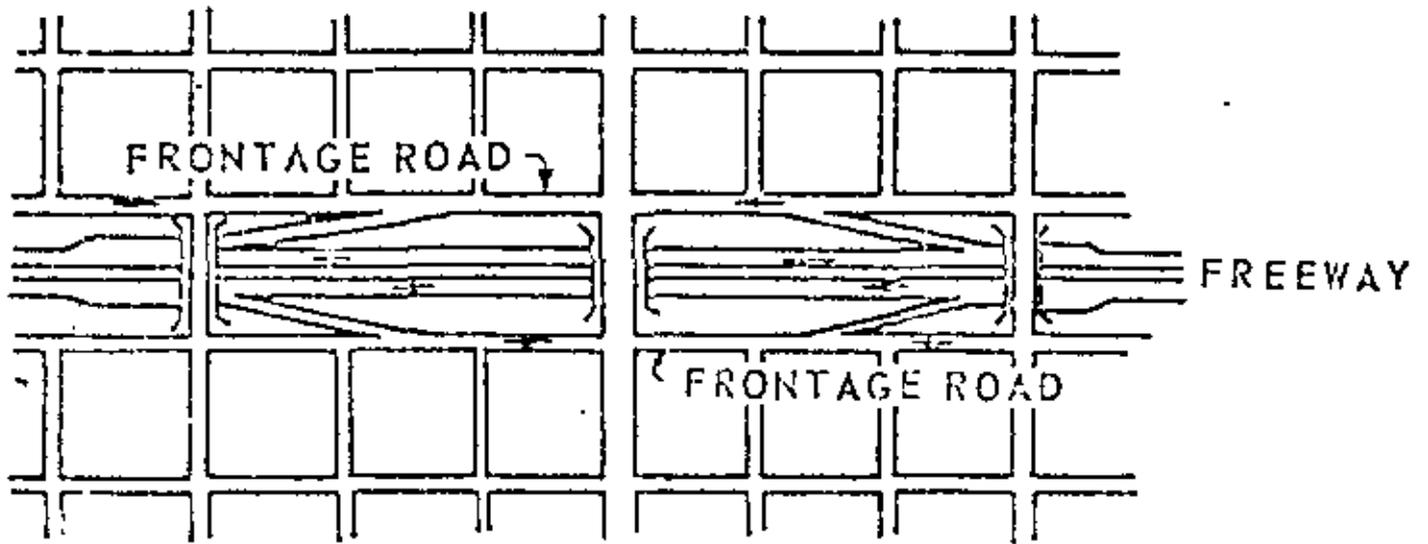


-h-

GUARNICIONES

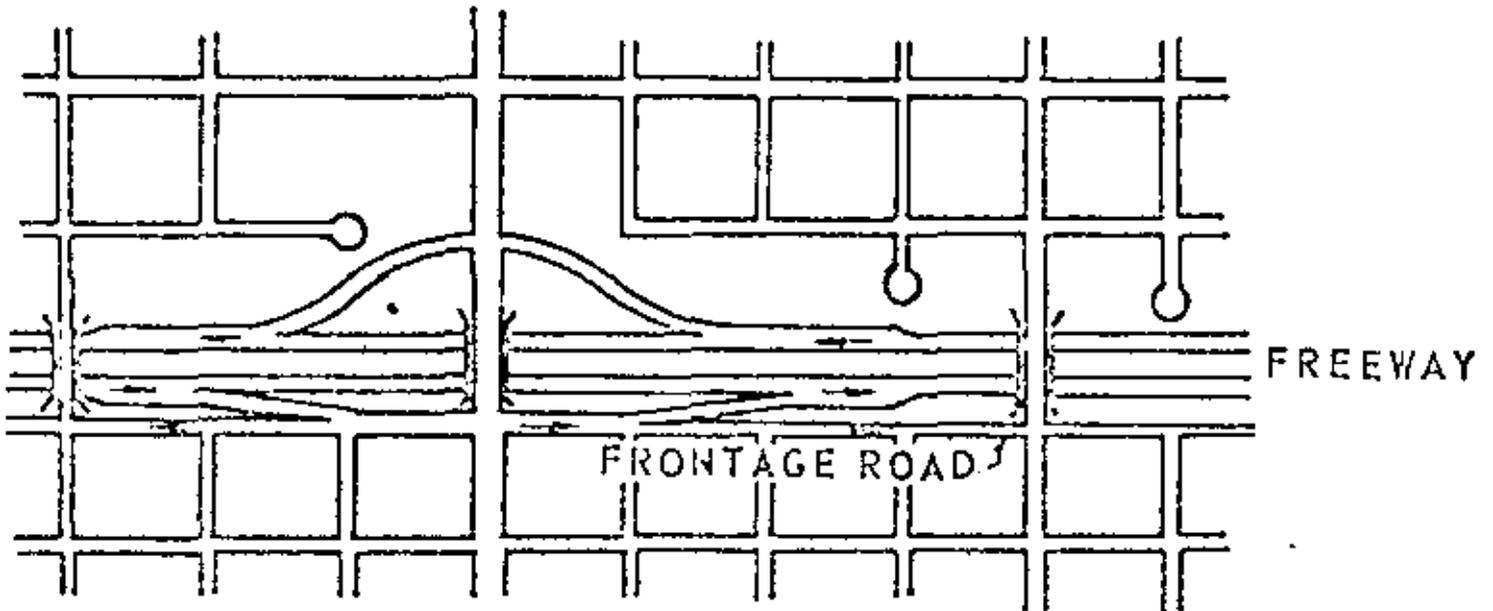


FAJAS SEPARADORAS



WITH TWO FRONTAGE ROADS

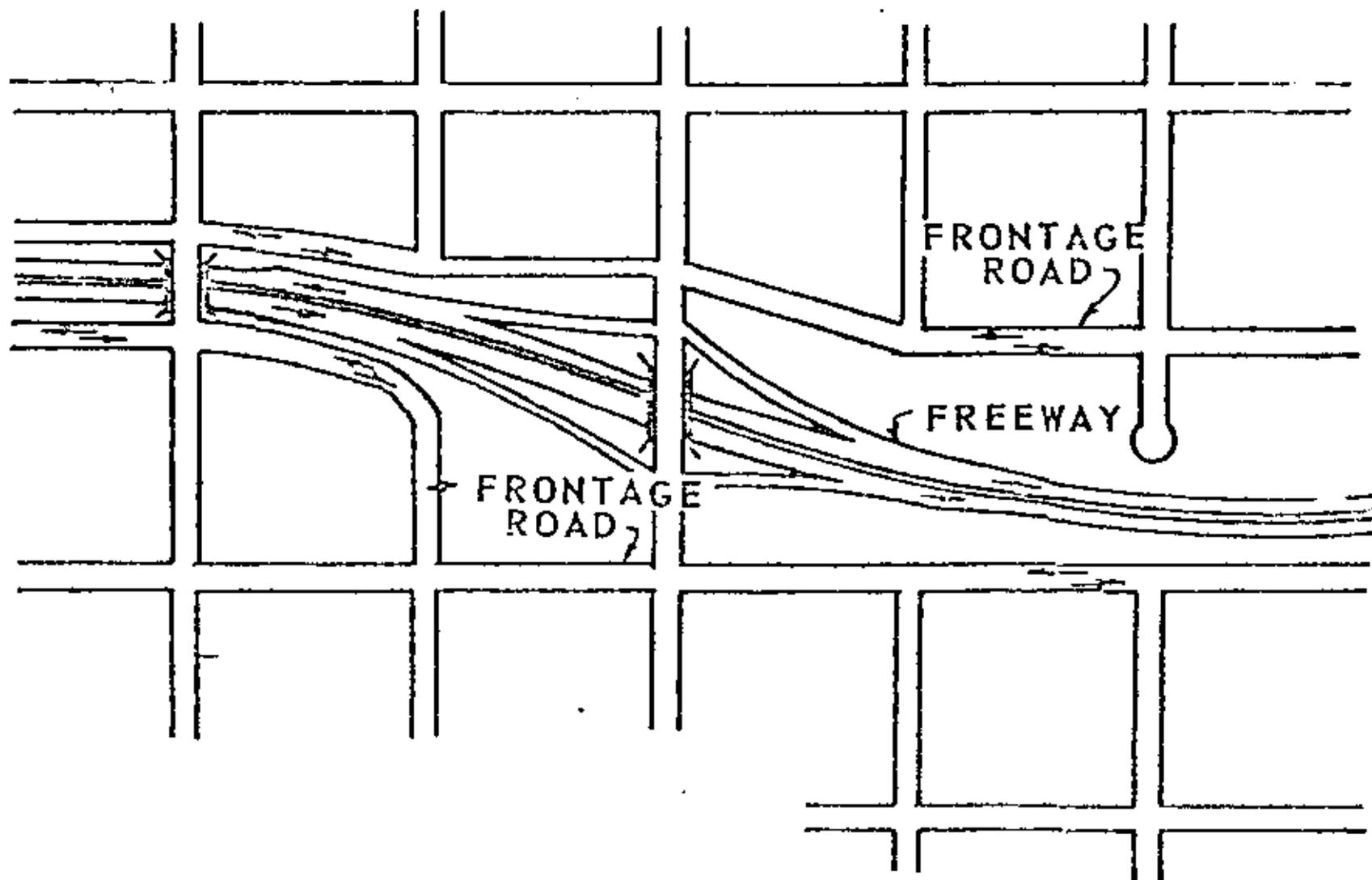
-a-



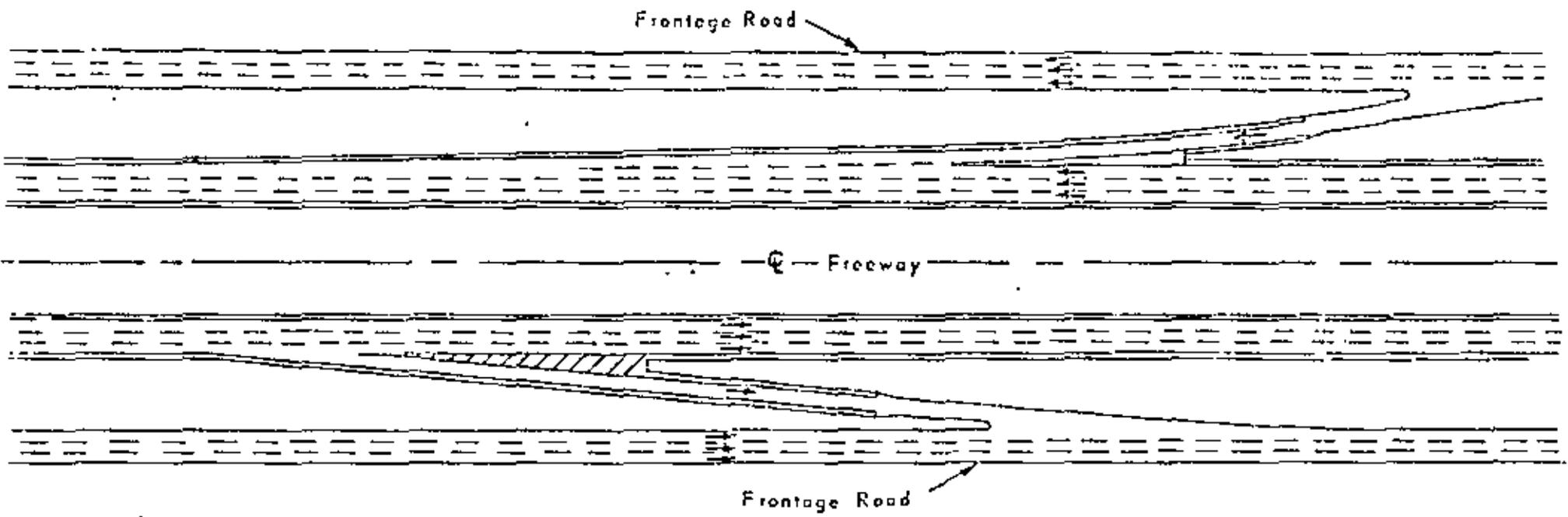
WITH ONE FRONTAGE ROAD

-b-

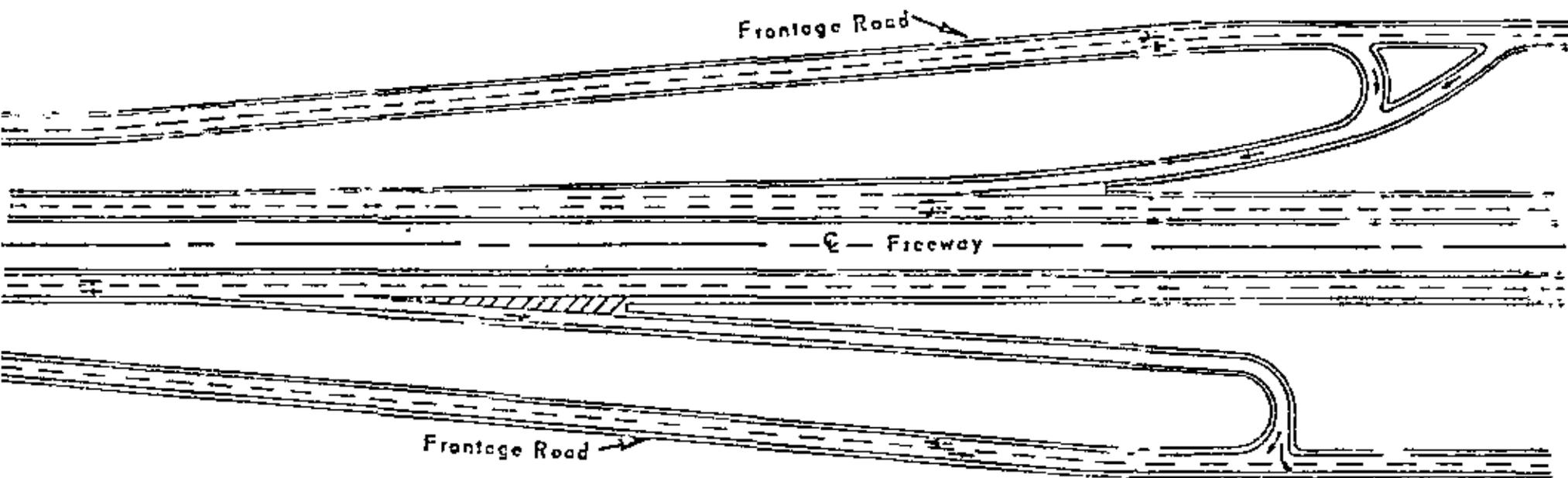
LOCALIZACION DE LAS CALLES LATERALES



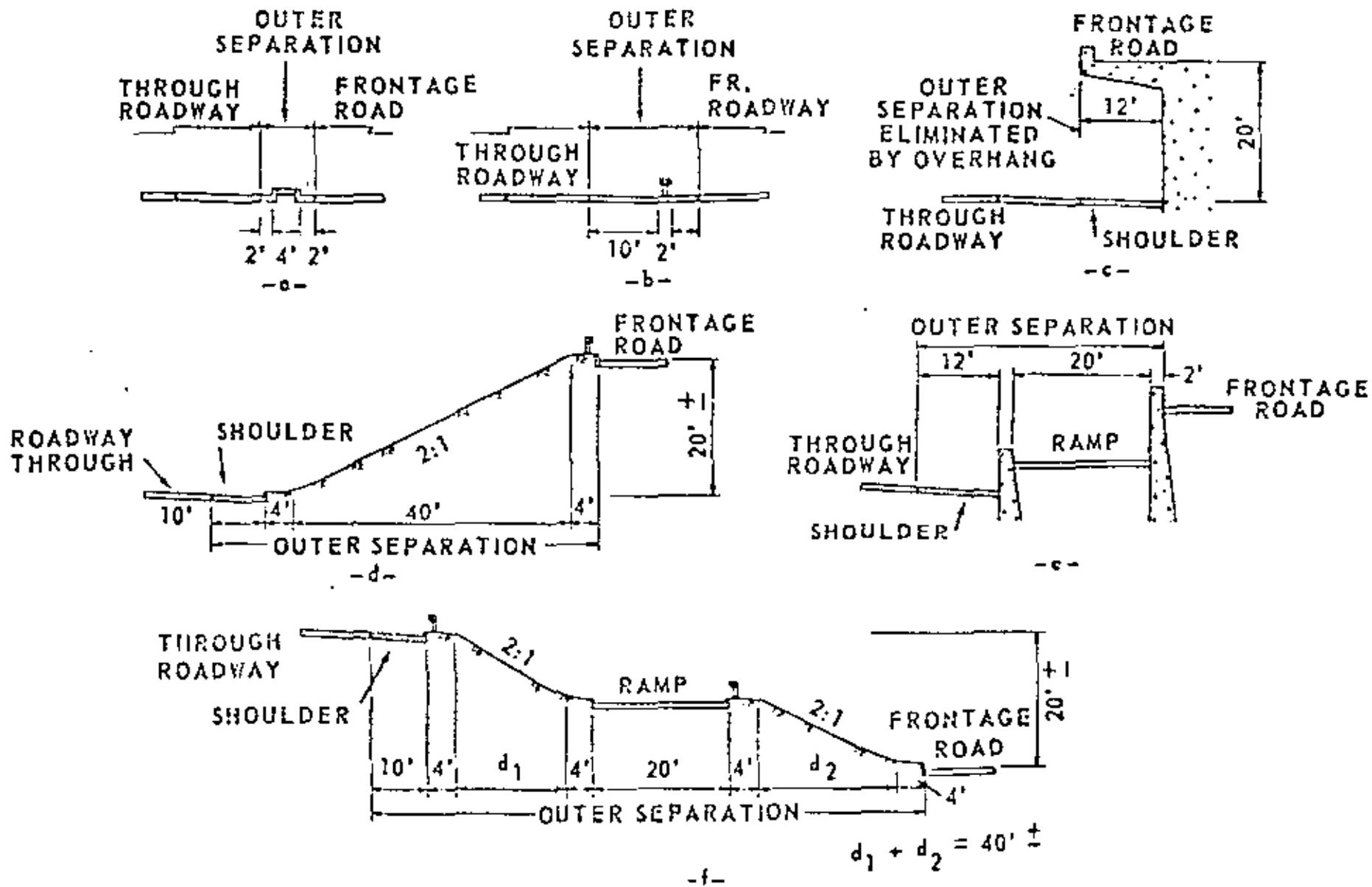
TRAZO IRREGULAR DE LAS CALLES LATERALES



CALLES LATERALES CON ENTRADAS Y SALIDAS DE UN SENTIDO



CALLES LATERALES DE DOBLE SENTIDO  
LOCALIZACION DE LAS RAMPAS DE ACCESO Y SALIDA



SEPARACION EXTERNA

Figura 8

## ARTERIAS PRINCIPALES

### Aspectos Generales

Las Arterias tienen dos características, que las distinguen de las Autopistas Urbanas: ( 1 ) las intersecciones con otras calles, son a nivel, y, ( 2 ) al gu ías veces proporcionan acceso a la propiedad colindante. La diferencia entre las arterias y las calles locales y colectoras no está bien definida, ya que, prácticamente todas las calles a nivel, sin considerar su función, cu z an otras calles a nivel y proporcionan acceso a la propiedad colindante. Es difícil establecer un criterio rígido, que distinga a las arterias, de las calles locales y colectoras: una clase se mezcla dentro de la otra facilmen te y los límites entre una y otra son frecuentemente difíciles de definir. Es to no es solamente desde el punto de vista funcional, ya que, también los aspectos geométricos operacionales deben considerarse. Existen, sin embargo, varias características que diferencian a las arterias de las calles de menor importancia. Las principales características de interés en el diseño y operación de las arterias son: ( 1 ) Servicio funcional y volumen de trán sito; ( 2 ) Control de accesos; ( 3 ) Control de la operación y regulación; y ( 4 ) Características geométricas. Cada uno de estos aspectos serán tra tados con detalle y con particular énfasis los dos últimos.

### SERVICIO FUNCIONAL

El sistema de arterias principales, que incluye arterias y autopistas, presta servicio a los centros de mayor actividad en el área metropolitana, y son los corredores de altos volúmenes de tránsito y las líneas de deseo de viajes más

largos. El sistema de arterias menores se interconecta y aumenta el sistema arterial principal. Este sirve a los viajes cortos y a los centros de menor actividad, que se han identificado con el sistema de arterias principales.

La porción del sistema de arterias principales y menores, ya sea planeado o existente, cuyos accesos, no están completamente controlados, constituyen el sistema de arterias principales para el área urbana. El sistema de arterias principales, puede estar además dividido en dos subclases tales como vías rápidas a desnivel y calles mayores. Las arterias principales tienen capacidad para proporcionar acceso a las propiedades colindantes, tal servicio deberá, sin embargo, ser solamente incidental, ya que, se debe tratar de presentar en primer lugar el servicio para los viajes y así mejorar el movimiento del tránsito.

#### CONTROL DE ACCESO

La necesidad de limitar el acceso, de la propiedad colindante a una arteria principal varía, de calle a calle y de lugar a lugar. Existen casos infrecuentes donde una arteria principal puede satisfacer las necesidades de movimiento del tránsito principal y al mismo tiempo proporcionar servicio a la propiedad colindante bajo control adecuado. Los casos usuales requieren algunas veces de un control o regulación de acceso, particularmente en lugares críticos donde es necesario desde un punto de vista operacional; esto incluye carril de retorno, carriles auxiliares y áreas de almacenamiento antes de las intersecciones.

El control de acceso puede llevarse a cabo por decreto, a través de su aplicación en la zona, por medio de reglamentos; como aberturas en la faja separadora, regulación de vueltas y estacionamiento y diseño geométrico de carreteras.

#### ACCESO CONTROLADO POR REGLAMENTO (Ley)

Donde existe un alto grado de control de acceso es usualmente acompañado por un reglamento.

Cuando los estatutos de control son aplicados a una calle principal, el acceso es usualmente limitado a las intersecciones o a la generación principal de tránsito.

#### ACCESO CONTROLADO EN TODA LA ZONA

En zonas se puede efectivamente controlar el crecimiento propio a lo largo de la arteria y de allí su influencia sobre el tipo y volumen de tránsito generado. Los usos propios pueden estar limitados a aquellos que atraen muy poca gente, excluyendo aquellos usos que generan un volumen significativo de tránsito durante las horas de máximos movimientos, ya que el grueso de los volúmenes de tránsito podrían tener una serie de efectos adversos en el área. En ciertos casos esto puede ser deseable para excluir usos del suelo que podrían depender de lo alto del volumen del tránsito comercial. Si existen las razones por la cual esta clase de vehículos no pueden ser acomodados prontamente o debido a limitaciones en el diseño de la carretera.

La regulación por zona requiere que exista amplio estacionamiento, fuera de la calle como una condición para aprobar la construcción de una edificación.

La disposición interna del desarrollo del uso del suelo deberá ser tal, que la distancia del espacio de estacionamiento a la arteria sea la más atractiva para el usuario, y minimizar la congestión en la cercanía de la entrada a la calle. Los vehículos que salen del estacionamiento a la arteria, no deberán obstaculizar al tránsito que entra al estacionamiento y que proviene de la arteria principal.

La subdivisión u ordenamiento de la zona requerirá que al desarrollo de una mayor generación de tránsito se le proporcione una conexión cómoda a la arteria principal, comparable a un buen diseño de intersección en una calle sirviendo a un volumen de tránsito similar. Se entiende, que la intersección será sujeta a las mismas medidas de control de tránsito, incluyendo restricciones para movimientos de vuelta, como se aplica en otro lugar de la arteria. El crecimiento puede ser requerido para proporcionar un carril paralelo entre las propiedades y la arteria principal, si se requiere mantener un alto nivel de operación y seguridad sobre la arteria.

#### CONTROL DE ACCESO POR MEDIO DE GUARNICION

Los controles con guarnición pueden ser efectivos y preservar el carácter funcional de las arterias principales. En áreas densamente construidas, y en áreas que tienen un potencial para un intenso crecimiento, la negativa de permitir este medio de control puede ser usada como una medida para minimizar la interferencia marginal con el flujo libre de tránsito. En áreas de crecimiento más espaciado con perspectivas de crecimiento denso, los controles por medio de guarniciones son un medio útil para asegurarse que los carriles de cambio de velocidad están colocados de tal manera que exista un mínimo de

riesgo para el usuario de la carretera y menor interferencia para el libre movimiento del tránsito.

#### CONTROL DE ACCESO POR MEDIO DE DISEÑO GEOMETRICO

Las calles laterales y las intersecciones a desnivel proporcionan los últimos adelantos en control de acceso. La construcción de calles laterales efectivamente controla el acceso através de sus carriles en una arteria principal, proporcionan acceso a la propiedad colindante, separa el tránsito local del tránsito de paso y permite la circulación del tránsito en cada lado de la arteria. Estas pueden ser usadas en conjunto con pasos a desnivel, en los cruces con grandes avenidas, en cuyo caso la arteria toma algunas características de operación de una autopista.

Las calles laterales continuas en combinación con intersecciones a desnivel crean conflictos peligrosos de tránsito y conducen a un camino equivocado de entrada, por esta razón, las calles laterales continuas deberán estar limitadas en su aplicación a la última etapa de construcción de un diseño de autopista. Las secciones cortas de calles laterales no son riesgosas y tienen amplia aplicación.

#### CONTROL DE OPERACION Y REGULACION

La eficiencia de un sistema de arterias principales puede ser medida en gran parte por los adecuados medios para control del tránsito y el grado de regulación del mismo. Estas medidas son de tal manera importantes o notables, que es posible convertir una calle con un diseño medianamente bueno es una mejor calle o arteria, suponiendo que la demanda para el servicio de ruta arterial existe en el corredor de tránsito.

El hecho de que los controles de operación pueden tener una gran influencia sobre la utilización de la calle puede ser bueno o malo desde el punto de vista de la ciudad y su valor medio ambiental.

Si los controles de operación del tránsito, son usados imprudentemente pueden conducir a arruinar áreas con valor bajo y producir un mayor trastorno en el uso del suelo. Este resultado indeseable puede ocasionar, por ejemplo, un alto grado de medidas de control y regulación del tránsito en una calle residencial, para alojar un flujo de tránsito mayor, proveniente de una arteria cercana paralela, que sirva al mismo tránsito. El menor potencial económico que resulta de tal medida puede más que compensar el costo de acondicionar la arteria para proporcionar servicio a movimientos mayores.

La aplicación de medidas para el control del tránsito, que mejoran la capacidad y el nivel de servicio es aplicado al máximo sobre las arterias. Las medidas de control se dividen en las siguientes categorías: (1) Dispositivos para el control del tránsito (2) Medidas de regulación y (3) Uso de carriles direccionales.

#### DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO

Los dispositivos para el control del tránsito tales como señales, marcas, semáforos o isletas son colocados dentro o adyacentes a calles o carreteras para regular, prevenir o guiar al tránsito. Cada dispositivo es diseñado para cumplir una necesidad específica, que considera la operación, control o seguridad del tránsito. La necesidad de los dispositivos para el control del tránsito deberá ser determinado por un estudio de ingeniería en conjunto con el diseño geométrico de la calle o carretera. El Manual de Dispositivos

Para el Control del Tránsito, deberá ser usado para asegurar un diseño normal y una aplicación uniforme de algunos de los dispositivos para el control del mismo.

La importancia de un sistema de semáforos que responda a las necesidades del tránsito no puede ser sobreestimada. Las necesidades del tránsito fluctúan de hora a hora y de día a día. El sistema de semáforos deberá ser asimismo flexible. Generalmente se desea que el sistema incluya un detector, un procesador de información, y un control. La instalación de un sistema sofisticado de semáforos es generalmente el método más económico, para mejorar el nivel de servicio del tránsito en una zona densamente desarrollada.

Entre otras consideraciones, el sistema de semáforos deberá asignar el tiempo de acuerdo con la demanda. Los semáforos deberán estar coordinados para movimientos progresivos en la dirección del flujo de tránsito predominante en una arteria. Aunque el servicio de tránsito óptimo del sistema debe ser considerado como un todo. Donde sea necesario muchas fases, para controlar los movimientos en una intersección, se deberá proporcionar equipo de detección y programación para brincar fases cuando no exista demanda de tránsito. El tiempo ocioso de verde deberá ser conservado a un mínimo. El equipo para realizar u obtener esta meta existe en el mercado. Este método es mejorar el nivel de servicio del tránsito, si bien es caro, es usualmente menos costoso que un derecho de vía adicional y la construcción que puede ser la única alternativa.

#### MEDIDAS DE REGULACION

Las medidas de regulación toman varias formas. Las dos que más contribu-

yen a la eficiente operación de arterias, son restricciones de movimientos de vuelta y prohibición de estacionamiento, paradas o permanencia en las curvas.

### REGULACION DE VUELTAS

Las restricciones de movimientos de vueltas, a media cuadra y en las intersecciones, proporcionan buena operación si son aplicados prudentemente; sin embargo, tales restricciones no deberán ser aplicadas indiscriminadamente. Algunas medidas deberán ser proporcionadas a conductores para alcanzar destinos y esto puede ser realizado solamente por vueltas desde la arteria, ya sea derechas o izquierdas.

Los vehículos dando vuelta a la derecha, pueden interferir al tránsito continuo donde existan fuertes movimientos peatonales. También, donde el radio de curvatura de las esquinas es inadecuado o donde el ángulo de vuelta es mayor de  $90^\circ$ , los vehículos dando vuelta a la derecha pueden interferir al tránsito continuo en un grado que es mucho mayor a la proporción de la cantidad de vehículos que giran. En tales casos puede ser conveniente prohibir vueltas durante ciertas horas, si existen rutas alternas para los destinos involucrados. Como regla general, sin embargo, la interferencia causada por los vehículos dando vuelta a la derecha no es grave.

Los vehículos dando vuelta a la izquierda en un cruce de calles o localizado a media cuadra, frecuentemente crea interferencia considerable, disminuye la eficiencia de la arteria y contribuye a la incidencia de accidentes. Pocos de estos movimientos pueden ser eliminados, a pesar del conocimiento popular de que la señal de no voltear a la izquierda en una intersección, elimina

rá el problema. Por el contrario, los orígenes y destinos para el tránsito que da vuelta a la izquierda deben ser atendidos y la prohibición de vueltas izquierdas en una o más intersecciones pueden transferir el problema a otras.

La solución al problema consiste en descubrir o anticipar la dimensión del mismo y proporcionar a los movimientos continuos una combinación de medidas de regulación (Como, prohibición selectiva de vueltas), diseño geométrico y control del tránsito. Es difícil discutir esto independientemente, y no existen reglas firmes que sean aplicables a todas las situaciones. Existen algunos principios y métodos, los cuales si son considerados propiamente y aplicados, marcaran una solución lógica. Estos son descritos a continuación:

- 1.- Las necesidades del tránsito deberán ser satisfechas. Las vueltas izquierdas no deberán ser prohibidas a menos que existan otras alternativas de rutas disponibles.
- 2.- Como regla general, entre más chico es el número de vueltas izquierdas en cualquier sitio, será menor la interferencia con el tránsito directo. Luego entonces; para un número dado de vueltas izquierdas en una longitud de carretera, puede ser mejor fomentar unas pocas izquierdas en varios sitios, que concentrar las vueltas en un sólo lugar.
- 3.- Las fases especiales de semáforos, para movimientos de vuelta izquierda reducen el tiempo de verde disponible para otros movimientos en la intersección. Los semáforos con muchas fases son por tanto ventajosos solamente si la operación y seguridad del tránsito mejoran suficientemen

te para compensar tiempo de verde perdido. Esta decisión requiere cui  
dadosos análisis en cada caso.

- 4.- En lugares seleccionados donde es necesario prohibir las vueltas izquierdas, existen ventajas de operación, con respecto a la concentración de vueltas izquierdas en una intersección donde el volumen del tránsito que cruza es menor que la fase más larga del ciclo del semáforo que está disponible para verde en la arteria. Donde se intersectan dos arterias, puede ser ventajoso para los vehículos que requieren dar vuelta izquierda, evitar la intersección principal. Por ejemplo, una manera en la cual la maniobra de vuelta izquierda puede ser acompañada de vuelta izquierda desde la calle anterior, evitar la intersección principal, pasando una cuadra, vuelta derecha y pasando otra cuadra vuelta izquierda. Es indispensable el señalamiento informativo adecuado.
- 5.- Las rutas de tránsito que dan vuelta a la derecha en una cuadra, vueltas izquierdas, son algunas veces ventajosas. Pero existen también desventajas. El tránsito cuyo destino es voltear a la izquierda, requiere pasar através de la intersección dos veces. Las tres vueltas a la derecha de las otras intersecciones pueden ser inadecuadas y el recorrido por vehículos se incrementan. La aplicabilidad de esta forma de regular el tránsito, está usualmente limitada a aquellas intersecciones donde sólo unos pocos vehículos desean voltear a la izquierda y donde un carril especial de vuelta no es factible.
- 6.- La necesidad de carriles exclusivos para vuelta izquierda, no debe ser exagerada. Estos pueden consistir en isletas para vueltas izquierdas

en el camellón central o una continuación del carril central exclusivamen  
te para vueltas izquierdas en ambas direcciones. El control a base de se  
maforos con muchas fases es muy ineficiente, si el tránsito que va dar  
vuelta y el que va de frente usan el mismo carril. Donde existe fase pa-  
ra el tránsito que da vuelta, un carril de vuelta izquierda puede eliminar  
la necesidad de fases para vuelta izquierda, si el almacenaje de los  
vehículos que dan vuelta izquierda no afecta el tránsito continuo. LA  
seguridad del tránsito es aumentada si los vehículos que están dando  
vuelta, pueden ser almacenados fuera de los carriles usados por los  
vehículos de frente.

7.- Mediante un semáforo con indicación para vueltas izquierdas, dos ca-  
rriles de vuelta izquierda acomodarán cerca del 180% del volumen que  
puede ser servido por un carril simple con el mismo tiempo de verde dis  
ponible, dependiendo del ancho de la calle a cruzar y de los radios de  
giro. Luego, donde el derecho de vía proporciona espacio para un radio  
de giro amplio, y el ancho de la calle a cruzar lo permite, la instala-  
ción de dos carriles de vuelta izquierda puede ser una solución prácti-  
ca para el problema que involucra un denso movimiento de vuelta iz-  
quierda.

8.- La separación de niveles para movimientos de vuelta izquierda es algu-  
nas veces necesario.

En suma, deberán tomarse las medidas necesarias para establecer vuel-  
tas izquierdas lo más cerca posible de el punto donde el usuario del ca-  
mino quiera realizarla. Sin embargo, si el punto de deseo para vueltas  
izquierdas es altamente problemático desde el punto de vista del dise-  
ño, control o seguridad del tránsito, pueden ser empleadas medidas re

gulatorias, para cambiar el punto donde las vueltas izquierdas pueden realizarse a un lugar que sea más adecuado. Solamente en casos excepcionales el punto podrá ser cambiado más de dos cuadras de el punto de deseo. Donde las vueltas izquierdas son permitidas desde una arteria, el diseño de la intersección deberá considerar carril de almacenamiento para vuelta izquierda a menos que sea totalmente impráctico proporcionarlo.

### RESTRICCIONES DE ESTACIONAMIENTO

Durante períodos de intenso movimiento de tránsito, el estacionamiento en la acera es incompatible con el servicio de las arterias, aún cuando la demanda del tránsito esté muy abajo de la capacidad de la calle, ya que los vehículos estacionados en las aceras son riesgos de accidente e impide el flujo libre del tránsito. No deberá ser permitido el estacionamiento en la acera sobre una arteria. El costo unitario por espacio de estacionamiento es exorbitante en comparación con el estacionamiento fuera de la calle. Sin embargo, durante períodos máximos que requieren de estacionamiento fuera de la calle, el estacionamiento puede ser tolerado en algunas arterias.

El mayor efecto negativo de vehículos estacionados, resulta de su interferencia con el flujo libre de tránsito y la disminución en la capacidad. En arterias que tienen 4 o 6 carriles, de guarnición a guarnición, los vehículos estacionados pueden llegar a limitar la capacidad a solamente el 55 o 65% con estacionamiento prohibido. Esta disminución es crítica durante las horas de máxima demanda.

Donde las provisiones de estacionamiento están incluidas en el diseño, las dimensiones de la sección transversal debe ser tal, que el ancho total pueda ser utilizado por los movimientos del tránsito cuando se elimine el estacionamiento. En intersecciones, deberá existir una distancia libre desde la esquina al primer lugar de estacionamiento. Esta distancia deberá ser al menos - de 6,1 m desde la línea de cruce. Esto proporciona espacio para maniobras extras para el tránsito que gira y reduce el conflicto con el tránsito continuo. Esto también incrementa la distancia de visibilidad.

Ningún otro control operacional simple puede tener un efecto tan importante - sobre el flujo de tránsito en arterias como es la regulación de estacionamiento. Esto incluye la obediencia de no estacionarse en zonas de carga y descarga; y paradas de autobuses.

#### USO DE CARRIL DIRECCIONAL

Regularmente, la arteria convencional es de carriles múltiples con doble sentido de circulación y con igual número de carriles en cada dirección. A menudo, sin embargo, se emplea un sentido de circulación donde las condiciones son propicias. Aunque es menos frecuente, la operación de carriles reversibles es utilizada para mejorar la operación. Las condiciones bajo las cuales cada forma de operación es más adecuada, depende en gran parte de las características del flujo de tránsito, del tipo de calles y de las características geométricas de la calle en particular. Donde un sistema de calles está en expansión o mejorando la última forma de uso direccional deberá estar anticipada y en el diseño preparado adecuadamente. Una vez que la arteria este adaptada a las normas deseadas, la conversión de una forma de uso direccional a otra,

puede involucrar un costo considerable y además la interrupción del tránsito. Para calles existentes de diseño convencional, esto puede ser una alternativa factible para incrementar la capacidad del tránsito.

#### OPERACION EN UN SENTIDO

El sistema consta de uno o más pares de calles de un sentido que es generalmente adaptable a la siguiente combinación de condiciones: a).- Donde una calle simple de doble sentido, no tiene la capacidad adecuada y no está preparada para mejorar y alojar la demanda anticipada de tránsito, particularmente en intersecciones donde los movimientos de vuelta izquierda son difíciles de manejar; b).- Donde hay dos arterias paralelas en una cuadra o dos separadamente y c).- Donde las calles que cruzan en número suficiente y espacio apropiado, están disponibles para permitir la circulación de tránsito.

Las calles de un sentido tienen las siguientes ventajas:

- a).- Incrementan la capacidad del tránsito, en la mayoría de los casos, debido a la reducción de conflictos en la intersección y permite una operación más eficiente de los dispositivos de control.
- b).- Se incrementa la velocidad de viaje dado la reducción de conflictos y retardos causados por vehículos que dan vuelta a la izquierda. El incremento en el número de carriles en una dirección, permite aumentar rápidamente el movimiento de vehículos. Un sentido permite una buena sincronización de semáforos.
- c).- Reduce el número y severidad de los accidentes, por la eliminación de accidentes de frente y reducción de algunos tipos de conflictos en la intersección.

- d).- Utilización completa en número impar de carriles de tránsito en calles que no permiten una división de carriles iguales de ancho adecuado.
- e).- Completa utilización del ancho disponible de la calle por la eliminación de camellón central.
- f).- Permitir estacionamiento sobre la calle que de otra manera es eliminado o restringido.

Existen también desventajas en calles de un sentido. Entre estas están las siguientes:

- a).- Las distancias de viajes se incrementan debido a que ciertos destinos solamente se alcanzan dando la vuelta a la cuadra. Esta desventaja es más aguda si la cuadrícula de calles está compuesta por calles de un sentido.
- b).- Pueden crear confusión a extraños.
- c).- Los vehículos de emergencia pueden ser bloqueados por carros que esperan su cambio de luz, en todos los carriles en la intersección.

En suma, existen varias ventajas y desventajas de la operación en un sentido. El cambio de uno o dos sentidos de operación depende en gran parte de cual tipo puede ser desarrollado para satisfacer los requerimientos del tránsito más económicamente y con grandes beneficios para la propiedad colindante. Se deben dar algunas consideraciones para ambos tipos de operación. En algunos casos el cambio es obvio. En otros casos puede ser necesario un estudio completo que involucre todas las facetas del problema.

#### OPERACION DE FLUJO REVERSIBLE

El desequilibrio en la distribución direccional del tránsito, durante las horas máximas sobre calles principales, en ciudades de tamaño grande y mediano,

frecuentemente provocan congestión en la dirección del flujo más denso, con exceso de capacidad para el tránsito opuesto. La capacidad durante las horas máximas puede ser incrementada usando más de la mitad de los carriles en una sola dirección.

La operación de flujo reversible sobre calles no divididas generalmente se justifica donde el 65% o más de los movimientos de tránsito se realizan en una dirección durante los períodos máximos; donde los carriles que permanecen para el flujo menor es adecuado para éste tránsito; donde existe continuidad en la ruta y ancho de la calle; donde no existe camellón central y donde las vueltas izquierdas y el estacionamiento puede ser restringido.

La calle convencional no dividida, requiere pocos cambios apreciables, para la conversión a operación de flujo reversible y el costo de las medidas de control adicional no es grande. En una calle de 5 carriles, 3 carriles pueden operar en la dirección de flujo mayor. En una calle de 6 carriles con distribución direccional aproximada del 65 al 35%, los 4 carriles centrales pueden ser operados en un sentido y los 2 carriles exteriores en el otro, durante la hora máxima de la mañana. Durante la hora de máxima demanda vespertino la operación es reservada sobre los carriles de enmedio, así que los 2 carriles centrales y los 4 carriles exteriores. Durante períodos mínimos el tránsito es acomodado sobre 3 carriles en cada dirección o con dos carriles en cada dirección con estacionamiento en la acera.

Calles con tres y cuatro carriles pueden también ser operados con flujo reversible, pero con solamente un carril en la dirección del flujo menor, un vehículo lento o uno recogiendo o bajando un pasajero retarda todo el movimiento, y

un vehículo obstruye completamente al tránsito en varias cuadras en una dirección. Ocasionalmente, las circunstancias pueden ser tales, que estas calles pueden ser adaptadas a un flujo reversible completo, un carril interno en la mañana y un carril externo en la tarde. En otras horas la calle puede operar en dos sentidos, con o sin estacionamiento.

Las vueltas izquierdas directas en la dirección con menor tránsito, deberán ser cuidadosamente controladas. Las vueltas izquierdas desde el flujo predominante son sujetas a las mismas consideraciones y regulaciones como para la operación convencional con dos sentidos de circulación. Esto es en contraste a una calle reversible de un sentido donde las vueltas izquierdas en todas las intersecciones pueden ser hechas rápidamente.

El flujo reversible requiere señalamiento especial y dispositivos de control adicionales. Es necesario más personal de tránsito, para operar los dispositivos de control. Barreras o traficonos son necesarios para separar el tránsito opuesto. Las señales restrictivas de "no vuelta izquierda" y "conserva su derecha" sobre pedestales o postes son también necesarias.

Asignar el tránsito por carriles puede ser acompañado por la colocación de señales en la parte superior del carril indicando el uso del mismo para períodos de tiempo dados. Sin embargo, con este arreglo existe una tendencia para algunos conductores que dan vueltas izquierdas, de usar carriles que están señalados para el tránsito en la dirección opuesta. Es mejor colocar señales separadas para el control del uso de carril en intervalos regulares sobre cada carril.

Esto es particularmente adaptable a puentes largos y secciones de calles sin conexiones a los lados. Además, se gana mayor eficiencia en la dirección predominante, por sincronización de semáforos. Con un sistema interconectado de tres diales, los semáforos están ajustados para una progresión del movimiento mayor en los períodos máximos, un tercer ajuste es usado para adaptar el flujo de tránsito durante los períodos fuera del máximo. Algunas veces los semáforos para el carril o carriles centrales son fijados en rojo en ambas direcciones, durante períodos fuera del máximo, convirtiendo de esta manera el pavimento sin uso en un área de seguridad.

El principio de operación de flujo reversible es también aplicable en arterias divididas por camellón central pero este hace más difícil el arreglo que en una vía sin camellón. La dificultad de manejar los cruces y el tránsito que da vuelta, la confusión para los peatones, y la difícil adaptabilidad para un cruce a nivel, con altos volúmenes, puede hacer preferible otros tipos de vías. Por ejemplo, la capacidad de una vía rápida a nivel con sección de flujo reversible de 3-2-2 o 3-3-3 carriles (Equivalente a 10 ó 12 carriles de una sección convencional), puede ser comparable a la capacidad de 6 carriles de autopista deprimida o elevada. Para estos anchos, los volúmenes probables deberán ser 3 500 a 4 000 veh/h. en una dirección o volúmenes de 50 000 a 60 000 vehículos, (Tránsito Diario Promedio Anual), para que una autopista sea necesaria. Además, el tránsito en algunos casos puede permanecer desbalanceado en años futuros. La operación de flujo reversible para carreteras a nivel se aplica como una medida principal para incrementar la capacidad existente en la carretera.

## ELEMENTOS GEOMETRICOS

En el desarrollo de un programa de mejoramiento del transporte, las rutas seleccionadas para mejorar, como arterias, puede comprender una porción de un sistema de calles existentes o pueden ser proyectadas localizando nuevos alineamientos a través de áreas sin desarrollo relativo. Usualmente será lo primero, porque históricamente la necesidad de mejorar las calles existentes ha sobrepasado la disponibilidad de recursos. Como consecuencia, el mejoramiento de calles tiende a retrasarse más que el desarrollo del uso del suelo.

Un mejoramiento mayor de las arterias existentes puede ser extremadamente costoso particularmente donde el derecho de vía adicional debe ser obtenido en áreas de intenso desarrollo. Por consiguiente, frecuentemente es necesario usar valores dimensionales que son algo menores que los deseados y que están debajo de aquellos que deben ser usados, donde el ancho de derecho de vía está disponible o puede ser adquirido a un costo bajo.

## VELOCIDADES DE PROYECTO

La velocidad de proyecto para arterias generalmente esta en rangos de 65 a 95 km/h. y ocasionalmente puede ser menor como 50 km/h. Velocidades menores se aplican en áreas densamente construidas o bajo condiciones de restricción particulares en áreas suburbanas. La velocidad de diseño de 80 km/h normalmente es adecuada y la de 95 km/h puede ser usada en secciones distantes que se acercan a condiciones rurales. La velocidad de recorrido deseable deberá ser de un promedio de 40 a 55 km/h durante las horas máximas y 55 a 70 km/h durante las horas de volúmenes bajos.

### CARRILES DE TRANSITO CONTINUO

El número de carriles variará, dependiendo de la demanda del tránsito y de la disponibilidad del derecho de vía, pero normalmente estará dentro del rango de 4 a 8 carriles. Se debe efectuar un análisis de capacidad para determinar el número de carriles necesarios. Las calzadas son algunas veces ampliadas en las intersecciones, con la adición de uno o dos carriles para vehículos que dan vuelta. Es necesario que los carriles tengan un ancho de 3.50 m. Para modificación de calles existentes y bajo condiciones de restricción, un ancho de carril de 3.20 m es aceptable.

### CARRILES DE ESTACIONAMIENTO

El estacionamiento en la calle disminuye la capacidad, impide el flujo de tránsito, e incrementa la potencialidad de accidentes. Por estas razones es necesario prohibir el estacionamiento en las arterias. Sin embargo, donde es necesario estacionarse y no existen estacionamientos adecuados fuera de la calle o no sea factible construirlos, el estacionamiento en la calle puede ser necesario.

Cuando el estacionamiento deba ser permitido sobre una arteria, solamente el estacionamiento en cordón deberá ser considerado. El ancho de los carriles de estacionamiento deberá ser diseñado para proporcionar un espacio de 0.90 a 1.5 m desde la orilla del carril de tránsito continuo hasta el vehículo estacionado. Los automoviles estacionados, dejan un espacio entre estos y la guarnición de 15 a 30 cm. y el espacio que ocupan es en promedio de 2.0 m aproximadamente. Luego, el total del espacio ocupado de la calle más el espacio necesario mencionado anteriormente, indican que el ancho de los esta-

cionamientos para automoviles deberán ser de 3.0 a 3.5 m. Este ancho es también adecuado para estacionamiento ocasional, de un vehículo comercial.

Un carril de estacionamiento cuyo ancho es de 3.0 a 3.5 m puede ser convertido a un carril adicional para el tránsito, si el volumen de tránsito futuro justifica el aumento en la capacidad. También puede ser usado como un carril adicional durante las horas de máxima demanda, prohibiendo el estacionamiento en estas horas. Un carril de estacionamiento de 3.05 a 3.65 m de ancho puede también ser usado como un carril de almacenamiento en una intersección semaforizada, prohibiendo el estacionamiento en una distancia adecuada antes de la intersección. Anchos menores de 3.0 m se consideran como bajo de lo normal para carriles de tránsito en arterias. Luego entonces un carril para estacionamiento menor de 3.00 m se considera impropio si se pretende usar el ancho total para el tránsito continuo.

Las marcas para limitar el espacio de estacionamiento en arterias fomenta el orden y uso eficiente del espacio de estacionamiento donde la renovación del estacionamiento es substancial y tiende a evitar la invasión de zonas no adecuadas como: paradas de autobuses, zonas de carga, cerca de las esquinas, espacio para isletas y otras zonas donde el estacionamiento esta prohibido.

Las marcas típicas para espacio de estacionamiento son mostradas en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito.

### GUARNICIONES Y ACOTAMIENTOS

Los acotamientos son necesarios en la mayoría de las vías y las arterias urbanas no son la excepción. Ellos contribuyen a la seguridad proporcionando

espacio para manobras y también para vehículos inmovilizados (por falla mecánica etc.). Ello ofrece una medida de seguridad al peatón ocasional en áreas de poco desarrollo donde las banquetas no son adecuadas. Ellos sirven como carriles de cambio de velocidad para vehículos que voltean dentro de la calzada proporcionando adicionalmente espacio para almacenar la nieve que cae sobre el camino.

A pesar de tantas ventajas de los acotamientos, en arterias su uso es generalmente limitado por la restricción del derecho de vía y la necesidad de utilizar el derecho de vía disponible para carriles de tránsito. También donde la propiedad colindante es usada para propósitos comerciales o es una zona residencial altamente desarrollada, el acotamiento si se proporciona, está sujeto al servicio del tránsito local por lo que la resistencia del pavimento debe ser la misma que la de los carriles de circulación. Por otra parte, una guarnición en la parte externa del extremo del acotamiento es necesaria en áreas muy desarrolladas como una medida de control de acceso y para prevenir la deteriorización de los acotamientos por el desmoronamiento en los bordes. - Estos requerimientos usualmente resultan en una sección transversal que tiene un diseño de pavimento uniforme con guarnición.

En áreas de desarrollo reciente, donde el derecho de vía puede ser adquirido a un costo razonable, para la ampliación o mejora de arterias a través de áreas suburbanas, frecuentemente es factible incluir acotamientos como parte de la sección transversal con posibilidad de uso provisional hasta el momento en que el espacio es requerido para un carril de tránsito adicional. En estas condiciones, donde es posible proporcionar acotamientos, las guarniciones

deberán omitirse a menos que sean necesarias para controlar el drenaje.

### CAMELLON CENTRAL

El camellón central es una característica de las arterias y se deberá proporcionar donde el espacio lo permita. Donde el derecho de vía es limitado, es necesario decidir cual es la mejor asignación del espacio disponible entre guarnición y guarnición, carriles de tránsito y camellón central. En las arterias menos importantes, la decisión es frecuentemente tomada en favor de no construir camellón central en toda la extensión, o de construir uno muy angosto. Un camellón angosto es mejor que nada; sin embargo, cada metro adicional proporciona un aumento en la seguridad y mejoramiento de la circulación.

En intersecciones donde se realizan vueltas izquierdas, siempre es necesario un carril de vuelta izquierda, desde el punto de vista de la seguridad y capacidad. Las medidas para acomodar tránsito de vuelta izquierda por medio de camellones anchos de no menos de 4.0 m de ancho y preferiblemente de 6.0 a 12.00 m ó más.

Necesariamente los camellones centrales tendrán al menos 4.7 m de ancho por 3.5 m de carril y 1.2 m de acotamiento interno. En lugares extremadamente restringidos, un carril de 3.00 m con un acotamiento inferior de 0.60 m pueda ser usado.

En donde las intersecciones están muy espaciadas una de otra, digamos 1000 m ó más, el ancho del camellón central puede variar, usando un ancho mínimo entre intersecciones por economía y ampliarlo gradualmente en los accesos a la intersección para acomodar un carril de vuelta izquierda. Esta es una solución práctica, sin embargo, nunca deberán ser usados cuando las intersecciones es

tán muy cercanas, debido a que el alineamiento curvado de los carriles produce cambios excesivos. Es mejor que el camellón central sea de un ancho uniforme.

En donde las intersecciones están espaciadas de 1000 a 2000 m, que es el caso más frecuente en arterias suburbanas, puede ser necesario proporcionar aberturas en el camellón, para vueltas en "U", aproximadamente cada 400 m. En el futuro algunas de estas aberturas deberán ser sistemáticamente cerradas, de acuerdo con el crecimiento propio de la calle y a medida que se proporcionen cruces adicionales.

En una calle con un número impar de carriles, tal vez 5 ó 7, se tiene la ventaja de que uno se puede usar para proporcionar un carril de almacenamiento a vehículos que dan vuelta a la izquierda. Esta es una forma de pavimentar un camellón central a nivel. Las señales de vuelta izquierda son marcadas antes de la intersección. La longitud del carril entre las señales de vuelta izquierda puede ser utilizado para el almacenamiento de vehículos que están dando vuelta izquierda a mitad de la cuadra, si esto no afecta el flujo de tránsito y a la seguridad sobre la arteria, de otro modo, las vueltas izquierda a media cuadra pueden ser prohibidas. Bajo algunas condiciones es mejor permitir vueltas a media cuadra a los vehículos que requieren dar vuelta en "U" en las intersecciones o realizan viajes alrededor de la cuadra para alcanzar su destino. En algunos casos el carril central es designado para vueltas izquierdas solamente, sin señalamiento especial en las intersecciones. Este tipo de operación trabaja bien en donde la velocidad es relativamente baja (40 a 70 km/h) y donde no existe una fuerte concentración de tránsito de vuelta izquierda.

El camellón con guarnición es comunmente usado en las arterias. Este tipo se usa cuando es necesario evitar vueltas a media cuadra. En calles que sirven a un tránsito de baja velocidad, este tipo evitará accidentes por cruce del camellón central. Los camellones centrales con guarnición también proporcionan un refugio para los peatones y un buen lugar para colocar señales, semáforos y otros accesorios. En zonas de nieve, la guarnición central proporciona un trazo adecuado, mientras que un camellón a nivel no es posible distinguirlo - bajo las condiciones de nevada. Sin embargo, existen desventajas en camellones centrales con guarnición, que deben ser consideradas al tomar una decisión, así como el tipo a usar.

En calles que sirven a tránsito con alta velocidad, los camellones con guarnición, no impiden los accidentes en los cuales se cruza este a menos que exista barrera central. Pero si accidentalmente se golpea a los camellones centrales, pueden provocar que el conductor pierda el control de el vehículo. Además provocan dificultades para ver en la noche a menos que se complementen con un buen sistema de iluminación. Esto produce una sombra por las luces de los vehículos, que vienen de frente, que no solamente hace difícil ver la guarnición si no también lugares más alejados en el carril adyacente. Los camellones centrales con guarnición tienen poco uso como lugar de refugio para vehículos descompuestos, a menos que la guarnición sea baja e inclinada. También en algunos casos la prohibición de vueltas a media cuadra causa problemas operacionales, debido al alto volumen de tránsito que gira a la izquierda en las intersecciones.

Las desventajas de los camellones con guarnición, anteriormente mencionada, son fácilmente eliminadas cuando son usados camellones a nivel o camellones con guarnición montable. Sin embargo, los camellones centrales pavimentados a nivel son difíciles de ver en la noche, cuando el pavimento está húmedo. La visibilidad se puede mejorar con el uso de textura contrastante o con pintura re flejante. Las barreras han demostrado que no son efectivas como camellón cen tral y no deben ser usadas.

En áreas suburbanas y en otra parte donde se puede proporcionar un camellón central a nivel deprimido de 7.60 m de ancho o más, ofrece más ventajas que un camellón con guarnición con pocas desventajas.

En algunas arterias, una barrera central puede ser requerida con alto movimiento de tránsito. Esto permite una separación positiva del tránsito y el de saliento descriminado para el cruce de peatones.

#### BANQUETAS Y ANDADORES

La banqueta es el área entre el camino y la línea del derecho de vía que separa el tránsito de las casas y negocios del área. Para una sección mínima en un área residencial, una banqueta debe incluir andador y una franja amortiguadora entre el andador y la guarnición. En zonas completamente desarrolladas con tiendas al menudeo y oficinas, el área completa de la banqueta es andador.

Entre los factores a ser considerados en la determinación del ancho mínimo de banqueta están necesidades de los peatones, almacenamiento de nieve, drena je pluvial, dispositivos para el control del tránsito, accesorios y servicios a los lados del camino. En todos los casos la banqueta mínima deberá ser de -

2.50 m de ancho y de preferencia de 3.0 m o más. Se debe hacer un esfuerzo para proporcionar una banqueta ancha, no solamente por las necesidades de un servicio funcional, si no también donde el punto de vista estético, por seguridad y para reducir la molestia del tránsito a la zona adyacente. En donde los dandadores no son incluidos como una parte de la construcción inicial, las banquetas deben ser lo suficientemente anchas para su futura construcción.

### CALLES LATERALES Y SEPARACIONES EXTERNAS

Las calles laterales son usadas algunas veces en arterias como control de acceso, como previamente se mencionó. Otras funciones importantes de las calles laterales son la facilidad de operación al tránsito continuo y de proporcionar acceso a la propiedad colindante.

### INTERSECCIONES

La separación de niveles puede ser construida en algunos casos dentro del derecho de vía existente. Los lugares donde se deben construir separaciones de niveles son:

- 1).- En intersecciones de arterias principales con altos volúmenes de tránsito.
- 2).- En intersecciones con altos volúmenes que tienen más de 4 accesos.
- 3).- En la intersección de una arteria de excelente diseño, donde todas las intersecciones principales son a desnivel.
- 4).- En el cruce con vías de ferrocarril.
- 5).- En lugares donde las condiciones del terreno favorecen la separación de niveles.

Normalmente donde una separación de niveles se proporciona, forma parte de una intersección, que usualmente es de tipo diamante donde existen cuatro ramas.

Es necesario proporcionar el ancho completo del camino en el acceso, incluyendo carriles para estacionamiento o acotamientos, a través o bajo las separaciones a desnivel. Sin embargo, en algunos casos con restricción del derecho de vía será necesario reducir el ancho. Esto no es objetable en arterias debido a las bajas velocidades, pero sí en las autopistas. Como mínimo, deberá tener el ancho completo de los carriles de tránsito en el acceso, más de 0.60 m en cada lado, lo que deberá ser proporcionado a través o bajo la estructura. La reducción en el carril de estacionamiento o en el ancho del acotamiento deberá realizarse en forma gradual, preferiblemente a una razón mínima de 20:1.

Los elementos de intercambio para arterias pueden tener valores menores en las dimensiones comparados con las autopistas. Es necesario que las curvas tengan radios no menores de 50.0 m, aunque valores tan pequeños como 15.25 m, pueden ser aceptados donde el espacio está restringido. Las rampas tipo diamante pueden tener longitudes tan cortas como la distancia mínima necesaria, para vencer la diferencia en elevación entre los dos caminos con una pendiente cómoda. Los carriles de cambio de velocidad pueden ser tan cortos como los necesarios para las autopistas.

Se proporcionan conexiones entre la calle principal y el sistema de calles locales, aunque si bien varios de los elementos de la sección transversal, no -

son recomendables, el diseño resultante es considerablemente mejor que la otra alternativa de mantener la intersección a nivel.

#### DERECHO DE VIA Y SECCION TRANSVERSAL

El ancho del derecho de vía para el desarrollo completo de una arteria está influenciado por los requerimientos del tránsito, topografía, uso del suelo, costo, diseño de la intersección y grado de desarrollo de la zona. El ancho requerido del derecho de vía, es la suma de varios elementos de la sección transversal, superficie de rodamiento, camellón central, carriles auxiliares, acotamientos y banquetas, donde se requieran calles laterales, separación externa, pendientes a los lados y muros de contención. El ancho del derecho de vía deberá estar basado en las dimensiones adecuadas de cada elemento y el grado de fatibilidad. En zonas habitacionales, sin embargo, frecuentemente es necesario considerar dimensiones menos ideales. En tales casos, el proyectista se enfrenta con el problema de proporcionar una sección transversal completa que ofrezca un máximo servicio, dentro de un ancho limitado del derecho de vía. El ancho del derecho de vía en áreas urbanas está gobernado principalmente por consideraciones económicas u obstrucciones físicas o ambas. A lo largo de cualquier arteria, las condiciones de desarrollo y terreno varían, y en consecuencia la disponibilidad del derecho de vía varía. Por esta razón el derecho de vía para dar un servicio, no deberá ser de un ancho fijo, sino, predeterminado sobre la base de los puntos más críticos en el lugar. En lugar de eso, cada caso deberá ser analizado para proporcionar un ancho deseable, sino a todo lo largo, al menos en la mayor longitud posible.

El rango probable para anchos del derecho de vía para arterias de 4 a 8 carriles está mostrado en la figura 1. Estas secciones transversales, con y sin calles laterales, están divididas en tres grupos representativos: deseable, intermedio y ancho restringido. Las dimensiones de los elementos de la sección transversal fijadas a cada grupo se muestran, aunque estas pueden y deben variar para alcanzar condiciones específicas. Los anchos del derecho de vía varían desde un ancho restringido de 19.50 m para arterias de 4 carriles sin camellón central a un ancho deseable de cerca de 91.5 m, para una arteria de 8 carriles con calles laterales.

Las figuras 1a, 1b y 1c, son secciones transversales sin calles laterales. En las figuras 1a y 1b, se proporcionan acotamientos de 3.00 m y banquetas de 9.15 m y 6.10 m, respectivamente. Donde la mayor parte de la arteria pasa entre edificios, muros u otros elementos verticales, y donde es impráctico proporcionar acotamientos, una sección transversal como la de la figura 1c, puede ser utilizada. Tal disposición, dentro del ancho del derecho de vía de 19.80 a 30.5 m para 4 o 6 carriles puede ser aplicable en lugares donde una localización alterna no es factible y los costos por el derecho de vía adicional son excesivos en relación con el mejoramiento del servicio y el incremento en la seguridad que resulta de dimensiones más generosas. Cualquier incremento en el ancho disponible, debe ser incorporado en el camellón central en forma prioritaria.

Las figuras 1d, 1e y 1f, son secciones transversales para arterias divididas con calles paralelas. Las secciones deseables, como se muestra en la figura 1d, son usualmente prácticas en áreas lejanas o en áreas de ba-

jo desarrollo. Los anchos intermedios son mostrados en la figura 1e. Estos anchos incluyen 6.10 m de separación externa con acotamientos amplios y un camellón central de 4.30 m, que son convenientes para la mayoría de los casos, donde las calles laterales son de un sólo sentido de circulación. Con calles laterales de doble sentido de circulación, el ancho de derecho de vía podrá ser incrementado alrededor de 12.2 m o más en las intersecciones.

Donde los controles del derecho de vía son rígidos puede ser necesario restringir la sección de la carretera a un ancho mínimo absoluto, como se muestra en la figura 1f. Los elementos de la sección transversal constan de 1.20 m de camellón central, 3.65 m de separación externa sin acotamientos, 6.10 m de calles laterales pavimentadas y 2.50 m de banquetas que representan los valores más bajos, que deben ser considerados para una arteria de 4 carriles. - Esta sección primaria es adaptable a condiciones restrictivas, ya sea entre intersecciones o en un cruce a nivel con una calle local sobre las cuales las vueltas izquierdas del tránsito continuo están limitadas o prohibidas. Donde se permiten los movimientos de vuelta izquierda, el camellón central y el ancho total deberá incrementarse a 3.05 m por lo menos.

Las arterias con calles laterales requieren de anchos de derechos de vía equivalentes a la mitad o al ancho total de la cuadra, donde un ancho de medio lote, está siendo considerado, será preferible, para evitar partir el terreno y desde el punto de vista del costo, tomar la longitud de una hilera de lotes en un lado de una calle existente mejor que la mitad de la porción de los lotes del lado opuesto. Como se mencionó al principio de este capítulo, una arteria de este tipo tiene solamente una aplicación limitada siendo confina-

da como un último paso de construcción de una autopista.

Anchos mejores que los indicados en la figura 1, pueden ser necesarios donde se rellena o cortan pendientes y otros desarrollos de la carretera deban ser incluidos dentro del derecho de vía. En ocasiones las separaciones de nivel con rampas generalmente requiere anchos adicionales.

### OBRAS PARA EL PEATON

Las arterias alojan vehículos y peatones, y el diseño deberá incluir andadores y cruces para peatones y algunos pasos a desnivel para peatones. Las obras para el peatón y las medidas de control variarán, dependiendo en gran parte - del volumen del tránsito de peatones, del volumen del tránsito vehicular, del número de carriles que se cruzarán y el número de vehículos que giran en las intersecciones.

En algunas secciones de arterias que pasan por áreas relativamente sin desarrollo, el número de peatones será tan pequeño que no se necesitan andadores de inmediato. Sin embargo, estas áreas se desarrollarán en el futuro, el diseño deberá considerar terreno para la instalación de andadores. Sin embargo, como regla general, los andadores deberán ser construidos desde el principio a lo largo de todas las arterias, que no cuentan con acotamientos, aun cuando el tránsito de peatones sea pequeño.

Los mayores conflictos vehículo-peatón, generalmente ocurren en las intersecciones. Sobre arterias más limitadas, especialmente en intersecciones con - cruce de calles locales, donde los movimientos de vuelta son bajos, las obras para los peatones se limitan a las marcas para cruce de peatones. Los aspec

tos que auxilian al peatón, incluyen iluminación de la vía, isletas de refugio, barreras y semáforos.

En las arterias más importantes, en las que existen 6 y 8 carriles de ancho con fuertes volúmenes de tránsito, la interferencia entre peatones y vehículos en intersecciones a nivel, algunas veces presentan serios problemas. El problema es especialmente agudo, donde las arterias cruzan áreas de negocios y donde existen intersecciones con calles transversales importantes. En casos extremos, los pasos a desnivel para peatones proporcionan la única solución satisfactoria. Aunque si bien los pasos a desnivel para peatones se justifican en algunos casos, los cruces de peatones a nivel, permanecen como la forma predominante de cruce. El conflicto mínimo y el resultado de azar se evita si el cruce de peatones está adecuadamente ubicado, diseñado, con mantenimiento y bien operado. Los conflictos vehículo-peatón son menores donde todos los movimientos de vuelta de los vehículos son excluidos y solamente los cruces directos de la arteria son permitidos.

El número de cruces para peatones sobre arterias altamente transitadas deberán ser reducidos a un mínimo, pero dentro y cerca de zonas de negocios, es usualmente necesario proporcionar cruce de peatones en cada intersección con otra calle. El respeto de una prohibición sobre un cruce de peatones en una intersección es muy difícil. Un cruce no deberá ser prohibido para peatones a menos que los beneficios en el incremento de seguridad y la operación del tránsito sean suficientes para compensar la inconveniencia de los peatones.

La prohibición indiscriminada de cruces para peatones nos llevará a un cruce ilegal, que es más peligroso. Por consiguiente, es importante un diseño pro

pio y razonable para pasos de peatones.

El semáforo para peatones, es particularmente conveniente sobre arterias anchas que tienen calles laterales, debido a las grandes distancias a cruzar. - En arterias con ancho excepcional los semáforos para peatones pueden ser colocados en el camellón central, así como en el lado alejado de la intersec--ción y si es necesario, en la separación externa.

El uso de cruce de peatones en intersecciones de calles con guarniciones comunes, es difícil para gente en silla de ruedas. Las provisiones para ram--pas en guarniciones achafianadas de ancho suficiente, deberán ser proporció--nadas en áreas altamente desarrolladas. Existen necesidades especiales en zonas centrales de negocios y en el área aledaña a grandes edificios de ofi--cinas, particularmente aquellos donde existen concentración de consultorios o servicios.

#### OBRAS PARA EL VEHICULO DE TRANSPORTE PUBLICO

Es aceptado como una verdad que donde quiera que exista una vía para ser--vir al tránsito de vehículos, existe igualmente una demanda para el transpor--te público. Con la eliminación parcial de rieles fijos para el tránsito de --vehículos de ruedas metálicas y el incremento en el uso de autobuses con --neumáticos, el tránsito público está llegando a un incremento compatible con el tránsito de carreteras.

Con el reconocimiento de los requerimientos de autobuses y previniendo es--ta situación en el diseño y operación de carreteras, pueden llegar a ser más --compatibles en el futuro.

El vehículo de transporte público, es más eficiente que el automóvil privado - como un usuario del espacio de la calle y considerando el número de pasajeros transportados. Sin embargo, la capacidad de los carriles directos, decrece, - cuando los vehículos de transporte público y el tránsito ligero utiliza los mismos carriles. Una parada de autobuses para pasajeros por ejemplo, no solamente afecta el tránsito en un carril de la vía, sino en todos los carriles. Es conveniente que esta y otras formas de interferencias sean reducidas por medio de una planeación cuidadosa, proyecto o medidas para el control del tránsito.

Los requerimientos para los vehículos de transporte público, deberán ser con- siderados al inicio en el desarrollo de un programa de mejoramiento de carrote- ras urbanas, y no pensarlo hasta que la construcción, haya sido concluida. - La información recogida durante el proceso de planeación en las rutas del trán- sito de vehículos (vueltas, puntos de transferencia, etc.) y los volúmenes - de autobuses (promedio, incremento, etc.) deberá ser considerado en el dis- ño de la carretera.

El diseño y los aspectos operacionales de las carreteras que deberán ser afec- tadas por la información anterior incluye: (1) Localización de parada de auto- buses (general, con respecto al espacio y especificando antes o después de la calle, a mitad de cuadra, etc.) (2) Diseño de parada de autobuses (ca- rriles especiales para autobuses a un lado de la calle) (3) Reservación de carriles para autobuses; (4) Medidas especiales de control del tránsito. - Algunos de los diseños y medidas para control que son benéficos para la ope- ración de los autobuses, tendrán un efecto adverso en el otro tránsito y vice- versa, por lo que es necesario una medida que sea más favorable para todos -

los usuarios.

#### LOCALIZACION DE PARADAS DE AUTOBUSES

La localización general de paradas de autobuses, en oposición a la localización específica, será definida en gran medida por los beneficios y por las rutas de autobuses o puntos de transferencia. Estas son funciones del patrón para el uso del carril y en la vía deberán ser diseñados conforme a las necesidades de servicio. La conveniencia es una primera consideración.

La localización específica es influenciada no solamente por la conveniencia de los beneficios, sino también por las características de diseño y las consideraciones de operación de la vía. Excepto donde las cuadras están muy alejadas, las paradas de autobús se localizan cerca de la intersección. Esto facilita el cruce de las calles por los usuarios, sin necesidad de tener cruces de peatones a mitad de la cuadra. En donde las cuadras son muy grandes o donde los usuarios están concentrados en lugares de trabajo o vivienda, que están alejados de las intersecciones, la localización de parada de autobuses a media cuadra, puede ser una alternativa adecuada.

Las paradas de autobuses en intersecciones, pueden ser localizadas antes o cruzando la intersección. Existen ventajas y desventajas en cada uno y cada caso deberá ser examinado separadamente y hacer una determinación de la localización más adecuada, tomando en cuenta cosas tales como servicios a los beneficiarios, eficiencia de la operación del tránsito y operación del tránsito en general. Las paradas después de cruzar la intersección tienen las ventajas siguientes (1) Otros autobuses pueden voltear en cualquier dirección, (2) Los movimientos de vuelta desde la arteria en la

dirección del tránsito alto, son consideradas, particularmente las vueltas a la derecha. (3) El tránsito que cruza alto en el carril cercano a la guarnición, - así como en otros carriles y es utilizado como almacenamiento durante períodos cuando la señal está en rojo. (4) Varias calles concurren en una intersección. Generalmente las condiciones de distancia de visibilidad, favorece la parada de autobús, después de cruzar la intersección, especialmente en intersecciones - sin semáforos. La visión de un conductor en los carriles de tránsito continuo - es clara en cuanto más se aproxima a la calle a cruzar para ver cualquier - - - vehículo que se está aproximando por la derecha. Con paradas antes de cruzar la intersección, la visión a la derecha puede ser bloqueada por un camión estacionado. Donde la intersección está semaforizada, el autobús puede obstruir la vista de uno de los semáforos de enfrente.

Otra desventaja de las paradas de autobuses antes de la intersección es la dificultad y peligrosidad de los vehículos que dan vuelta cuando un camión está subiendo pasaje. Los conductores frecuentemente rodean el autobús para voltear a la derecha, interfiriendo primero con el demás tránsito y luego con el - autobús cuando éste empieza a caminar. Esta desventaja es eliminada si la - calle a cruzar es de un sentido de circulación de derecha a izquierda. Donde los patrones de las calles consisten en una cuadrícula de un sentido, existen algunas ventajas en tener paradas alternadas en los cruces y el sentido de - la calle a cruzar, es de derecha a izquierda. Donde existen vueltas izquier- - das de autobuses, la parada de los mismos deberá estar localizada cuando menos una cuadra antes de la vuelta. Con esta disposición el autobús debe cruzar todos los carriles del tránsito para llegar al carril de vuelta izquierda. - Las paradas a mitad de cuadra son usadas ocasionalmente, pero la maniobra

del autobús es mucho más difícil.

En arterias ubicadas en zonas muy desarrolladas y con derechos de vía muy anchos, los carriles especiales para paradas de autobuses fuera de la calle y los carriles de cambio de velocidad, definitivamente son una ventaja para las paradas después de la intersección, como se muestra en la figura 2a .

Tales paradas pueden ser combinadas con carriles de cambios de velocidad para vehículos que giran y entran a la arteria. Donde la parada está localizada en el lado cercano del acceso los vehículos que voltean a la derecha de los carriles de tránsito continuo de la arteria, no pueden usar el carril de deceleración ocupado por un vehículo de pasajeros, en vez de eso deberá maniobrar alrededor del autobús en el carril de tránsito directo. Donde la parada de autobuses está localizada después de la intersección, el tránsito que volteá a la derecha desde la arteria está libre.

La parada deberá ser localizada a una distancia corta, después de la intersección, así que los vehículos que voltean a la derecha sobre la arteria, pueden usar una parte de los carriles de deceleración como una área de maniobra y también para permitir a los autobuses sucesivos pararse sin bloquear la calle a cruzar.

Las paradas de autobuses en los cruces, deberán estar localizadas y tener una disposición tal que en las transferencias de destino, no se requiera cruzar la arteria, despreciando la dirección del deseo de viaje. La figura 2a muestra tales disposiciones.

Otra forma de parada de autobús para una arteria con calles laterales, se mues

tra en la figura 2b, los autobuses entran y salen a la arteria por aberturas especiales en la separación externa y cruzan a través de la intersección. Esta disposición tiene la ventaja de que los autobuses están parados en una posición muy retirada de los carriles de tránsito directo. El tránsito que voltea a la derecha a y desde la arteria puede también usar estas aberturas especiales, por lo que se reducen los conflictos en la propia intersección. Otras alternativas de aberturas después de la intersección no se proporcionan y los autobuses cruzan por las calles laterales la intersección. Ambas aberturas pueden ser eliminadas en donde las calles laterales son continuas entre cruceos sucesivos, así los autobuses pueden usar la calle en una intersección y luego usar la calle lateral para volver y entrar a la siguiente calle intersectada. Este tipo de operación es establecido donde las paradas de autobús están muy espaciadas.

Las paradas a mitad de cuadra, como las paradas después de la intersección, tienen una ventaja sobre las paradas antes de la intersección y es que el ancho completo del pavimento de la intersección es utilizado en su totalidad para almacenamiento y para maniobras de giro que ayuda a tener una mejor capacidad práctica. Sin embargo, las paradas a mitad de cuadra no son adecuadas en calles donde el estacionamiento está permitido, como puede ser el caso de las arterias durante las horas fuera de la de máxima demanda. Usualmente es necesario un cruce de peatones para proporcionar acceso a la parada de autobús desde el otro lado de la arteria y adicionalmente sirve como cruce de peatones intermedio para los peatones en general. En este caso, el semáforo puede ser necesario para conservar la seguridad de los peatones. En conjunto con un alto tránsito estacionado o parado y por otro lado con un alto mo

viniento de peatones, un paso elevado para peatones puede ser más eficiente.

#### CARRILES ESPECIALES PARA PARADA DE AUTOBUSES FUERA DE LA CALLE

La interferencia entre autobuses y otro tipo de tránsito puede ser razonablemente reducida, proporcionando paradas fuera de los carriles del tránsito continuo. En la figura 2 se muestran los métodos para complementar estas arterias de altas especificaciones. En algunos casos es raro que el derecho de vía suficiente esté disponible en arterias de tipo menor, para permitir carriles especiales para parada en el área del bordo, pero se deben de tomar las provisiones en donde es posible hacerlo. Para hacer completamente efectivos los carriles especiales de parada para autobuses deberán tener las siguientes características: (1) Un carril de desaceleración o estrechamiento para permitir la entrada fácil a la área de ascenso y descenso de pasaje; (2) Un espacio suficientemente largo para acomodar el número máximo de vehículos que esperan ocupar el espacio al mismo tiempo; y (3) Un carril de aceleración para facilitar la incorporación a los carriles de tránsito continuo.

El carril de desaceleración deberá ser reducido, con un ángulo obtuso, para cubrir la operación del autobús y obtener una mayor eficiencia y dejar libre el carril de circulación continua. Usualmente no es factible proporcionar la longitud suficiente para permitir una desaceleración desde la carretera de tal forma que nos ayude a desalojar los carriles para el tránsito continuo. Una relación de cinco a uno se considera como mínimo. Cuando la parada de autobús está después de la intersección, el área de intersección puede ser usada como en zona de entrada a la parada. El área de ascenso y descenso deberá tener una longitud de 15.00 m para cada autobús. Donde el tránsito de autobuses es muy alto,

para justificar un carril especial de parada, éste deberá ser de un espacio que permita al menos estacionar a otro autobús. El ancho deberá ser por lo menos de 3.00 m y preferiblemente de 3.50 m.

La reducción de la reincorporación, puede ser algo más abrupta que la reducción para desceleración, pero preferiblemente no deberá ser menor que tres a uno. Donde existe un carril especial de parada, antes de la intersección, el ancho de la calle a cruzar es usualmente más grande para proporcionar un espacio de reincorporación necesario.

La longitud total de un carril especial de parada, para almacenar dos autobuses al mismo tiempo, en caso de utilizar un diseño mínimo será de 55.00 m, cuando se localiza a mitad de cuadra, de 46.00 m, cuando se localice antes de la intersección, y de 40.00 m, cuando esta ubicada después de la intersección. Las dimensiones tienen un ancho del área de ascenso de pasaje de 3.00 m, y deberán incrementarse de 3.00 a 4.50 m, para un ancho de 3.50 m. Una mayor longitud de los carriles especiales de parada de autobuses, nos facilita las maniobras para los autobuses, obteniéndose una completa satisfacción de parte de los choferes de autobuses y reduciendo las interferencias con el tránsito continuo.

#### CARRILES ESPECIALES PARA AUTOBUSES

Se pueden realizar algunas mejoras en el servicio del tránsito de autobuses mediante la exclusión del tránsito ligero o en los carriles cercanos a la guarnición de las arterias. El hecho es que tal medida regulatoria es muy limitada en la mayoría de los casos, ya que, por muchas razones prácticas en donde los vehículos dan vuelta a la derecha deben ocupar este carril, por lo que no es fácil

ble excluirlos desde una distancia mayor a una cuadra o dos anteriores a la vuelta. Los vehículos que se preparan para voltear a la derecha no pueden distinguirse del tránsito continuo y el resultado de la regulación está basada en un aspecto voluntario. Sin embargo, existen ciertas combinaciones de condiciones bajo las cuales un mejoramiento adecuado, puede ser obtenido. Estas condiciones no siempre son aparentes o definidas y el único camino para determinar el beneficio, es poner en práctica los controles recomendados.

Existe una disposición donde el uso exclusivo de carriles para autobuses puede ser recomendada con poca vigilancia. La ventaja de distribuir los carriles, en una calle de carriles múltiples, de tal suerte que exista un sólo carril en contra sentido de la calle, que es reservado para el uso exclusivo de autobuses, y el resto de los carriles para el tránsito normal en la dirección del tránsito. La división de carriles que separa el tránsito en las dos direcciones de viaje puede ser señalada de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras. Permanentemente pueden ser instaladas marcas u otras obras, para acentuar la división entre los carriles para autobuses y los carriles para el tránsito ordinario. Los carriles reservados para autobuses del tipo descrito, pueden ser justificados para relativamente pocos autobuses. Debido a que la capacidad de transporte de un autobús es muchas veces mayor a la de los automóviles, un número pequeño de autobuses puede servir al mismo número de gente que un gran número de automóviles.

#### MEDIDAS DE CONTROL DE TRANSITO

Los dispositivos para el control del tránsito en arterias, son usualmente instalados, para favorecer el tránsito de automóviles y en un segundo término el tránsito de los demás vehículos. Para la operación de un autobus rápido, las

medidas de control que son más favorables para este medio de transporte, serán generalmente adecuadas para los demás medios de transporte. Donde los autobuses proporcionan servicio local con frecuentes paradas, para ascenso y descenso de pasajeros, un sistema de semáforos que proporciona un movimiento progresivo para la operación de los vehículos privados puede en la actualidad resultar desventajoso para los autobuses. El resultado de una baja velocidad de viaje para autobuses tiende a desalentar el uso de éstos, y en consecuencia se aumenta el volumen del tránsito de automóviles.

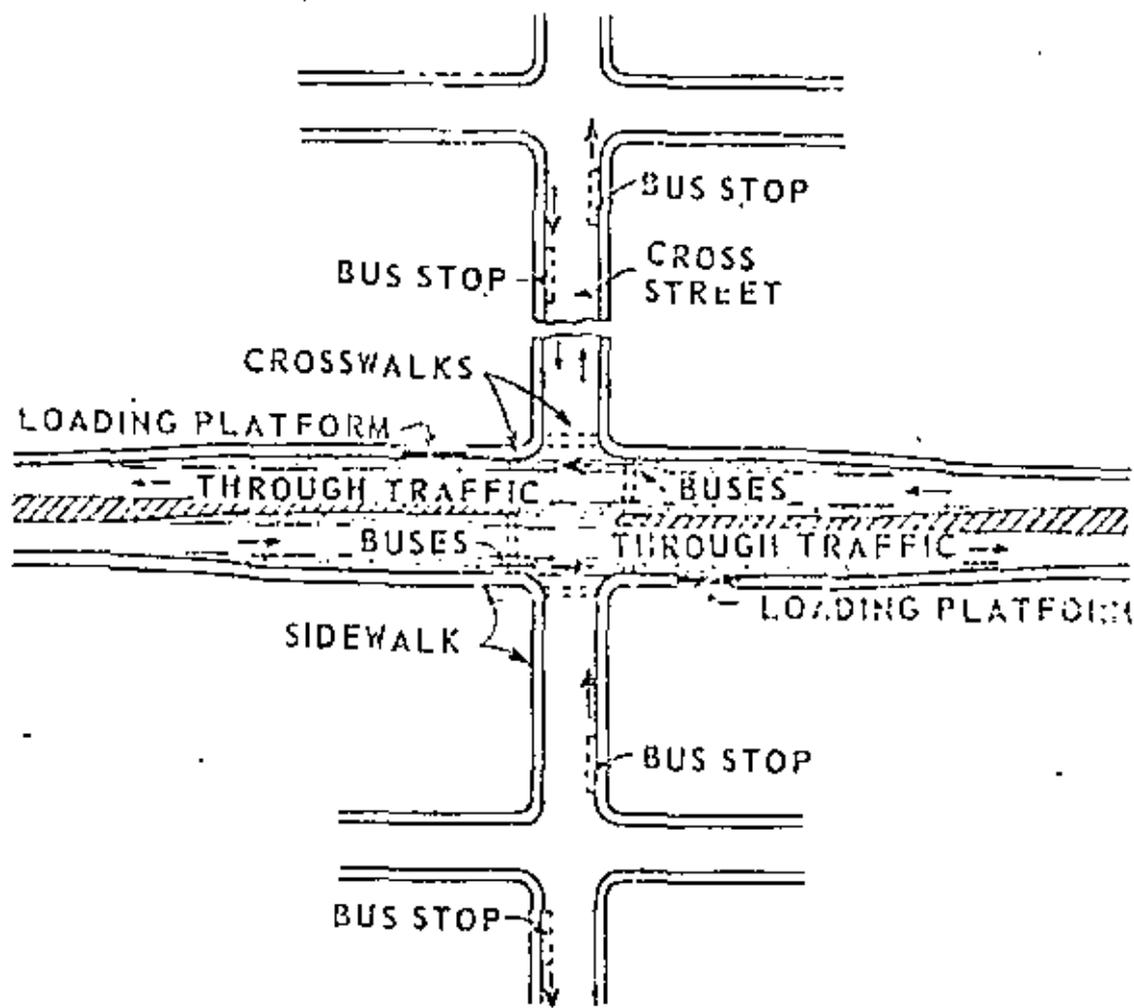
Se pretende utilizar un sistema de control de tránsito, que sea más favorable para el servicio de autobuses sin tener efectos adversos en el otro tránsito. Esto limita las alternativas para aumentar las velocidades de viaje de autobuses que haría más atractivo el transporte público. Este resultado puede ser alcanzado solamente a espensas de reducir la velocidad de viaje de los automóviles, pero en algunos casos esta puede ser la solución más benéfica desde otros puntos de vista. El desarrollo de un sistema de semáforos, requiere cuidadosas investigaciones en las cuales la experiencia del analista deberá de involucrar el esfuerzo conjunto de los especialistas en tránsito, la industria del tránsito y el equipo de diseño.

En tanto que, el mayor énfasis en la aplicación de medidas de control de tránsito nos redunda en menos demoras, las medidas de control pueden ser utilizadas para facilitar la operación de autobuses en otros aspectos, particularmente donde los autobuses giran desde la arteria.

Los autobuses que dan vuelta a la derecha pueden crear problemas donde la ca-

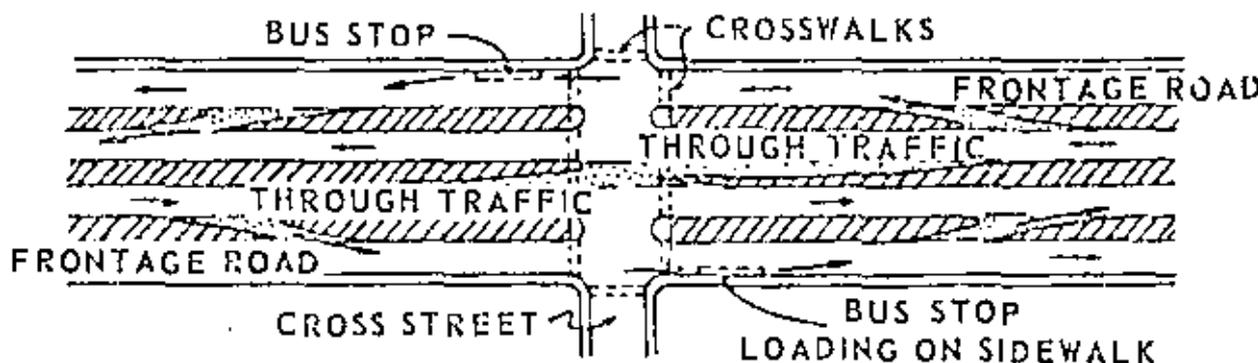
lle a cruzar es muy angosta y donde el área adyacente está muy desarrollada de tal suerte que no es práctico, proporcionar un radio de curvatura suficientemente amplio. Los autobuses que voltean a la derecha desde el carril cercano a la guarnición pueden invadir más allá del carril central de la calle a cruzar. En las intersecciones semaforizadas, los carriles de la calle a cruzar, normalmente son ocupados por vehículos parados debido a la luz roja. Bajo tales condiciones la línea de alto sobre la calle a cruzar, deberá ser reubicada para proporcionar espacio suficiente para la vuelta, si es necesario un semáforo auxiliar al frente, deberá ser colocado en la línea de parada reubicada para obtener una mayor eficiencia.





ON ACCELERATION LANE

-a-



ON FRONTAGE ROAD

-b-

LOCALIZACION DE LA PARADA  
DE AUTOBUS EN ARTERIAS

## AUTOPISTAS

### AUTOPISTAS URBANAS DEPRIMIDAS

Las autopistas, cuya rasante se encuentra en un nivel inferior al de las calles transversales y todos los cruces con ellas, son mediante pasos inferiores. - Tienen por lo tanto, control total de acceso. Además cuentan con faja separadora central, acotamientos, calles laterales, donde se requieren y rampas de enlace para el intercambio del tránsito.

Las autopistas deprimidas permiten velocidades de marcha de 65 a 80 km/h, - cuando los volúmenes de tránsito son bajos, correspondiendo a velocidades de proyecto de 80 km/h, como mínimo en zonas sumamente desarrolladas y de 80 a 100 km/h en zonas suburbanas. En las horas de máxima demanda, cuando operan a su capacidad, las velocidades de marcha oscilan entre 50 y 55 km/h. El tránsito diario promedio anual, para autopistas de 4 carriles de circulación varía de 25 000 a 50 000 vehículos.

Las autopistas urbanas deprimidas tienen generalmente de 4 a 6 carriles de - circulación y pueden tener hasta 8 ó 10 carriles en algunos tramos, pero cuando se requieren más de seis carriles en distancias apreciables, es preferible construir dos autopistas.

Las dimensiones que se recomiendan para la sección transversal son:

Carriles	3.50 m
Acotamientos	2.50 a 3.00 m
Faja separadora central	
Con pilas centrales	3.50 a 7.50 m
Sin pilas centrales	1.20 a 2.00 m

La localización y espaciamiento de los pasos a desnivel con las calles transversales, está en función de los requisitos del tránsito que atraviesa la autopista, de la circulación del tránsito local, el transporte colectivo y el movimiento de peatones. En la zona central de la ciudad, las calles transversales deben cruzar la autopista a intervalos de dos a tres calles y en ocasiones en cada calle, en zonas intermedias cada tres o cinco calles y en áreas habitacionales a mayor distancia. También, pueden requerirse estructuras intermedias como pasos para peatones cerca de escuelas, iglesias, fábricas, etc.

Pueden considerarse como ventajas las siguientes:

- 1) No afecta la iluminación natural, la ventilación y la vista de las propiedades adyacentes y es más estética.
- 2) Los ramales de enlace, se encuentran en rampa ascendente para los vehículos que salen y en pendiente descendente para los que entran, favoreciendo la aceleración y desaceleración que se desea.
- 3) La vía tiende a amortiguar los ruidos que causa el tránsito.

#### AUTOPISTAS URBANAS A NIVEL

Reciben este nombre, las autopistas cuya rasante se encuentra prácticamente a la misma elevación que las demás calles. Estas vías están libres de interferencias provenientes de las áreas aledañas, porque se suprimen o simplifican sus intersecciones con calles de menor importancia. Sus características principales son en general: control total de accesos, separación de las corrientes vehiculares de sentidos opuestos por medio de una faja separadora central, exclusión del estacionamiento en las calzadas para el tránsito directo, existencia de acota

mientos o espacios para estacionar vehículos descompuestos, eliminación de los accesos directos desde todas las entradas de las calles de menor importancia por medio de calles laterales o calles cerradas con retorno y pasos a desnivel.

La velocidad de proyecto de estas vías, varía de 55 km/h en áreas sumamente desarrolladas, hasta 100 km/h en las zonas suburbanas. La velocidad de marcha está comprendida entre 40 y 55 km/h, durante las horas de máxima demanda y entre 55 y 70 km/h, cuando los volúmenes de tránsito son bajos. Las calzadas tienen generalmente dos y tres carriles, en cada sentido de circulación y en algunas ocasiones se amplían con la adición de uno a dos carriles en las intersecciones.

Las dimensiones deseables de los elementos de la sección transversal, para estas vías son:

Carriles	3.50 m
Faja separadora central	3.50 a 12.00 m
Faja separadora central	6.00 a 12.00 m

#### AUTOPISTAS URBANAS ELEVADAS

La rasante de las autopistas elevadas, se encuentran a un nivel más alto, que el de las calles transversales para que todos los cruces se realicen por medio de pasos superiores. Pueden construirse sobre terraplen o en viaducto y ser de gran longitud, pero la mayoría de los casos, son tramos relativamente cortos, pertenecientes a autopistas deprimidas o a nivel.

Las autopistas elevadas, pueden ser construidas en terrenos planos, donde el área está restringida, el nivel freático es sumamente alto, se presentan problemas con los ductos subterráneos, manzanas pequeñas que no pueden alterar su fisonomía u otras circunstancias que hagan de la vía deprimida inadecuada o antieconómica. Las vías elevadas se aceptan generalmente en áreas industriales o comerciales, pero rara vez en zonas habitacionales, excepto cuando se dispone de una amplia faja de terreno que se desea embellecer.

Varios tipos de estructuras, son utilizadas para los viaductos y las columnas - se colocan de tal manera que permitan un gran espacio debajo de la superestructura, que puede utilizarse para el tránsito local o para estacionamiento. Las autopistas sobre terrapienes son adecuadas en las áreas suburbanas, donde las calles que cruzan la autopista no requieren espaciamientos cortos y donde se dispone de amplias fajas de terreno y material para el terraplen.

La mayoría de las autopistas elevadas tienen de 4 a 6 carriles de circulación - aunque pueden ser necesarias estructuras de 8 carriles de circulación en cortas longitudes.

Las dimensiones que se recomiendan para los elementos de su sección transversal son:

Carriles	3.50 m
Acotamientos	1.50 a 3.00 m
Faja Separadora central	1.20 a 5.00 m

Deben existir lugares para estacionar vehículos descompuestos, sin entorpecer

la corriente del tránsito. Esto puede lograrse construyendo acotamientos de por lo menos 2.50 m de ancho, o bien refugios para vehículos espaciados entre 300 y 500 m ó por lo menos uno entre cada salida de autopista. Estos refugios deben ser de 3.00 ó 3.30 m de ancho, con la longitud suficiente para acomodar un automóvil y un camión semi-remolque y con transiciones de 15 a 20 m de largo - en cada extremo.

Acotamientos de 1.50 a 1.80 m de ancho, permiten a los vehículos descompuestos, salirse un poco de la calzada y en esas circunstancias el tránsito puede continuar circulando aunque a bajas velocidades. En los tramos donde no exista ningún acotamiento (que debe corresponder a casos muy críticos) es necesario que haya una separación de 60 a 90 m entre el borde derecho de la calzada (con circulación en un sentido) y la guarnición tipo barrera que suelen tener los viaductos. Esta separación debe ser de 30 a 60 cm. en el borde izquierdo de la calzada.

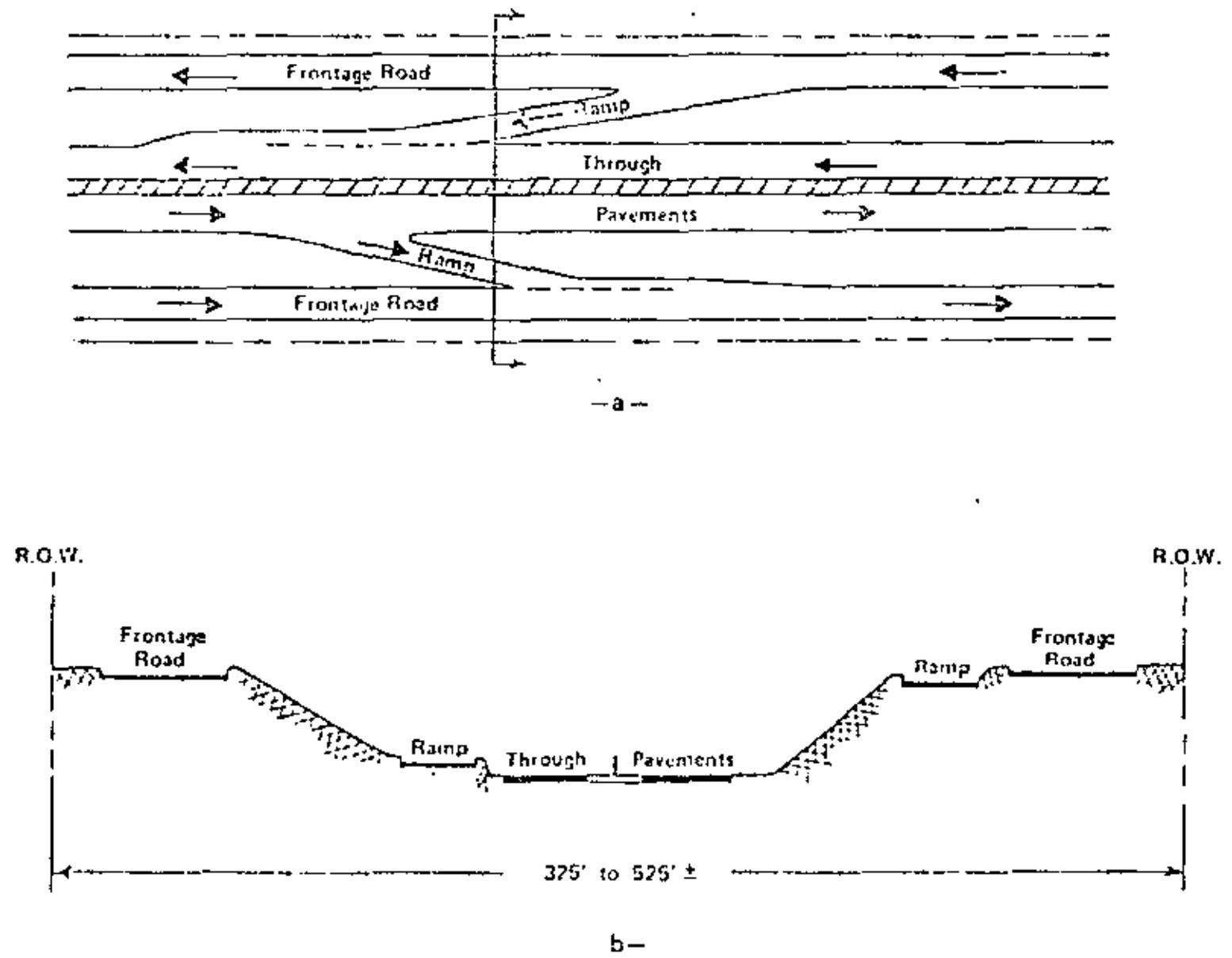
El derecho de vía para autopistas elevadas, está determinado por el ancho de la estructura necesaria y los espacios requeridos por las calles laterales y en algunos casos también por la separación entre el viaducto y los edificios adyacentes. Esta última debe ser de por lo menos 4.50 a 6.0 m.

Las ventajas de las autopistas elevadas son las siguientes:

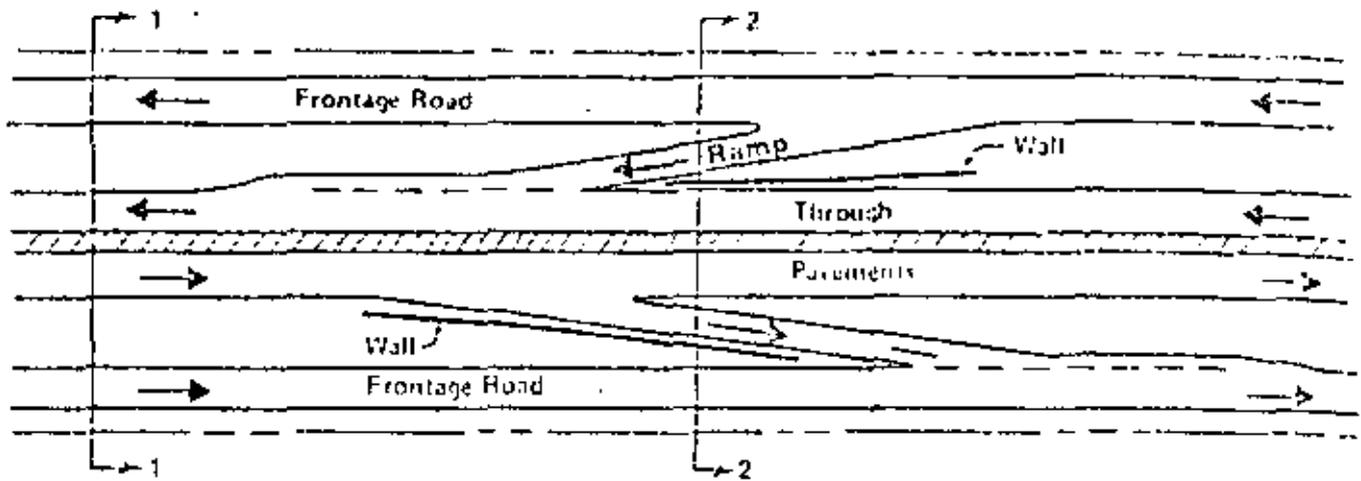
- 1) No afecta el sistema de calles, porque permite el cruce de todos.
- 2) Requieren un derecho de vía menor y pueden tener "dos pisos" sobre una calle existente.



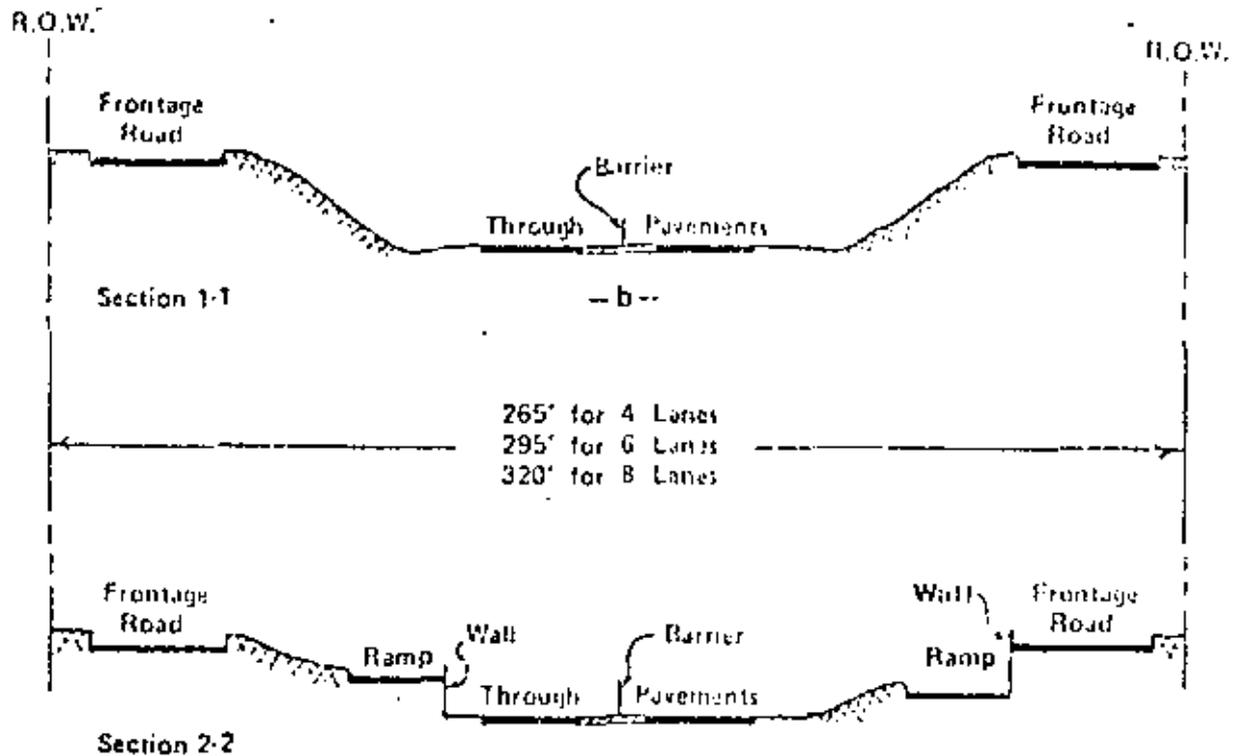
3) Son fáciles de drenar y no requieren un gran movimiento de ductos subterráneos de los servicios públicos.



SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE VIA PARA AUTOPISTAS DEPRIMIDAS

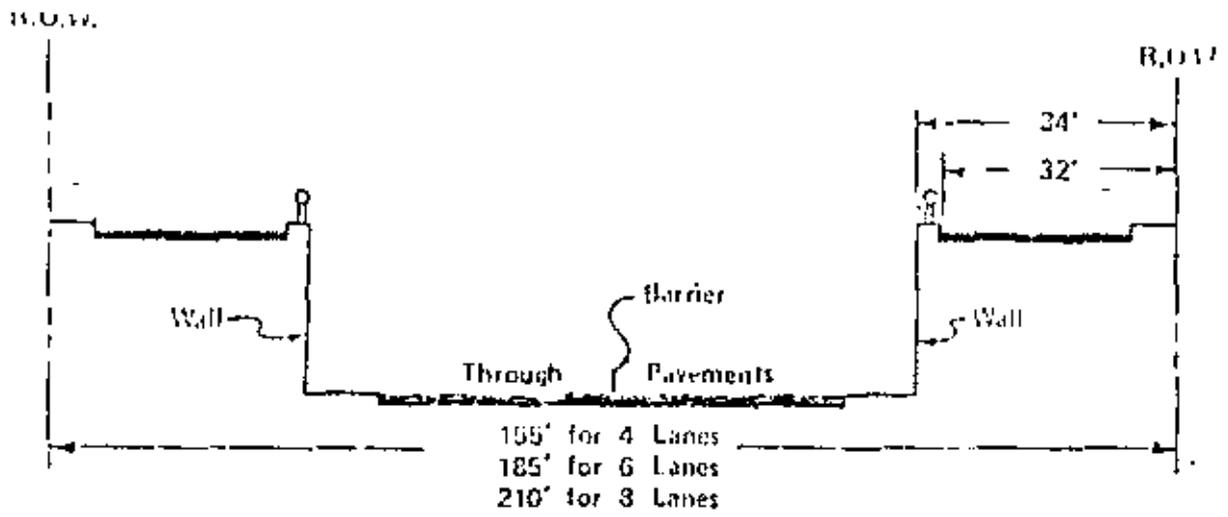


- a -

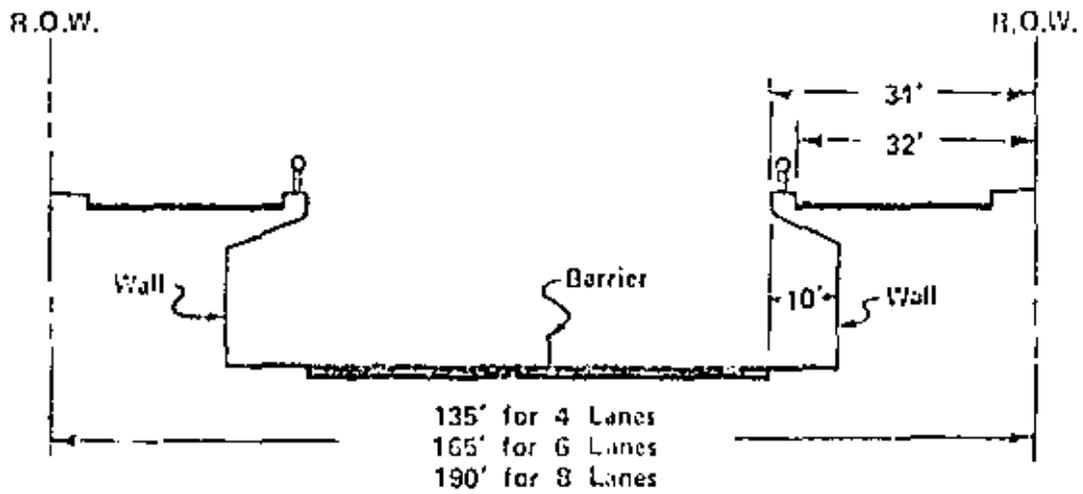


- c -

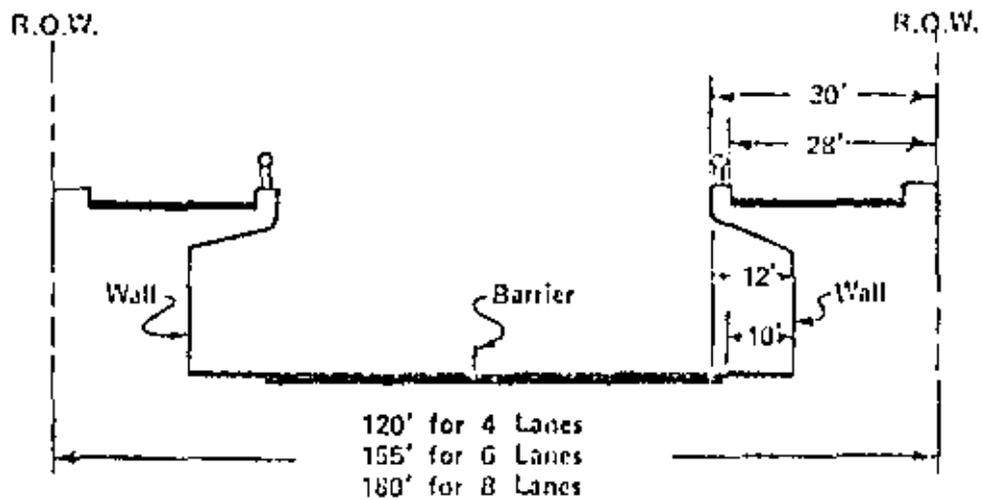
DERECHO DE VIA RESTRINGIDO Y SECCION TRANSVERSAL  
PARA AUTOPISTAS DEPRIMIDAS



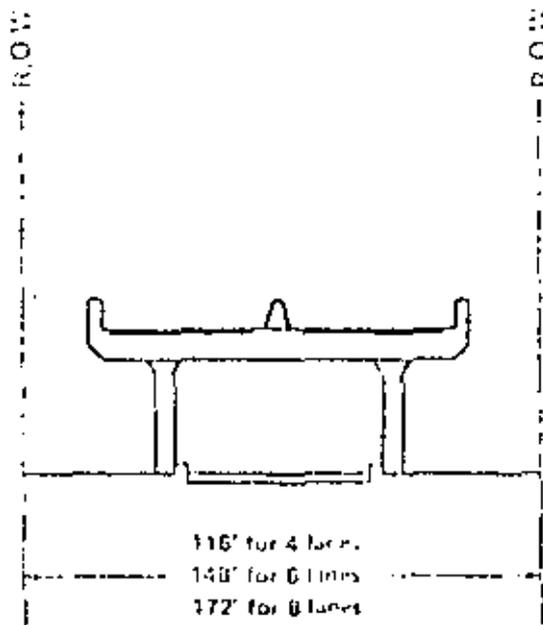
- a -



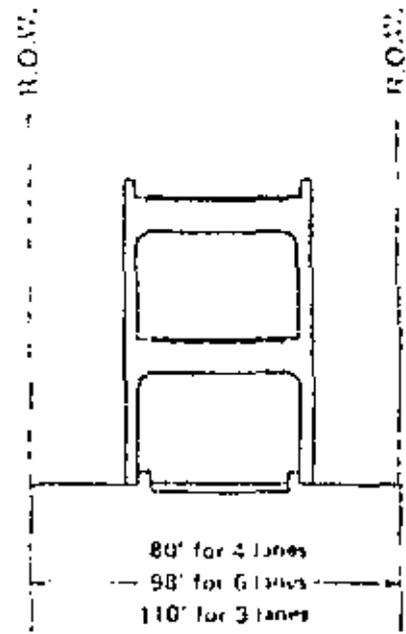
- b -



SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE VIA  
 UTILIZANDO MUROS DE CONTENSION EN  
 AUTOPISTAS DEPRIMIDAS SIN RAMPAS

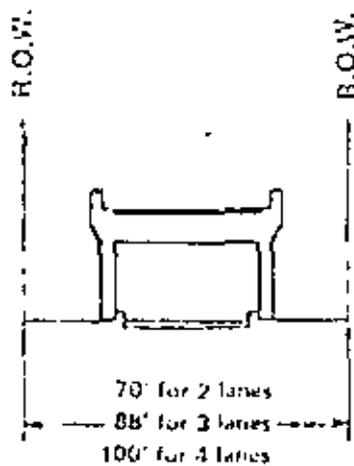


-a-

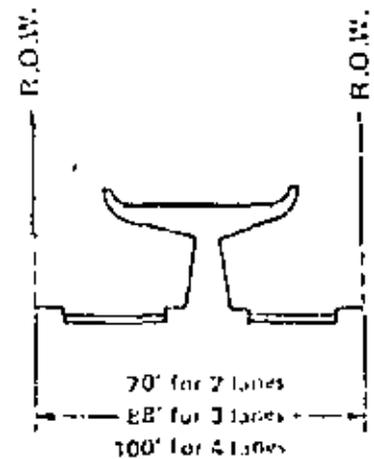


-b-

TWO WAY STRUCTURES



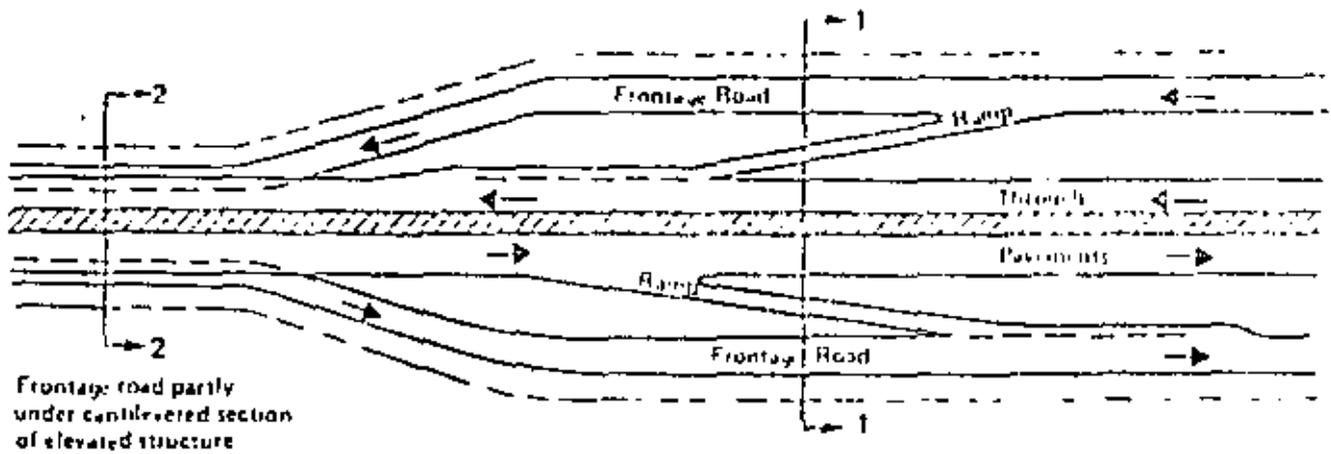
-c-



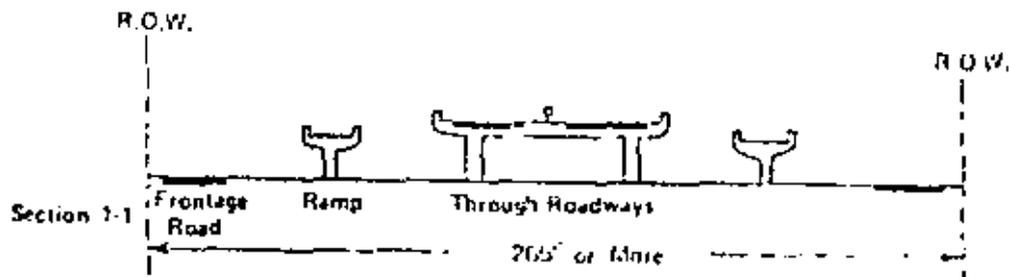
-d-

ONE WAY STRUCTURES

SECCION TRANSVERSAL MINIMA Y DERECHO DE VIA  
 PARA AUTOPISTAS ELEVADAS SOBRE ESTRUCTURAS  
 SIN RAMPAS

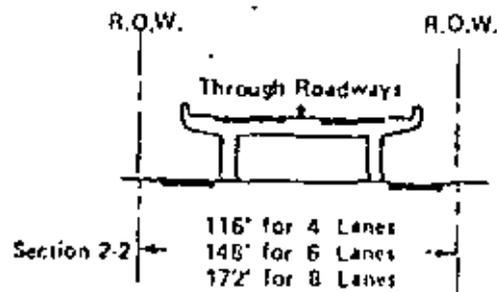


- a -



Normal Section with flaps

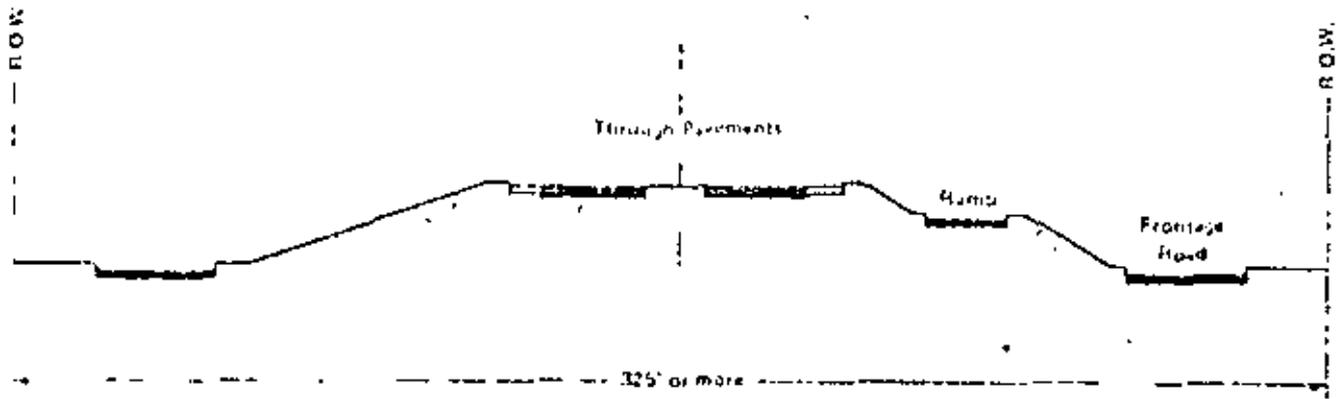
- b -



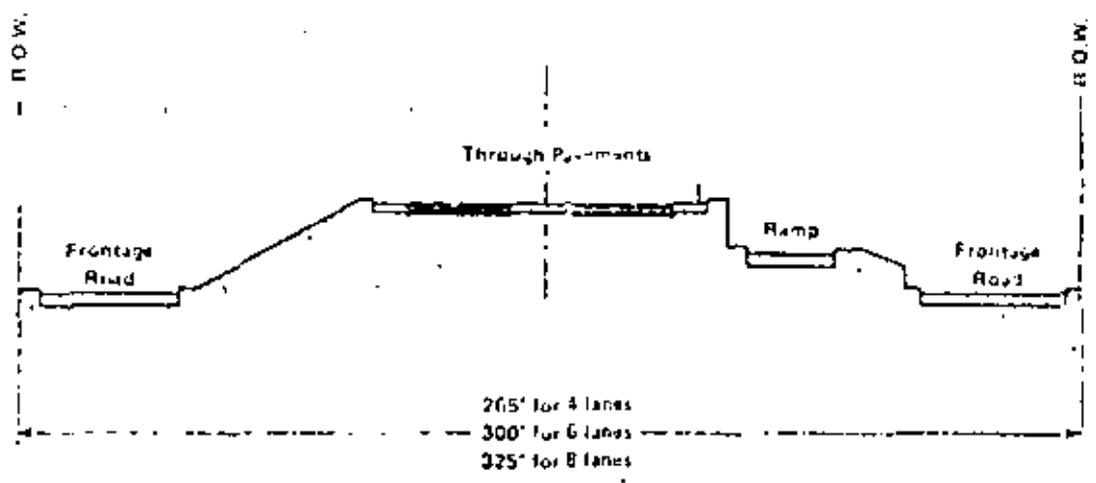
Restricted Section with no Ramps

- c -

SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE VIA  
 PARA AUTOPISTAS ELEVADAS SOBRE ESTRUCTURAS  
 CON CALLES LATERALES



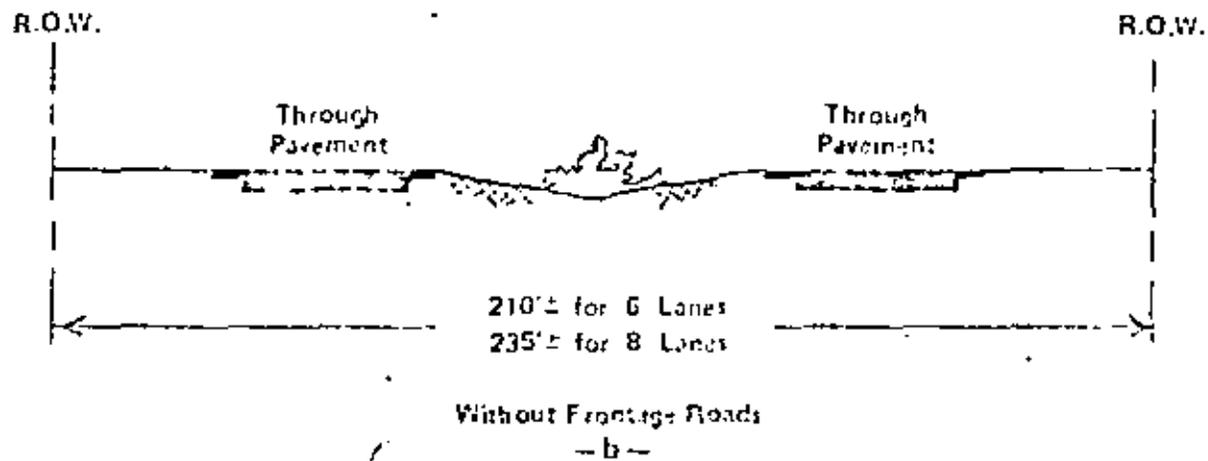
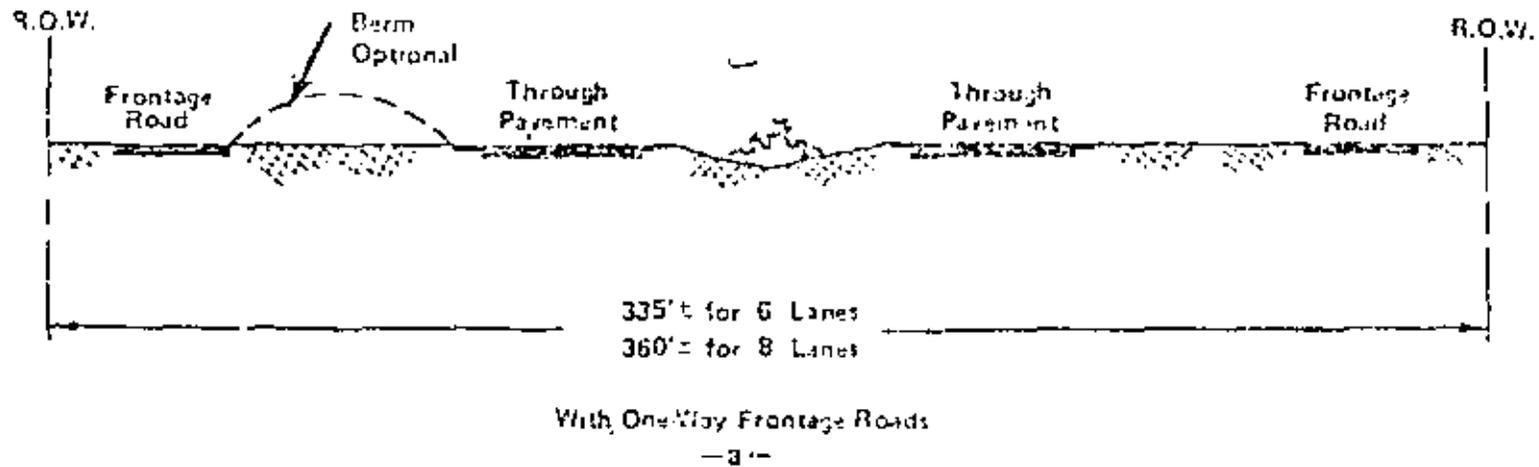
Normal  
-a-



Restricted  
-b-

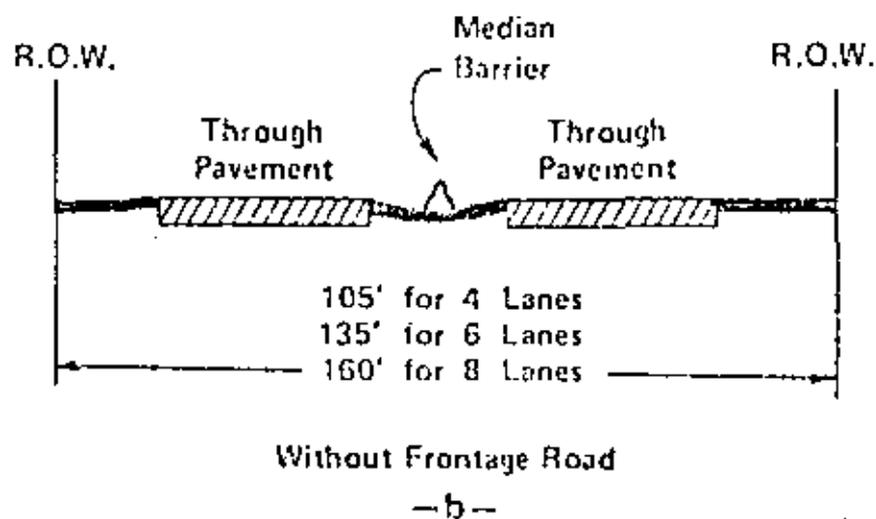
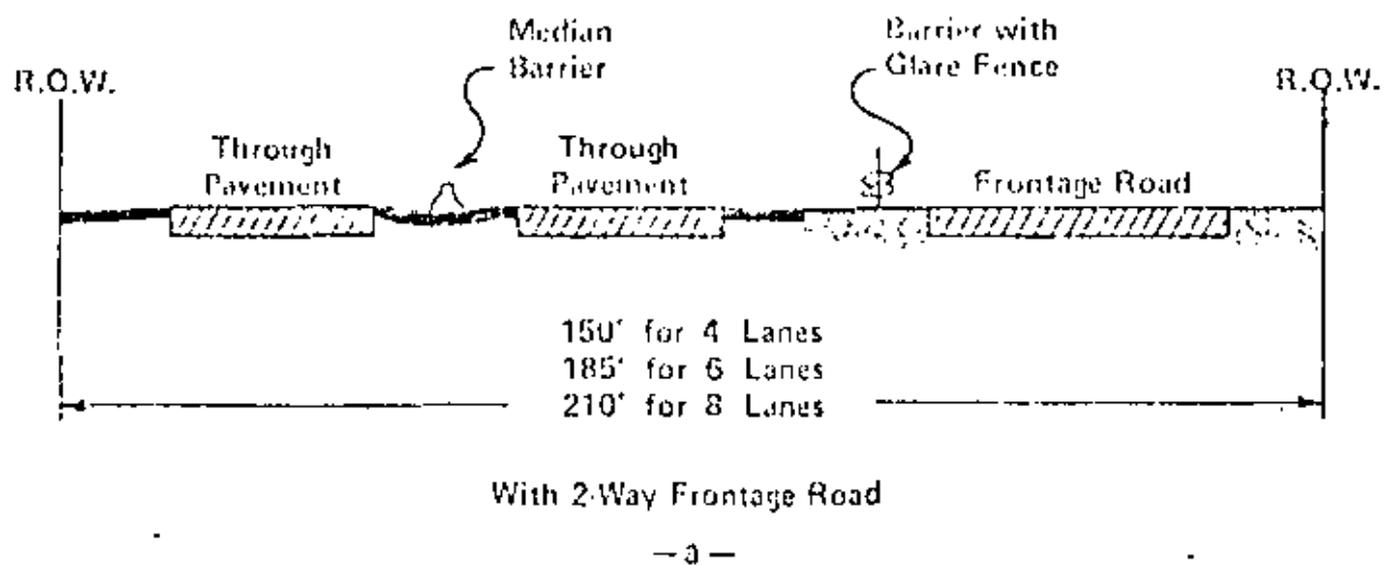
SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE VIA  
PARA AUTOPISTAS ELEVADAS EN TERRAPLEN

Figura 6

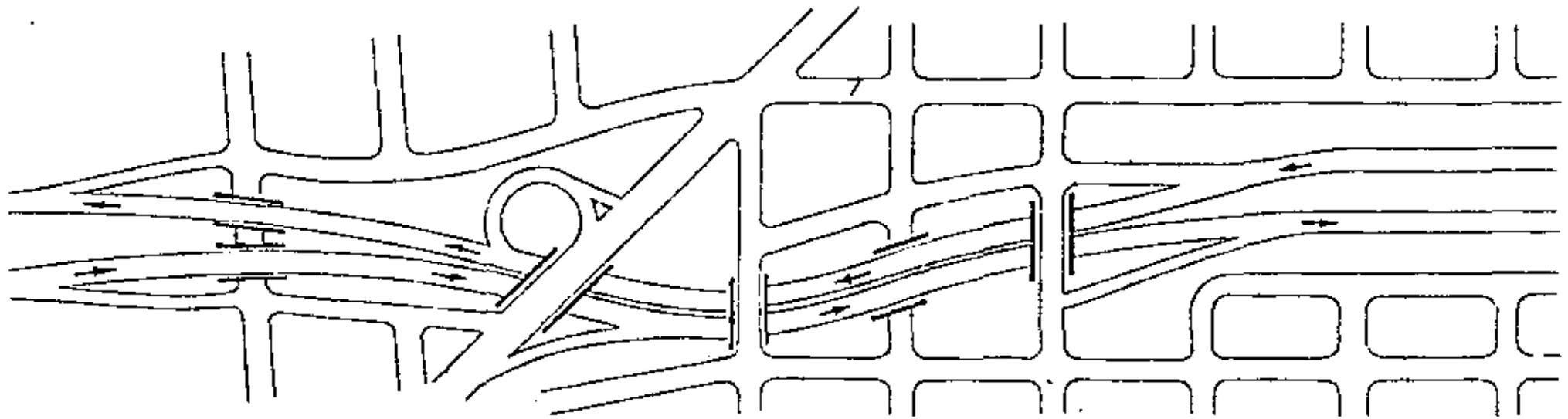


SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO  
DE VIA PARA AUTOPISTAS A NIVEL

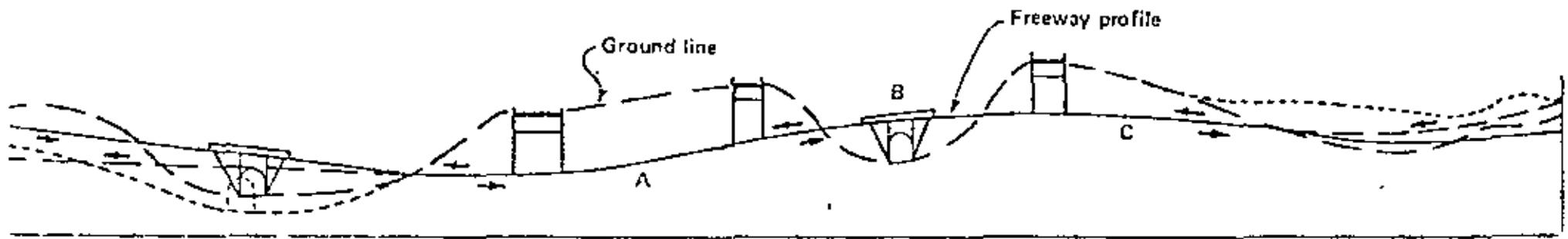
Figura 7



SECCION TRANSVERSAL Y DERECHO DE VIA  
PARA AUTOPISTAS A NIVEL CON RESTRICCION



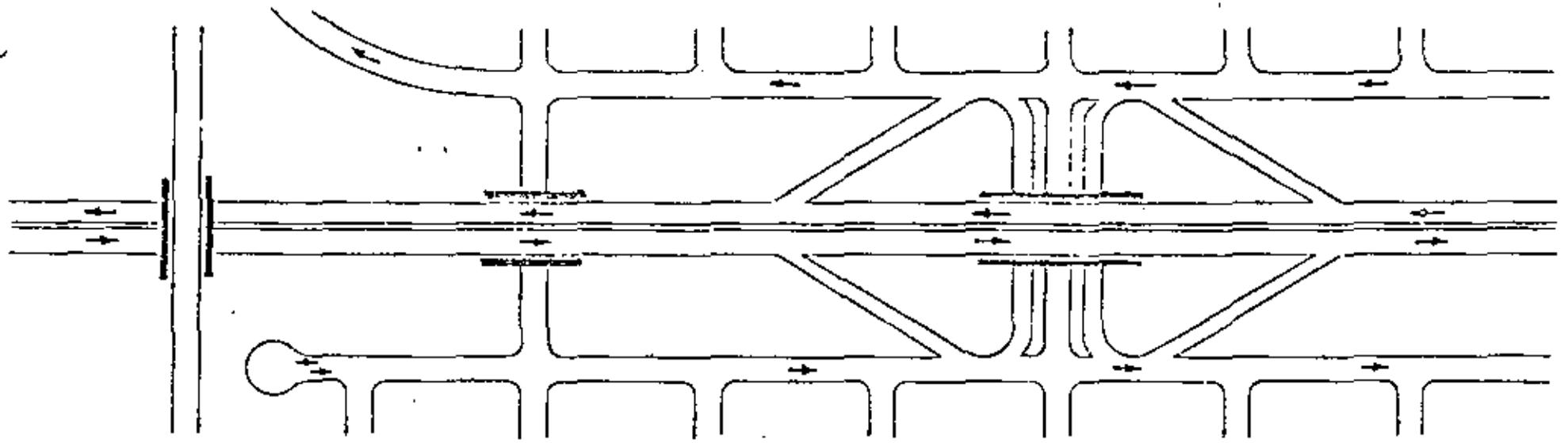
Plan



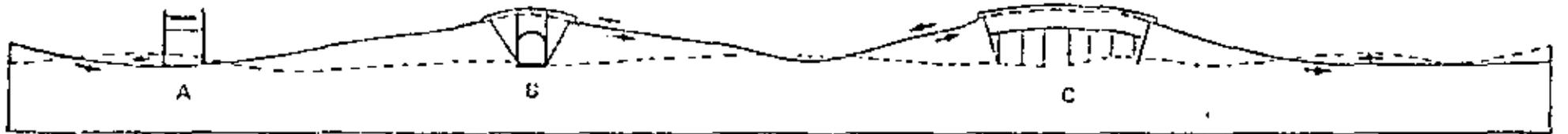
Profile

AUTOPISTA COMBINADA

Figura 9



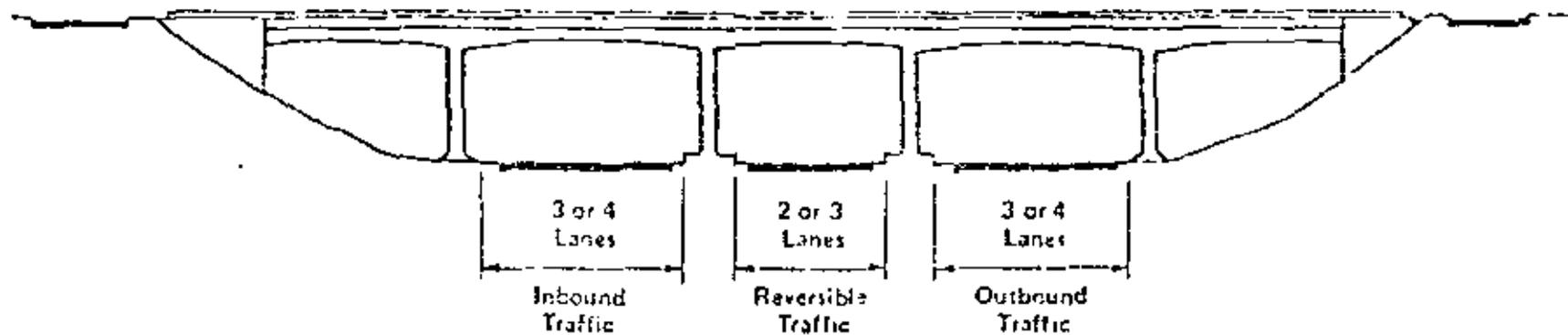
Plan



Profile

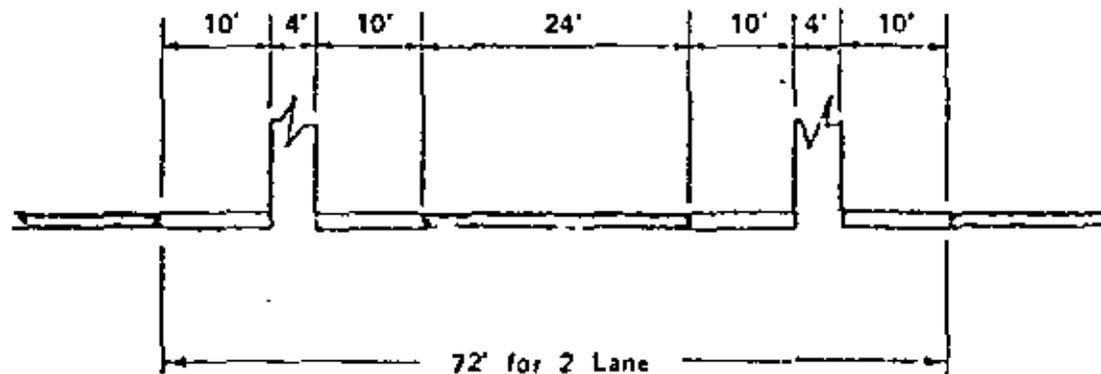
Note objectionable roller coaster profile

AUTOPISTA COMBINADA



Cross Section at Underpass

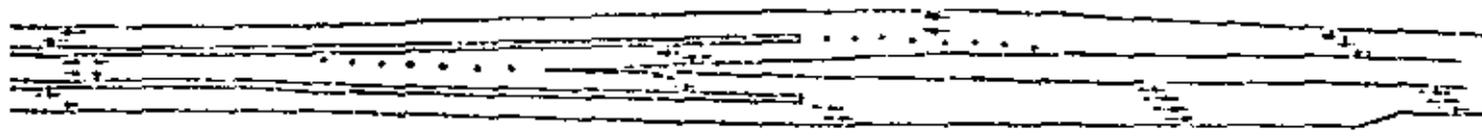
--a--



Normal Section of Reversible Roadway

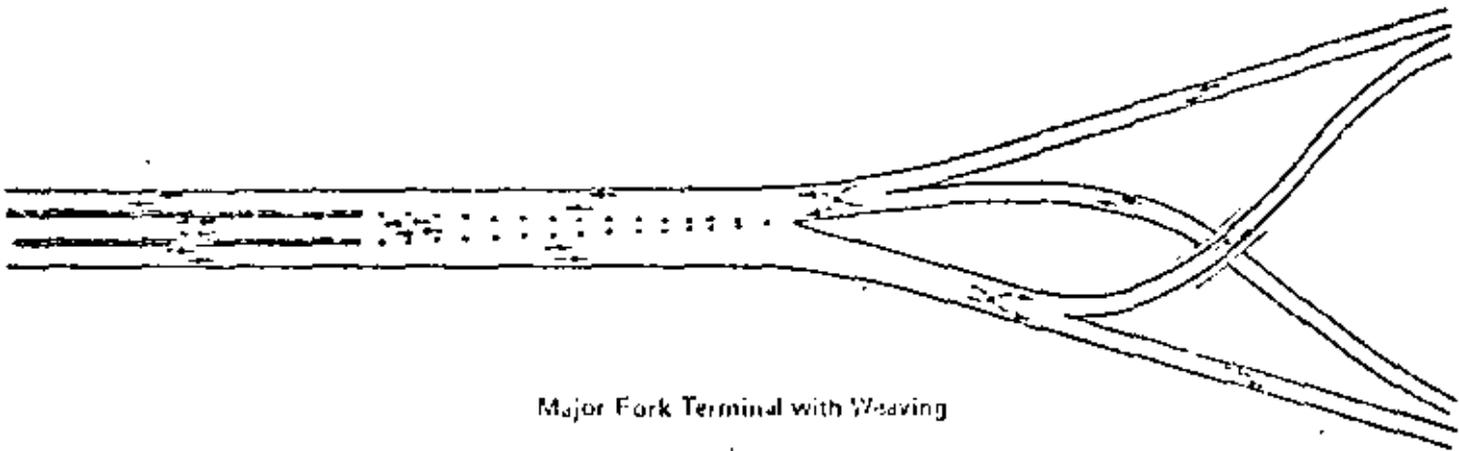
--b--

SECCION TRANSVERSAL PARA OPERACION  
CON FLUJO REVERSIBLE



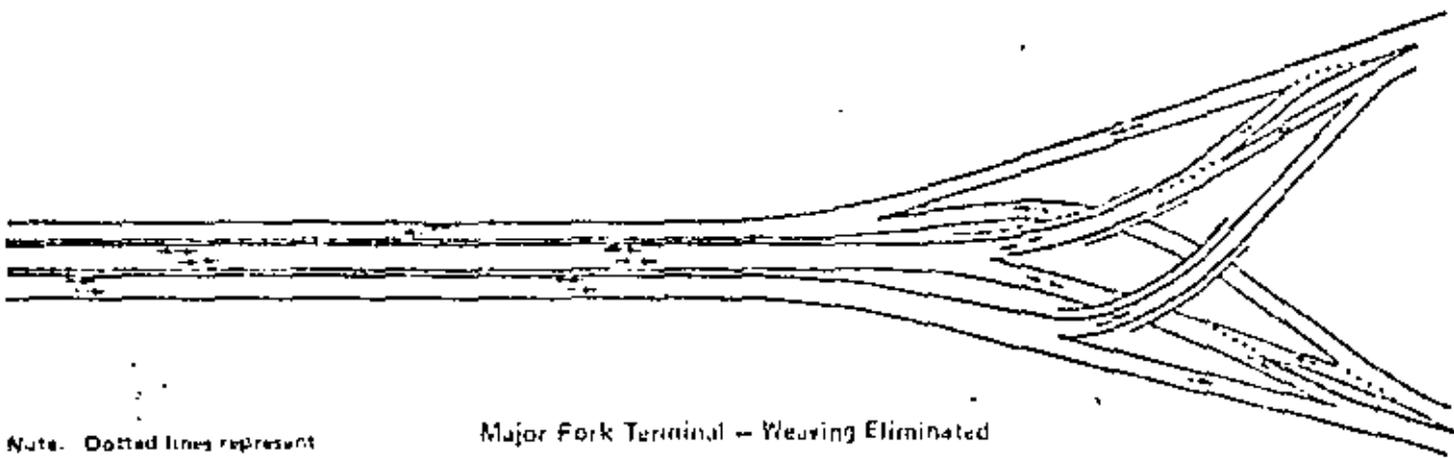
Common Terminal

- a -



Major Fork Terminal with Weaving

- b -

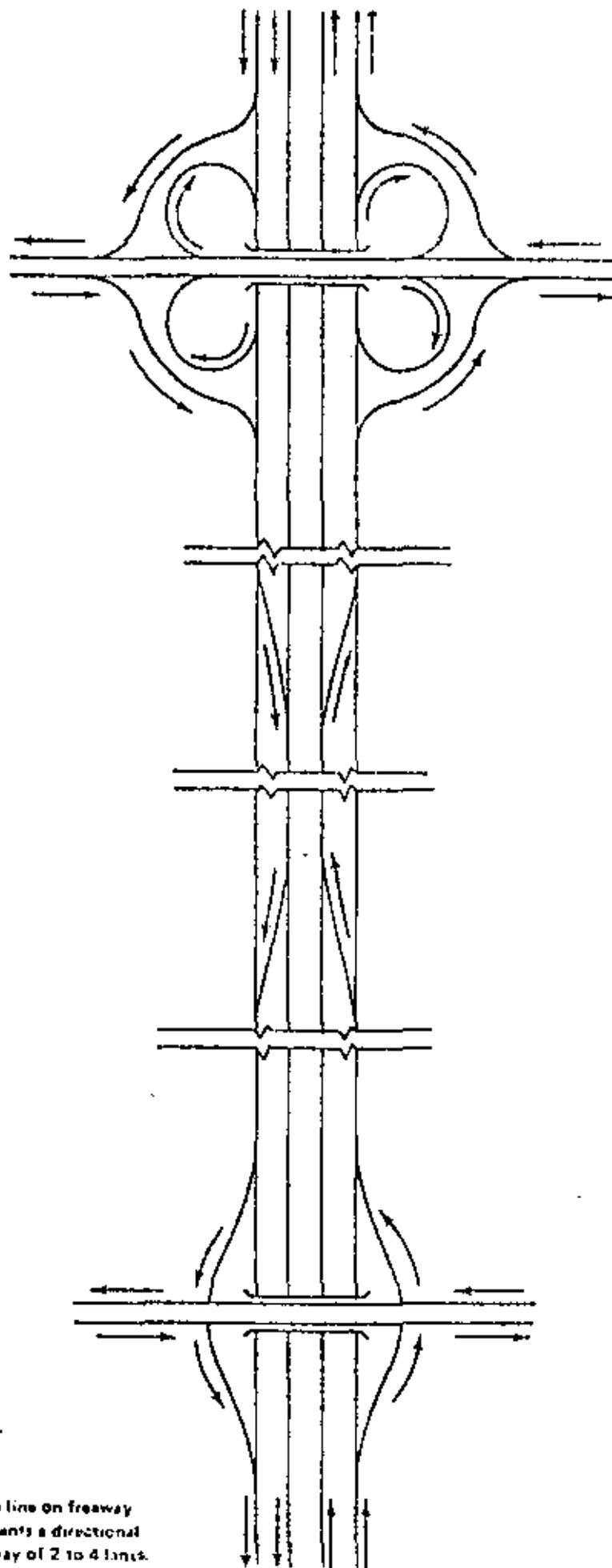


Major Fork Terminal - Weaving Eliminated

- c -

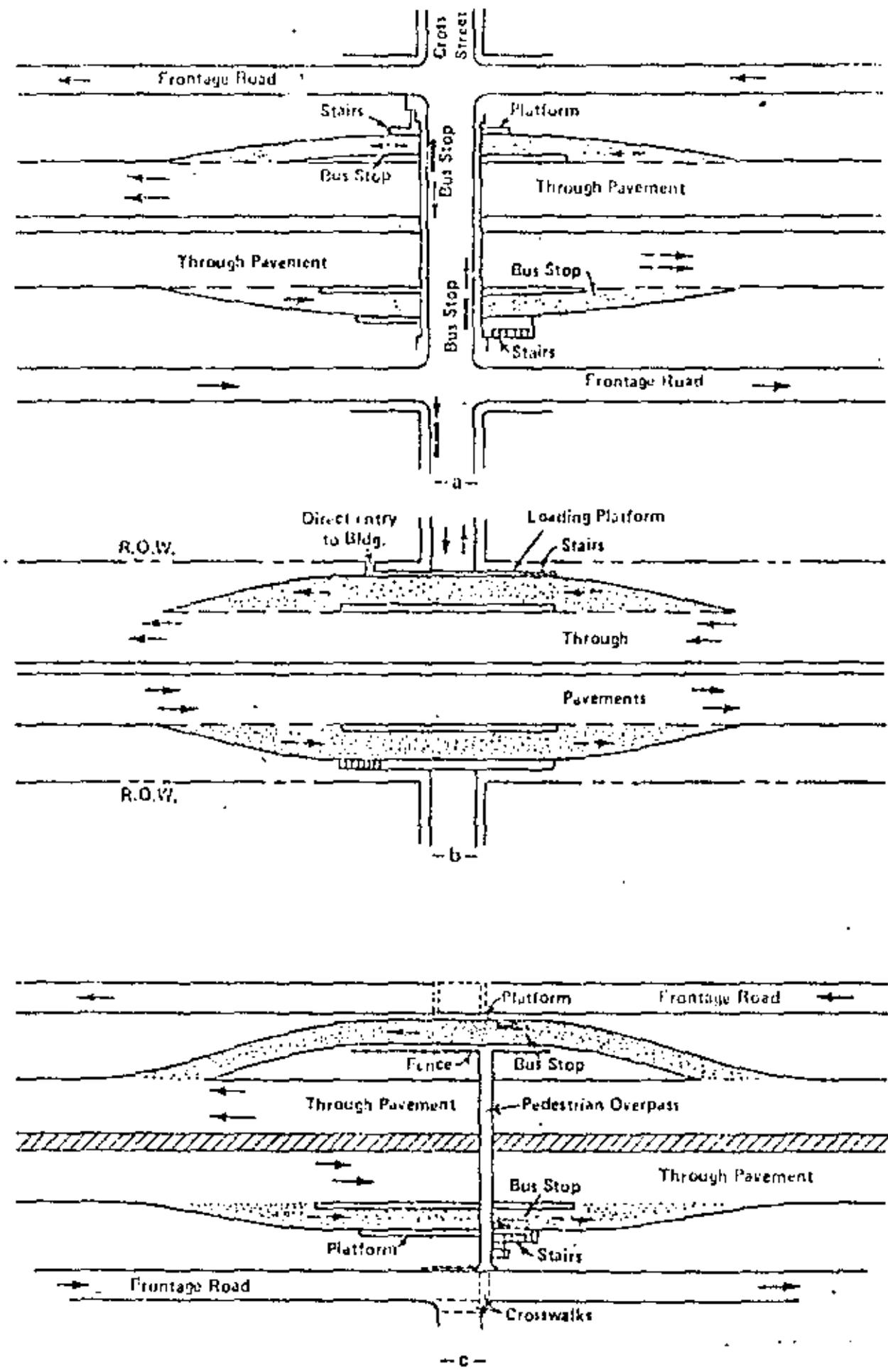
Note. Dotted lines represent removable barriers

DIAGRAMA DEL PUNTO DONDE  
CONFLUYEN LOS CARRILES REVERSIBLES



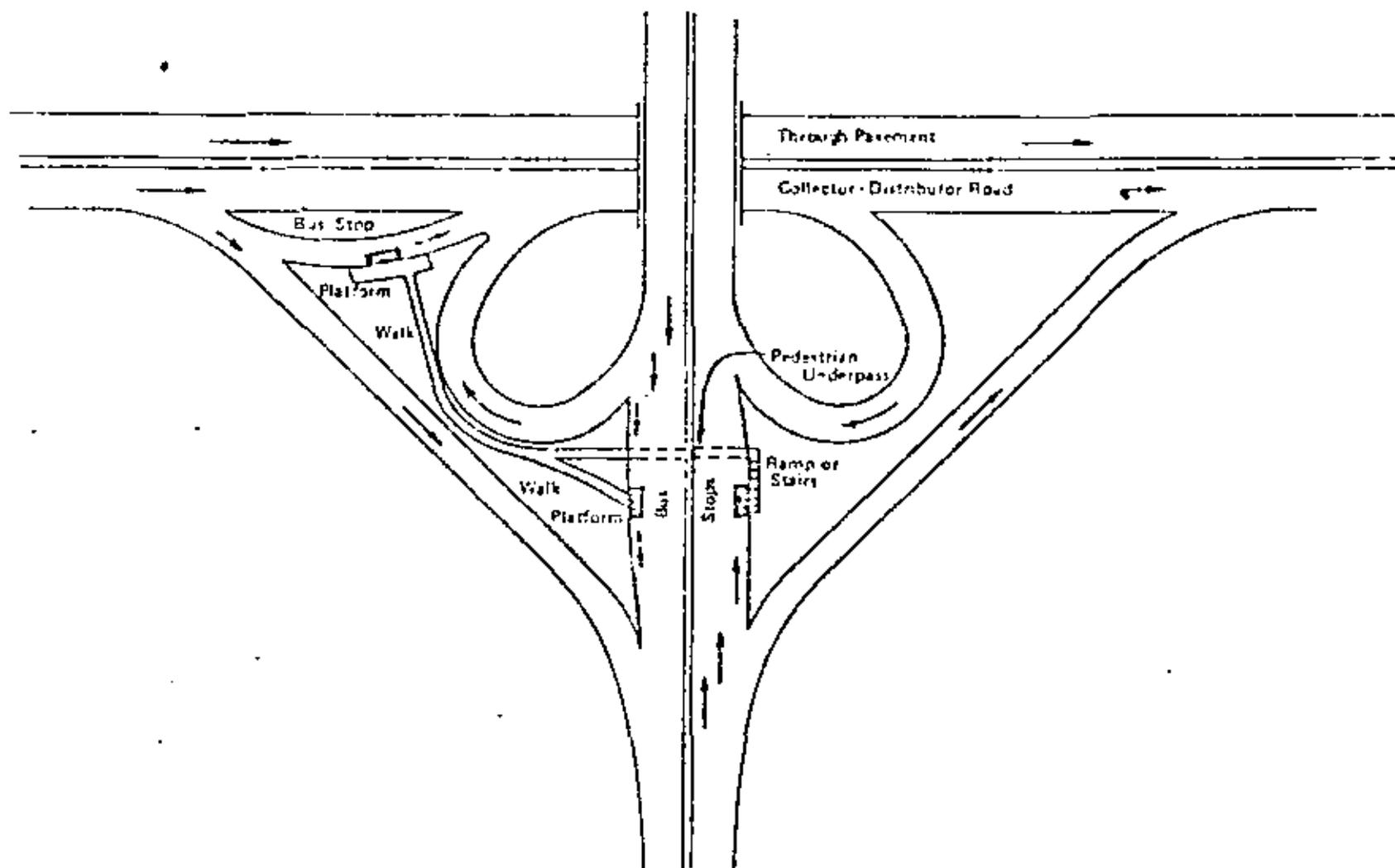
AUTOPISTA DIVIDIDA

Figura 13

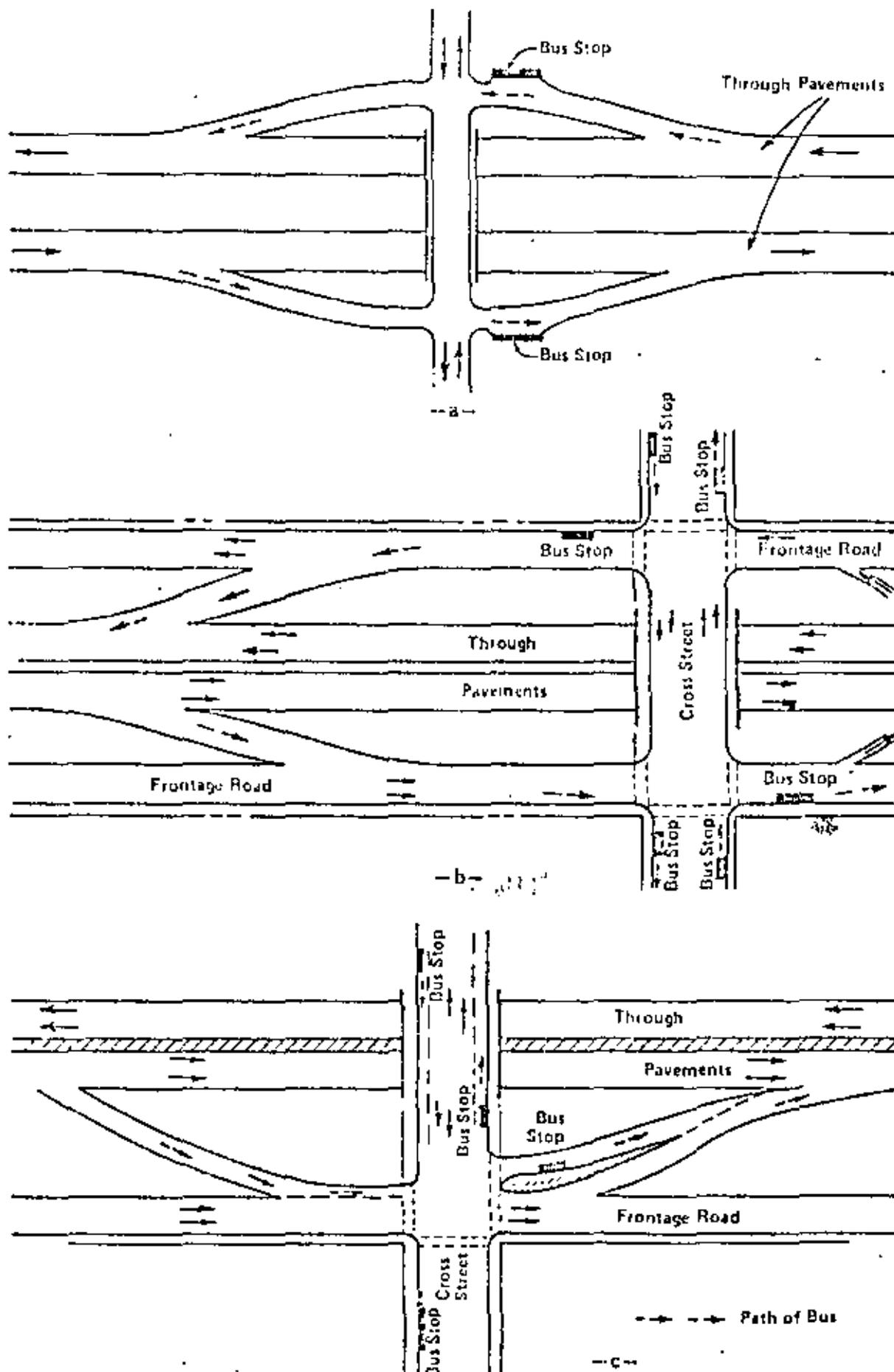


LOCALIZACION DE LA PARADA DE AUTOBUS EN UNA AUTOPISTA A NIVEL.

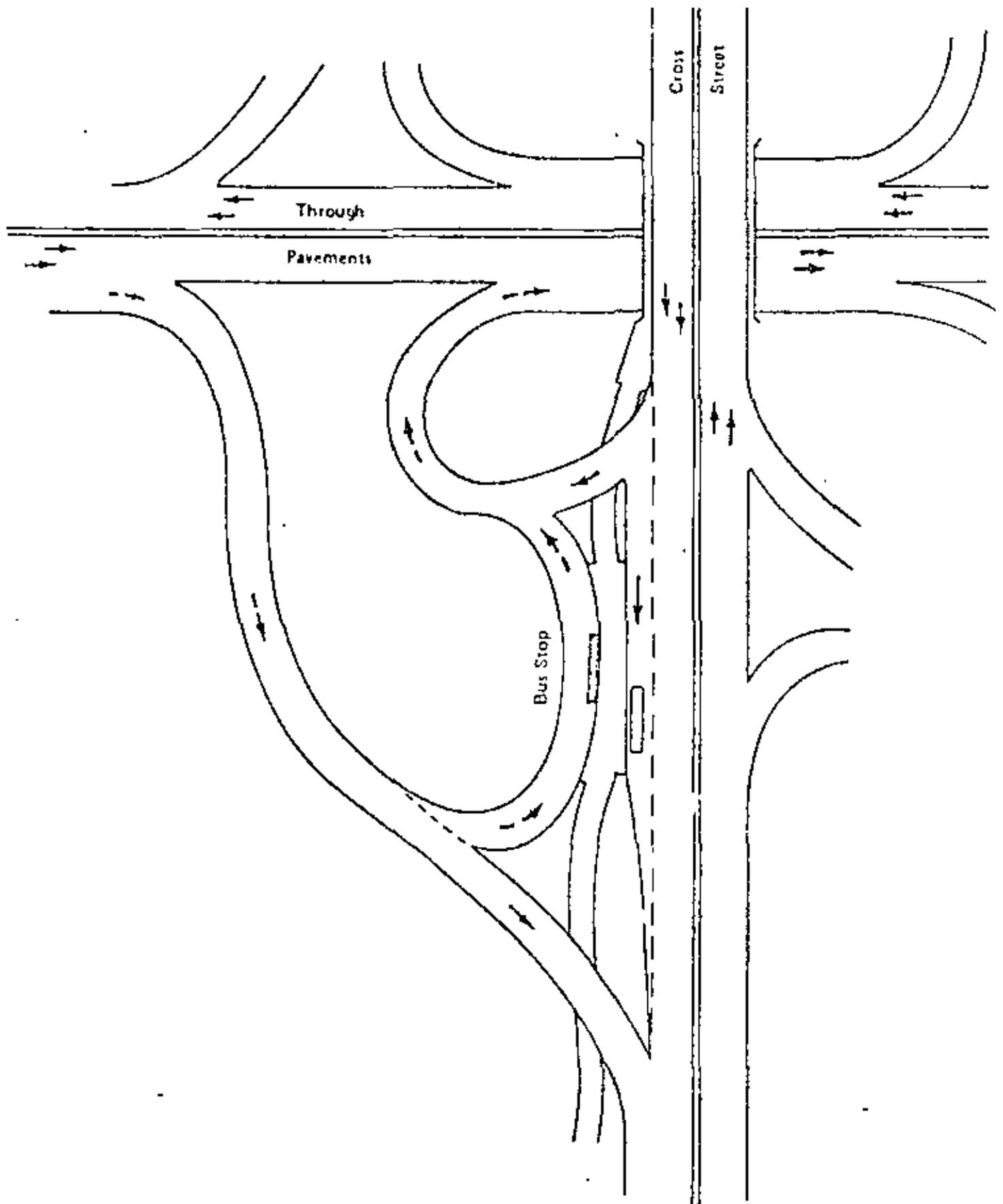
Figura 14



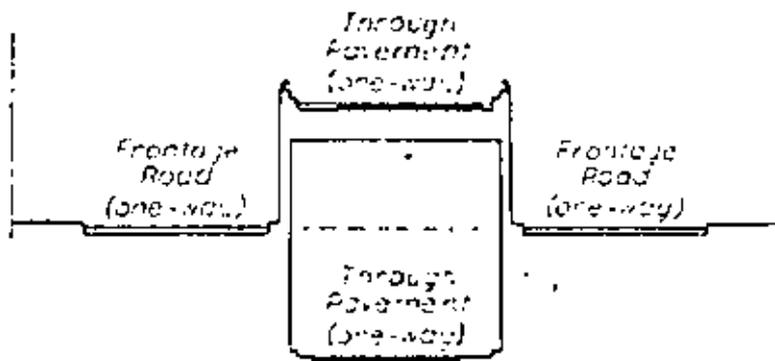
LOCALIZACION DE LA PARADA DE AUTOBUS  
EN UNA INTERSECCION EN "TREBOL"



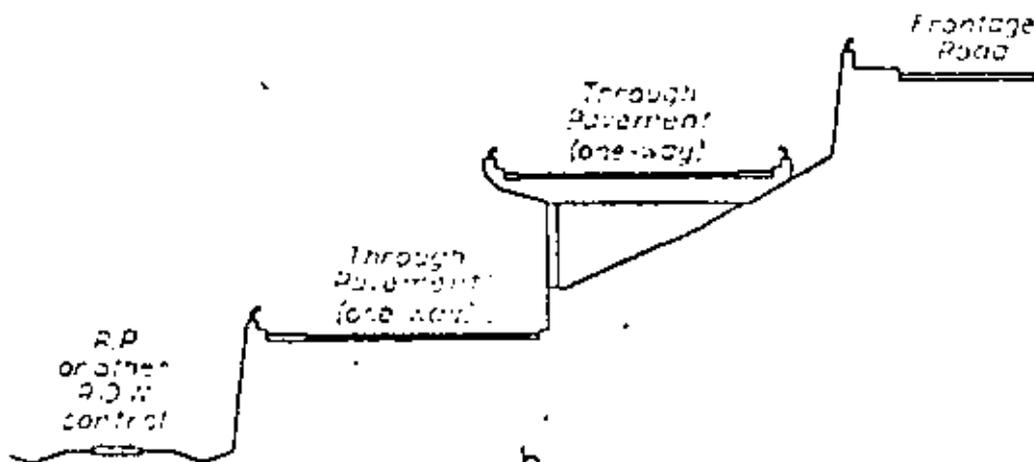
LOCALIZACION DE LA PARADA DE AUTOBUS  
EN UNA INTERSECCION EN "DIAMANTE"



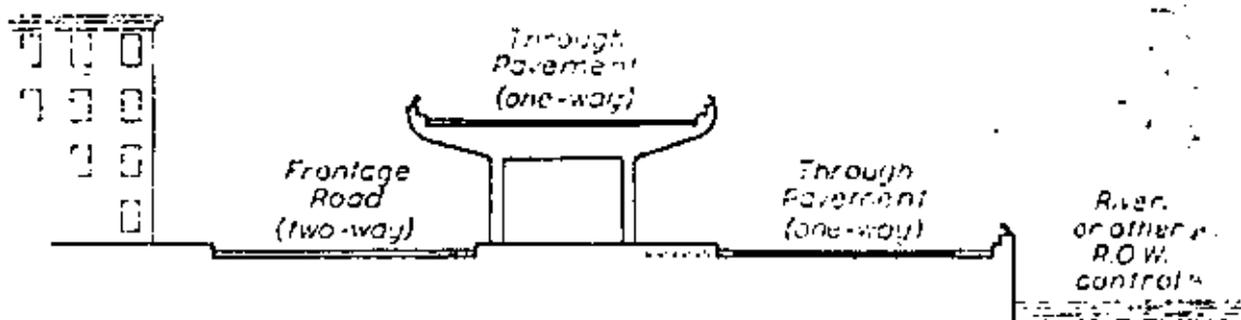
LOCALIZACION DE LA PARADA DE AUTOBUS  
EN UNA INTERSECCION EN "TREBOL"



— a —



— b —



— c —

SECCION TRANSVERSAL PARA  
AUTOPISTAS COMBINADAS

## LOCALIZACIÓN Y DENSIDAD FUTURA DE LA POBLACION.

Esta determinación presenta un problema con respuestas alternas de igual validez relativa, dependiendo del supuesto de los pasos intermedios.

Los pasos involucrados son:

- 1.- Población proyectada total al año de estudio o nivel de población futura.
- 2.- Localizar la población proyectada en los lugares con mayor probabilidad de residencia, dentro del área en estudio, considerando:
  - a. Tendencias pasadas del uso de la tierra.
  - b. Interrelaciones actuales del uso de la tierra.
  - c. El pasado y presente económico del área.
  - d. Tendencias sociológicas recientes.
  - e. Sistema de transportación pasado y actual.
  - f. Tendencias pasadas comerciales e industriales.
  - g. Desarrollo actual y pasado.
  - h. Otros factores en particular importantes para el área en estudio
- 3.- Considerar de nuevo todos los incisos de paso 2, más los factores locales especiales, determinando la probable localización en el futuro de las áreas comerciales e industriales dentro del área en estudio.
- 4.- Repetir todos los incisos del paso 2 y 3, para escuelas, parques, edificios públicos, terminales de autobuses y otros usos del suelo.
- 5.- Determinar la concentración de personas para varias partes del área en estudio, para momentos diurnos y nocturnos.

El planificador del tránsito deberá confiar en sus colegas en varios campos, si desea determinar la localización y densidad de la población.

PROCEDIMIENTO PARA LA PROYECCION DEL ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO.

1.- Obtención de los datos básicos para proyección:

a. Población actual y futura, distribución y densidad por zonas a ser utilizadas en el estudio.

(1) Población diurna (empleada, escolar) categorizada por zonas y por uso de la tierra.

(2) Población nocturna, categoría por zonas y por uso de la tierra.

b. Historia y tendencia de la población para:

(1) El área en estudio.

(2) El estado (total y urbano).

(3) La región (total y urbana).

(4) La nación (total y urbana).

c. Uso de la tierra presente y futuro dentro del área en estudio:

(1) Mapa general.

(2) Mapas detallados indicando la información.

d. Datos del tránsito:

(1) Volumen promedio diario anual (TPDA)

(2) Factores de la hora de máxima demanda (FHMD)

(3) Factores direccionales.

(4) Variaciones horarias, diarias y mensuales.

(5) Composición del tránsito.

(6) Líneas de deseo.

(7) Generación de viajes para diferentes usos de la tierra y especialmente para generadores de tránsito.

(B) Proyección de los vehículos registrados por uso y tipo de vehículo, gráficamente para:

- (a) Cada zona.
- (b) El área en estudio.
- (c) El estado.
- (d) La región.
- (e) La nación.

e. Datos adicionales que ayudan en la proyección:

- (1) Plan comprensivo.
- (2) Mapa topográfico que comprende el área.
- (3) Leyes de zonificación:

## 2.- Desarrollo de los factores de proyección:

a. Factores de proyección totales.

- (1) De una cuidadosa proyección de las tendencias de la propiedad del automóvil por habitante, camiones y autobuses registrados y su uso, uso del tren y de otros medios de transporte existentes en el área, establecimiento de la probable interrelación entre los medios de transporte en el futuro, entonces establecer un factor de incremento general del vehículo de motor dentro del área en estudio. Estos juicios son importantes y los resultados deberán ser revisados de nuevo para las proyecciones estatales, regionales y nacionales. Estas revisiones adicionales son una excelente guía de juicio, en las proyecciones mal interpretadas por la obtención erró-

nea de algunos datos.

- (2) Del cuidadoso estudio del registro existente de los vehícu-  
los de motor por habitante, así como todos los datos dispo-  
nibles, se determina el factor de incremento para el vehícu-  
lo de motor por habitante dentro del área en estudio. Así -  
estas tendencias son comparadas con las proyecciones na-  
cionales, estatales y regionales.
- (3) Determine un factor de incremento total para los viajes en  
vehículos de motor para el área en estudio de la siguiente  
forma:
  - (a) Factor de incremento de la población.
  - (b) Factor del nivel de vehículos por habitante.
  - (c) Factor del uso promedio del vehículo.

Ejemplo: Población    Registro    Uso    Factor total de Inc.  
           1.75        X    1.25        X 1.10    =        2.41

b. Factores de incremento para las zonas (ver también paso 3d):

- (1) Para la proyección de cada zona desarrollar factores relati-  
vos a la futura existencia de los vehículos registrados por  
habitante y al uso del vehículo en vista de los datos obte-  
nidos en el paso 1.
- (2) Determinar las relaciones de la población esperada a la po-  
blación presente, tanto la población diurna como la noctur-  
na. Así resultaran dos relaciones de población para cada -  
zona.

- (3) Determinar para cada zona una combinación de relaciones futuras de la población diurna más la nocturna. Así resultará una tercera relación para cada zona.
- (4) La relación de población apropiada en el desarrollo del factor de incremento de los deseos de viaje para cada zona, deberá ser determinado considerando que el uso del suelo actual, contemplaría cambios en el futuro y la relativa significancia de cada uno.
- (5) La zona central de negocios y la de compras requieren una atención especial para la determinación anticipada del incremento en la generación de viajes. Por ejemplo el procedimiento generalmente usado en la obtención de los viajes a la zona de compra, es primero estimar la influencia de cada centro. Una estimación es entonces preparada, para indicar el número de viajes, los cuales se supone que cada centro comercial atraería de su zona de influencia si el centro comercial existiera actualmente. Los viajes a los centros comerciales actuales, son determinados de los datos obtenidos en el estudio de origen y destino. Se realizan estimaciones utilizando los viajes existentes por habitante para las zonas de influencia de los centros comerciales existentes, en conjunto para la población actual para las zonas de influencia de los centros de compras supuestos. Los factores de proyección son expandidos, teniendo los viajes para el año de proyecto para cada centro comercial.

(6) Ejecutando estos pasos, los problemas para áreas despobladas o de baja densidad y que esperan ser desarrolladas próximamente en el año de proyecto ya calculado. El problema más obvio, es que un área sin población actual, producirá un factor de incremento de población infinito. Esta situación será discutida posteriormente para usos de tierra habitacional, comercial e industrial (ver paso 3b).

3.- Destino final de viajes:

a. En el área total de estudio, los viajes internos, calculados para el año de proyecto o el nivel de población futura, se determina aplicando el factor de incremento total en el paso 2a(3)

b. Total de viajes internos (año de proyecto o nivel de población) se determina para cada zona como sigue.

(1) Se obtiene un tercer factor que combina el factor de incremento de la población, el factor de incremento de la propiedad del vehículo y el factor de incremento del uso del vehículo, o sea se multiplican directamente. Esto produce un factor de incremento en los deseos de viaje. Los deseos de viaje futuros para la zona es entonces obtenido por multiplicación del factor de incremento por el nivel presente de los deseos de viaje.

(2) En el caso contrario en áreas habitacionales sin desarrollo actual, los deseos futuros de viaje son obtenidos considerando la densidad de población esperada en áreas, las cuales son similares al desarrollo esperado del área en cuestión. Esto-

no es el llamado método de analogía, pero es mejor descrito como el método de juicio-múltiple. Al aplicarse los procedimientos consisten en determinar áreas con características similares (densidad de población, distancia relativa a los centros de trabajo, al área comercial y los servicios de transporte) determinando el actual origen de los viajes por habitante de los datos del estudio de origen y destino, aplicando el dato anterior de acuerdo a la población esperada en cada sub-área del estudio.

- (3) El procedimiento para determinar el origen de los viajes anticipadamente en áreas industriales, es muy similar al descrito en áreas habitacionales. La población diurna esperada (principalmente empleos) se emplea para la generación de viajes por hectárea para áreas específicas de desarrollos industriales, usándose con un razonable éxito. Deberá prestarse una atención cuidadosa y especial al índice de decremento de la ocupación del vehículo. También deberá tenerse cuidado en no exagerar el desarrollo industrial.
  - (4) El procedimiento para determinar el origen de los viajes para áreas comerciales es similar. Una guía es aprovechar generalmente los datos de origen y destino y partir de éstos. Es importante la recopilación de los datos para obtener el incremento de la población y el incremento del uso del vehículo.
  - (5) Aplicando los pasos precedentes, se obtiene el destino y el origen de los viajes para cada zona de el área en estudio.
- c. La suma de los totales individuales de la zona deberán ser balanceados con el total del área en el destino de los viajes desarrollados en el paso 3a. Esto involucra ajustes (positivos y negativos) para los totales de la zona estimados en el paso 3(b)(5). Los totales zonales son los dignos de mayor confianza y por consiguiente su ajuste es menor

## GENERACION DE VIAJES

### Introducción.

La generación de viajes etapa del proceso de la planeación del transporte está interesada en la predicción de los futuros niveles de viajes de personas o vehículos, usualmente para el tránsito de zonas o combinaciones del mismo, conocidas éstas como áreas de tránsito. Las técnicas desarrolladas ensayan la utilización de relaciones observadas entre las características del viaje y el medio urbano, y están basadas sobre la suposición que "la estructura del viaje es una función de tres factores básicos".

- 1.- El modelo del uso del suelo y desarrollo dentro del área en estudio.
- 2.- Las características socio-económicas de los viajeros dentro de la población en el área en estudio.
- 3.- La naturaleza, extensión y capacidad del sistema de transportación en el área en estudio.

Estos factores básicos pueden ser representados por una variedad de variables interdependientes cuyos cambios de influencia se deben principalmente a la localización geográfica del área en estudio, y con los diferentes períodos de tiempo.

Los estudios de generación de viajes son una parte vital del proceso de planeación del transporte -es esencial que hoy en día - se determine la producción de viajes y sea conocida antes la naturaleza de la demanda de viajes futuros para ser evaluada. Una vez que el sig nificado del uso de la tierra, características de población y transporte, que influyen en la demanda de viajes han sido identificados, son proyec tados para estimar la cantidad total y clase de demanda de viajes.

Como parte del estudio de generación de viajes es prácti ca normal estimar el número de viajes originados en cada zona, esto es, viajes producidos y el número de viajes con destino de cada zona, o - sea la atracción de viajes. Esto es asegurar que durante la etapa de dis tribución existen diferentes combinaciones de viajes, los cuales no son necesariamente reversibles, pueden ser adecuadamente definidos por - ejemplo una combinación típica de viajes hechos por una persona durante un día laborable puede ser de su casa al trabajo, del trabajo a recreación (cine) y de recreación a su casa. En este caso la producción del viaje es de casa al trabajo, mientras la atracción al hogar es de recreación.

Realmente lo más común es la distribución de modelos sin téticos incorporando tanto a la producción como la atracción dentro del - marco básico de trabajo.

Dependiendo del diseño del proceso completo del estudio, los modelos de generación pueden ser obtenidos para personas o movi-

mientos vehiculares, por propósito del viaje y por la hora del día, así, si el estudio es diseñado para satisfacer un destino de viaje y la repartición en los medios de transporte (por ejemplo: la asignación de movimientos en diferentes medios de transporte antes de la generación de viajes, son distribuidos entre las zonas). Entonces el modelo de generación de viajes - puede ser diseñado para obtener la producción de viajes en términos de - movimientos de personas por diferentes modos de viaje.

Si de otra manera en un viaje se utilizan varios modos de transporte, los cuales se distribuyen en diferentes partes del viaje entre las zonas, después del proceso de la distribución, entonces el modelo de generación de viajes deberá ser diseñado a obtener la producción de viajes en términos del total de personas en movimiento. Similarmonte, hay viajes de personas que tienen diferentes propósitos de viaje, diferente - distribución y diferentes características de los medios de transporte, generalmente es esencial considerar la estratificación de viajes por propósito en todo el proceso de la planeación del transporte. Así el análisis de generación de viajes deberá intentarse para diferentes propósitos de viaje. El número de diferentes propósitos de viaje varía con el diseño del estudio en particular. Una estratificación típica de los viajes basados en el hogar, podrá tomarse como sigue:

- 1.- Del hogar al trabajo
- 2.- Del hogar a compras
- 3.- Del hogar a otros destinos
- 4.- Del trabajo al hogar
- 5.- De compras al hogar
- 6.- De otros destinos al hogar.

- La generación de viajes que no está basada en el hogar, ejemplo, movimiento de artículos de una planta industrial a otra, es usualmente estimada en términos de movimiento de vehículos. Dependiendo del diseño del estudio, éste puede ser estratificado en diferentes tipos de vehículo, haciendo que los movimientos no estén basados en el hogar, o puedan ser estimados como el total de vehículos producidos o atraídos.

Una estratificación común de los vehículos comerciales podrá ser ligeros, medianos y pesados.

## Factores que influyen en la generación de viajes.

### Factor del uso de la tierra

El uso del suelo es un conveniente medio para clasificar las actividades de los viajes generados, porque es un factor, el cual puede ser predicho con un razonable grado de exactitud, y es realmente cuantificable. Diferentes usos de la tierra producen diferentes características de generación de viajes, por ejemplo, área para desarrollo comercial u oficinas podrá esperarse que genere más viajes que un área abierta.

Similarmente la intensidad con la cual se desarrollen las diferentes actividades, pueden producirse diferentes características de generación por ejemplo, una hectárea de tierra residencial en un alto grado de densidad sería probable que produzca más movimiento de personas que la misma área para el mismo propósito con densidad baja. De otra manera el área residencial de baja densidad ocupada por menos y probablemente más caras viviendas podrá producir más viajes en vehículos privados que el área residencial con alta densidad.

Aunque son varios los usos de la tierra dentro del área urbana, para el estudio con propósito de generación de viajes es usual considerar solamente los usos de mayor significancia. Entre el 80-90% de todos los viajes tienen el inicio o el final en el hogar, el uso de la tierra para propósitos habitacionales es de importancia primordial. La cuantificación del desarrollo usado en los estudios de generación de via

jes varía con el tipo de estudio que desea obtenerse, puede por ejemplo ser representado en términos del número de hectáreas de tierra para aspecto residencial, número de viviendas unitarias, número de viviendas unitarias por hectárea, número de personas por hectárea o total de la población.

El uso de la tierra comercial e industrial, como centros de trabajo, es el siguiente punto significativo del uso de la tierra en relación con la generación de viajes, y como diferentes tipos de actividades comerciales e industriales, producen diferentes tasas de generación, es usual distinguir entre la fábrica y los servicios industriales, distribución al mayoreo y al menudeo, empleados en oficinas. Una variedad de medidas de intensidad de estas actividades puede ser usada, pero la más común tiende a ser número de empleos por unidad de área; y el área dada y el número de niveles en un edificio ocupado por ciertas actividades.

Otros usos de la tierra considerados significantes en términos de la generación de viajes, son desarrollos educacionales y recreativos. Instituciones educacionales, tales como universidades, colegios técnicos y escuelas que involucran varios ciclos, son grandes generadores de movimientos y en muchos casos en particular dado su ubicación, garantizan su atracción, por ejemplo. El estudio de Guilford, hecho por Buchanan y Partners incluye un amplio estudio de los efectos del desarrollo de la Universidad de Surloy, sobre la generación y distribución en Guilford.

La medida más comúnmente usada de la intensidad de desarrollo en una institución educacional tiende a ser el número de alumnos. Los pequeños centros recreativos suelen ser ignorados en el proceso de la planeación del transporte, pero hay casos excepcionales donde cuidadosas consideraciones deberán ser deliberadas a estos usos. - Ejemplo, grandes parques regionales talos como el propuesto , Lea Valley Regional Park y el Central London, área donde se localizan teatros y diversiones.

### El Hogar.

1.- Tamaño de la Familia.- El viaje es una función de la actividad humana. Consecuentemente deberá existir una relación entre el número y frecuencia de los viajes hechos de el hogar y el tamaño de la familia. Schuldiner en su trabajo sobre el Area Modesto en California, ha demostrado que el promedio de la frecuencia de viajes se incrementa con el aumento de personas por familia, la tasa de aproximadamente 0.8 viajes por día por cada persona adicional. Este incremento en el número de viajes con el tamaño de la familia, es de cualquier modo relacionado principalmente con los viajes que no involucran el trabajo, los cuales - tienden a un nivel inferior de 4 personas por casa unifamiliar para el tamaño de la familia.

2.- Propiedad del vehículo de motor:.- La capacidad de poder satisfacer las demandas de viaje es afectada por la disponibilidad de alternativas de transporte y la red vial existente. La propiedad del vehícu

lo de motor, o el número de vehículos disponibles para su uso en cada familia, ha sido fundamentado a tener una influencia significativa sobre la generación de viajes. Familias con más de un vehículo de motor tienden a generar más viajes por unidad que familias con solamente un vehículo de motor; aunque las familias con solamente un vehículo tienden a utilizarlo más intensamente.

La propiedad del vehículo de motor y el tamaño de la familia tienen una gran relación. Generalmente hablando, la familia grande tiene un más alto nivel de propiedad. Parecería que una generación de viajes mayor inherente a una familia más grande es solamente satisfecho donde suficientes vehículos de motor están disponibles para el uso de los miembros de la familia. Así en una familia sin vehículos de motor, puede esperarse que genere menos viajes que la misma familia la cual cuenta con 3 vehículos de motor. Una variedad de medidas de la propiedad del vehículo pueden ser usadas, las más comunes son número de vehículos por zona, propiedad de vehículos por persona o propiedad de vehículos por familia.

3.- Tipo de vivienda.- Puede ser argumentable que los tipos de unidad habitacional con una mayor permanencia tales como una casa sola, reflejan un alto grado de integración dentro de la comunidad local en la parte del aspecto habitacional y conducen a una alta tasa de generación de viajes. Recíprocamente a menor permanencia en la vivienda tal como, un cuarto de hotel, resulta una más limitada integración -

con la sociedad local, resultando una menor tasa de generación de viajes. Verdaderamente Schuldiner establece que esto fué el caso, aunque la diferencia no fué tan marcada como era esperada, verbigracia, no obstante - el promedio de viajes con origen en el hogar incrementados con la permanencia de los habitantes en su casa, donde el tamaño de la familia y el nivel de propiedad de vehículos fueron tomados en consideración, la diferencia en tasas de generación no fué tan grande como aparece a primera vista.

4.- Habitantes Ocupados.- La ocupación del jefe de la familia es uno de los mayores indicadores del nivel de vida de la familia y refleja en cierta manera el ingreso familiar. En términos generales ha sido establecido que la proporción de viajes al trabajo para el grupo empleado ventajosamente decrece como el estado ocupacional se incrementa, no obstante que la proporción de viajes para propósitos no basados en el trabajo varía poco entre los varios grupos con excepción de los desempleados. El número de residentes empleados es de importancia en los estudios de generación de viajes porque de sus relaciones con los movimientos al trabajo. Está cercanamente relacionado, al total de la población residente.

5.- Ingreso Familiar.- La capacidad de pago para los viajes afecta el número de viajes generados por una familia. Así familias con un alto ingreso pueden generalmente satisfacer más sus demandas de movimientos que familias con bajos ingresos. Como uno esperaría el in-

crecimiento en el ingreso familiar de primacía a una mayor producción de viajes.

Otros factores que influyen en la generación de viajes,

Una variedad de otros factores relacionados con las características de la población residente, son considerados a estar relacionados con la generación de viajes. El valor establecido de una propiedad es considerado indicativo del nivel de ocupación del dinero.

La edad de la población es generalmente tomada en consideración en el análisis de la generación de viajes sobre la base de que diferentes grupos de edades producen diferentes demandas de movimientos, así los adolescentes entre 15 y 20 años podrá esperarse que produzcan mayores viajes del tipo social y recreativo que grupos de edades mayores.

Similantemente, las características socio-económicas de la población podrá esperarse que produzcan diferentes demandas de movimientos, así los obreros en una fábrica o trabajadores manuales, podrá esperarse que produzcan movimientos de características diferentes a los ejecutivos o técnicos. De nuevo, un trabajo preliminar de Schulman ha demostrado en los análisis de generación de viajes basados en las características socio-económicas tienen alguna promesa para el futuro, especialmente en término de un mejor conocimiento de la longitud del viaje y los viajes de intercambio para trabajo y social. De cualquier modo un

trabajo reciente de Taylor ha demostrado que para todos los modos de viaje, la longitud del mismo y el propósito, aparecen pequeñas relaciones entre las características socio-económicas examinadas por él y la generación de viajes.

El grado de urbanización exhibido por un área, puede usarse para representar el nivel de integración de la familia en la comunidad local. Schuldiner obtiene un índice de urbanización basado en la tasa de fertilidad, tasa de la participación femenina en el trabajo, y el índice de familias en casas solas.

Otra medida del grado de urbanización, la cual es generalmente usada, es la distancia a la zona central. El argumento para el uso de este factor es que las características de la población y desarrollo y de aquí los movimientos de demanda cambian con la distancia a la zona central, así dentro de la zona central el desarrollo residencial puede consistir grandemente "de temporada", hotel, llanos, casas de huéspedes ocupada por jóvenes, solteros o viajeros, mientras que fuera de los suburbios puede consistir grandemente de casas unifamiliares ocupadas por matrimonios con familia.

La calidad de las facilidades de transportación y el resultado del nivel de accesibilidad deberá afectar la generación de viajes. Dejando a un lado los trabajos preliminares sobre los índices de accesibilidad en Norte América y Europa, es poco conocida cualquier relación que pudiera existir. Más adelante la investigación en este campo podría re-

sultar provechosa para las técnicas usadas a predecir la generación de viajes futuros.

Una discusión de las muchas variables que afectan la generación de viajes indica su mutua interdependencia y potencial uso a través de técnicas estadísticas para la estimación de la generación de viajes. Así es usualmente obtenido a través del análisis de regresión lineal múltiple, aunque técnicas más recientes tales como un análisis de categorías han sido desarrollados para estimar futuros niveles de generación de viajes.

#### Generación de viajes por análisis de regresión lineal múltiple:

El análisis de regresión lineal múltiple es una técnica estadística generalmente usada para estimar la futura generación de viajes, donde dos o más factores independientes, son sospechosos de afectar simultáneamente la cantidad de viajes. Esta técnica cuantifica la influencia separada de cada factor actuando en asociación con otros factores, y en el análisis se obtiene, basados en el volumen, uso de la tierra y datos socioeconómicos, una ecuación de la siguiente forma.

$$Y = k + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

donde "Y" es la variable dependiente (ejemplo: medida del tránsito por zonas en términos del movimiento de personas, o movimientos por medio de transporte y propósito).

"X"<sub>1</sub> a "X"<sub>n</sub> son variables independientes relacionadas por ejemplo a uso de la tierra en la zona, y características socio-económicas.

"b<sub>1</sub>" a "b<sub>n</sub>" son los coeficientes respectivos de las variables independientes y "K" es una constante incluida para representar que parte del valor de "Y" no es explicada por las variables independientes.

En un análisis de regresión típico, los datos relacionados a los valores presentes de la variable dependiente (Y) y las variables independientes (X<sub>1</sub> a X<sub>n</sub>), para todas las zonas del área bajo estudio. La técnica estadística de "Mínimos Cuadrados" o sea el proceso adecuado es entonces aplicado a determinar esos valores de los coeficientes de regresión (b<sub>1</sub> a b<sub>n</sub>) y la constante (K), los cuales son los más adecuados a los valores dados.

Utilizando la ecuación de regresión y resolviendo para los valores futuros estimados de las variables independientes, obtenemos la variable dependiente (Y viajes generados por cada zona), así suponer que un análisis de regresión múltiple lineal obtenido de los valores presentes, deriva una ecuación de regresión de la siguiente forma.

$$Y = - 0.59 X_1 + 0.74 X_2 + 0.88 X_3 + 39.6 X_4 + 112$$

donde: Y = Número de viajes al trabajo por todos los medios de transporte

X<sub>1</sub> = Número de viviendas unitarias

X<sub>2</sub> = Número de personas empleadas

X<sub>3</sub> = Propiedad del vehículo de motor

X<sub>4</sub> = Distancia al área central.

Una obtención estimada de "Y" para los datos del estudio, estimación apropiada de "X"<sub>1</sub> número de viviendas unitarias, "X"<sub>2</sub> número de personas empleadas, "X"<sub>3</sub> propiedad del vehículo de motor y "X"<sub>4</sub> distancia al área central, son sustituidas en la ecuación, y de esta manera resulta, usando los coeficientes establecidos anteriormente.

Y = Número de viajes al trabajo por todos los medios de transporte para la zona

$$\begin{aligned} &= 0.59 X \text{ el número de viviendas unitarias en la zona} \\ &+ 0.74 X \text{ el número de personas empleadas en la zona} \\ &+ 0.88 X \text{ el número de vehículos de motor en la zona} \\ &\pm 39.6 X \text{ la distancia al área central} \\ &+ 117 \end{aligned}$$

Problemas relativos con el desarrollo de modelos lineales de regresión.

La selección y formulación de las variables\* es fundamental en el modelo de generación de viajes. La variable dependiente (Y) deberá medirse adecuadamente para ser encontrada, mientras las variables independientes deberán explicar adecuadamente su correlación con la variable dependiente.

Dos criterios fundamentales existen para la formulación de variables, y que son:

1.- Deberán ser del mismo tipo, así las variables de punto y agregadas no deberán ser mezcladas.

2.- Deberán de interpretarse claramente, así deben ser conocidas y cuantificables.

Dos suposiciones son necesarias antes que la regresión lineal múltiple pueda ser aplicada a la generación de viajes. Las suposiciones son las siguientes:

- 1.- Que exista una relación lineal entre la variable dependiente e independiente.
- 2.- Que la influencia de las variables independientes es agregada, así la inclusión de cada variable contribuye a obtener el valor de la variable dependiente.

Es práctica normal realizar un examen de la relación lineal entre las variables, dibujando el diagrama de dispersión de una muestra de los datos y visualmente inspeccionar los resultados. Si la relación lineal no existe, entonces las variables originales pueden ser modificadas para producir una relación lineal tomando el logaritmo, cuadrado, cubo o recíproco de la variable, así Cardiff Development and Transportation Study obtiene una ecuación de regresión para producir la propiedad del automóvil utilizando el logaritmo del ingreso, y el logaritmo de la densidad de población, superando de esta manera los problemas asociados con la regresión lineal. La ecuación final, lleva la forma:

$$\begin{aligned} \text{Automóviles por familia} = & - 1.976 \\ & + 1.03 \text{ X logaritmo del ingreso} \\ & - 0.366 \text{ X logaritmo de la densidad} \end{aligned}$$

---

\* Una variable de punto, por ejemplo, es densidad, área o tasa de crecimiento, una variable agregada es población total. Usualmente una variable de punto tiene que ser multiplicada por alguna cantidad para obtener una variable agregada.

Si dos variables independientes son altamente interrelacionadas generalmente no producen influencia sobre las variables dependientes. Es posible examinar para esto, llevando a cabo exámenes para la correlación entre las variables independientes sospechadas de tener una alta interrelación. Si el coeficiente(s) es alto, entonces se supone que la interrelación entre las variables independientes examinadas es también alto. El problema puede ser superado por la eliminación de la variable de menor importancia en el modelo o por combinación de dos variables obteniéndose una nueva variable agregada que pueda ser cuantificable. Si todas las variables deberán ser incluidas en el modelo entonces la técnica estadística del análisis del factor puede ser adaptada a variables agregadas dentro de variables independientes y por tanto influencias adicionales. Los juicios básicos del análisis de regresión lineal múltiple en generación de viajes son: (1) porque es de naturaleza empírico falla al establecer una relación causal entre variables dependientes e independientes y (2) en el uso de la ecuación obtenida para propósitos de predicción ha de ser supuesto que los coeficientes de regresión establecidos ahora deberán ser relevantes en el futuro.

#### Análisis de Categorías.

En un intento por avanzar en algunos problemas asociados con el uso de las técnicas de regresión múltiple de viajes - el "Análisis de Categorías" fue desarrollado e introducido en la segunda fase de "London Traffic Survey". Este método está basado en la suposición de que la tasa de generación de viajes para diferentes categorías de familias permanecerá constante en el futuro. Así por el conocimiento de la tasa de generación para cada categoría de -

familia y el número de tales familias para algunos datos futuros, -  
estimados de la generación futura de viajes pueda ser derivada con  
buen resultado. Poniendo cada familia dentro de una de las 108 cate-  
gorias basadas sobre la localización y características familiares. -  
Del estudio de los datos relacionados con la generación de viajes presen-  
te, un promedio de la tasa de generación de viajes es establecida.  
Esta tasa promedio es entonces usada en conjunto con las estimacio-  
nes futuras del número de familias en cada categoría permitiendo así  
que las tasas de generación futuras puedan ser estimadas, para dife-  
rentes modos de viaje (conductores, pasajeros y transporte público y  
seis propósitos de viaje (trabajo, educación, negocios, compras, so-  
cial y no basados en el hogar).

Las suposiciones fundamentales del análisis de catego-  
rias son que (1) la familia es una unidad independiente en la cual la  
mayoría de los viajes empiezan o terminan en respuesta a las nece-  
sidades de los miembros de la familia y es la unidad fundamental -  
en el proceso de generación de viajes (2) los viajes generados por la  
familia dependen sobre las características de la familia y su locali-  
zación relativa a las facilidades que requieren, tales como lugar de  
trabajo y tiendas. (3) Familias con una serie de características produce  
un diferente promedio de tasas de generación de viajes que familias  
con otras características. (4) Tasa de generación de viajes es esta-  
ble sobre el tiempo y longitud como factores externos a la familia  
cuando la tasa de generación fue primeramente calculada.

Las 108 categorías de familias son obtenidas por considerar  
esas características familiares mas fácilmente aislado y las cuales

son consideradas o ser responsables por una variación sistemática en generación de viajes. Hay que considerar tres factores: ingresos disponibles, nivel de propiedad del vehículo y tamaño y estructura de la familia. Para cada característica un número mínimo es seleccionado como sigue:

Los siguientes factores son considerados para una sociedad inglesa.

**Ingreso disponible**

- 1) Menos de 500 libras.
- 2) De 500 a 1000
- 3) De 1000 a 1500
- 4) De 1500 a 2000
- 5) De 2000 a 2500
- 6) Mas de 2500

**Propiedad del Vehículo**

- 1) Ningún vehículo por familia
- 2) Un vehículo por familia
- 3) Mas de dos vehículos por familia

**Estructura de la familia**

- 1) Ningún empleado residente y un no empleado adulto.
- 2) Ningún residente empleado y dos o mas residentes desempleados.
- 3) Un residente empleado y uno o ninguno adulto desempleado.
- 4) Un residente empleado y dos o mas adultos no empleados.
- 5) Dos o mas residentes empleados y uno o ninguno adultos desempleados.
- 6) Dos o mas residentes empleados y dos o mas adultos desempleados.

## B I B L I O G R A F I A

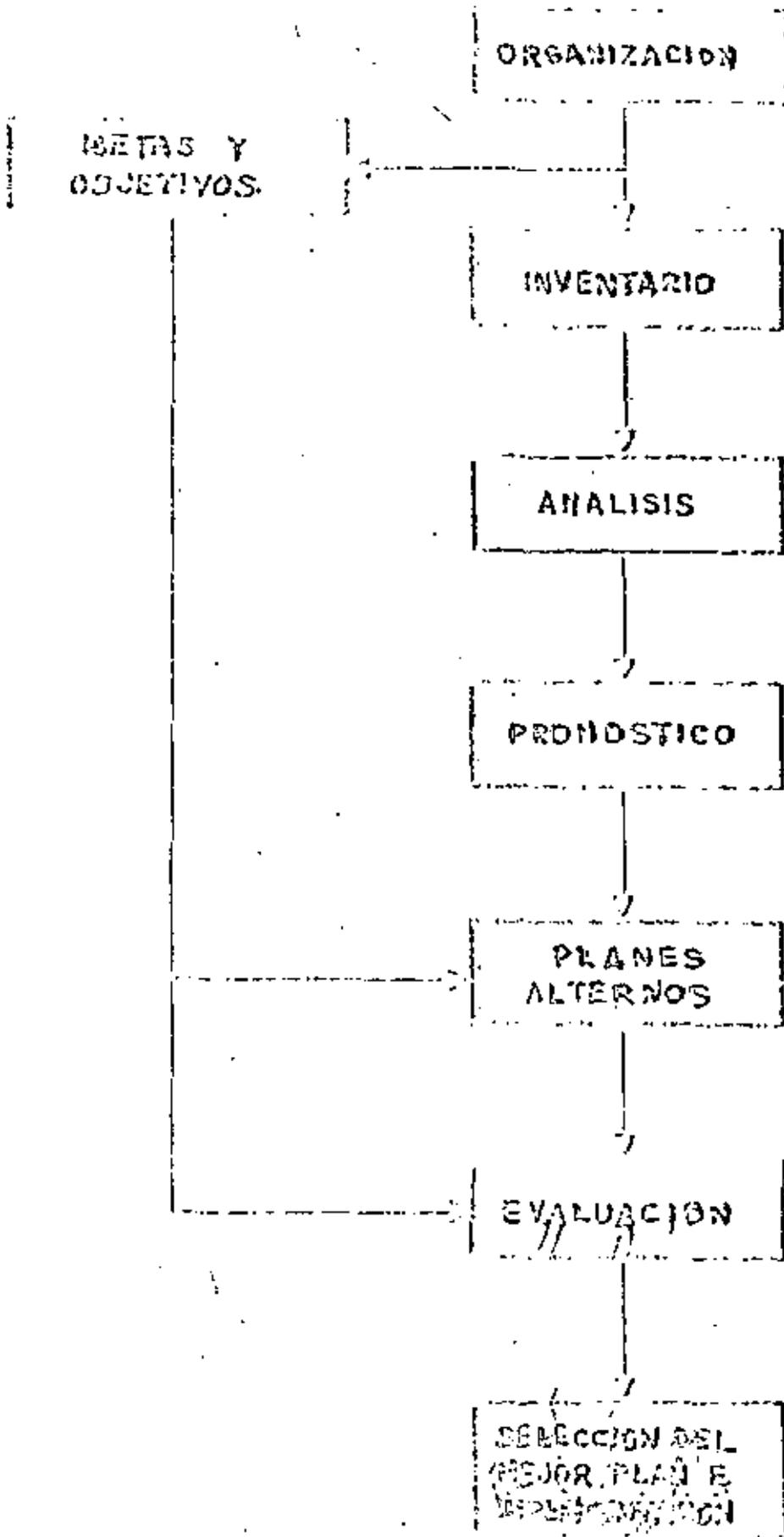
- Trip Characteristics and Traffic Assignment, Bulletin 224 (1959)
- Trip Generation and Urban Freeway Planning, Bulletin 230 (1959)
- Highway Research Board.- 2101 Constitution Avenue.-Washington, D.C.
- Land Uses in American Cities (1955) by Harland Bartholomew  
Harvard University Press.-  
Cambridge, Massachusetts.
- Urban Land Use Planning (1965) by F. Stuart Chapin, Jr.  
University of Illinois Press.-  
Urbana, Illinois.
- Calibrating and Testing a Gravity Model for Any Size Urban Area (1963)  
U.S. Department of Commerce.- Bureau of Public Roads.  
Washington, D C.
- Corradino J. C. , The effect of the highway system and land  
development on trip production, Traffic Engineering (1968).
- Schuldiner P. W. , Trip Generation and the Home; Highway Research  
Board, Bulletin No. 347 (1962)
- Hill D. M. and Brand D. , Methodology for developing activity  
distribution models by linear regression analysis, Highway Research  
Board, Record No. 126 (1966)
- Wootton H. J. and Pick G. W. , A model for trips generated by  
households, Journal of Transport Economics and Policy (1967).

## PROCESOS EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN

### INTERROGANTES PLANTEADAS ANTES DE LA CONSTRUCCION DE NUEVAS VIAS Y LA REESTRUCTURACION DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

- a) ¿ Cuantos kilómetros de nuevas calles (colectoras, arterias, vías rápidas, autopistas) son necesarias y donde deberán estar situadas?
- b) ¿ Cuantos carriles de tránsito y que tipo de intersecciones requiere cada nueva vía pública?
- c) ¿ Se justifica la construcción de nuevas arterias, vías rápidas o autopistas urbanas? ¿ Con que prioridad se deberán construir?
- d) ¿ Que medios de transporte (metro, autobuses, trolebuses, taxis, etc.) y que distribución son necesarios para satisfacer las necesidades actuales y futuras en una ciudad?

# DEL YMINIMANTE PLANO

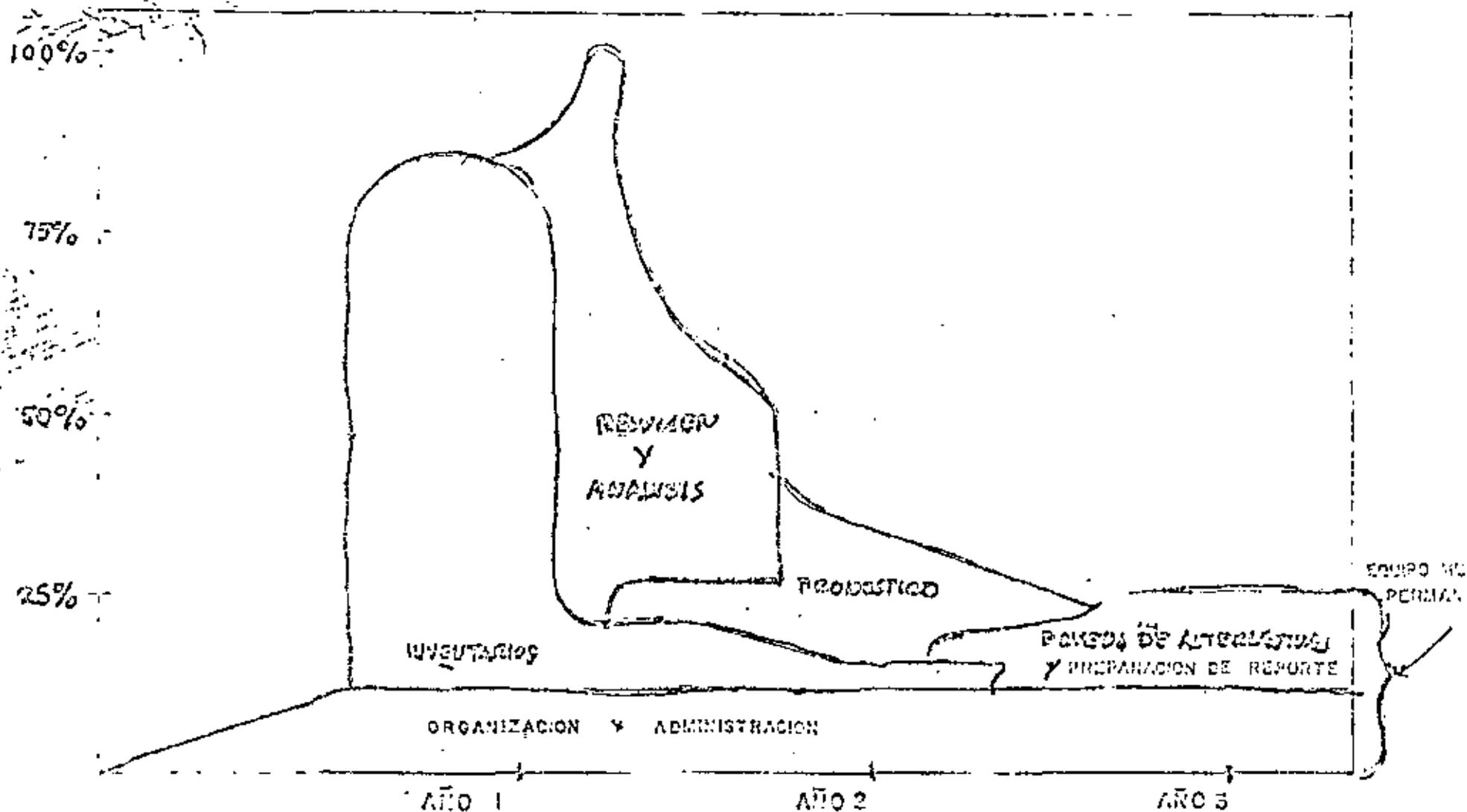


2

FUENTE: Transportation and traffic engineering Handbook, Institute of traffic engineers, Don E. Starbuck, editor.

Fig. 20 II

# PERSONAL NECESARIO PARA UN ESTUDIO DE TRANSPORTACION IMPORTANTE (EXPRESADO COMO UN PORCENTAJE DEL MAXIMO NECESARIO)



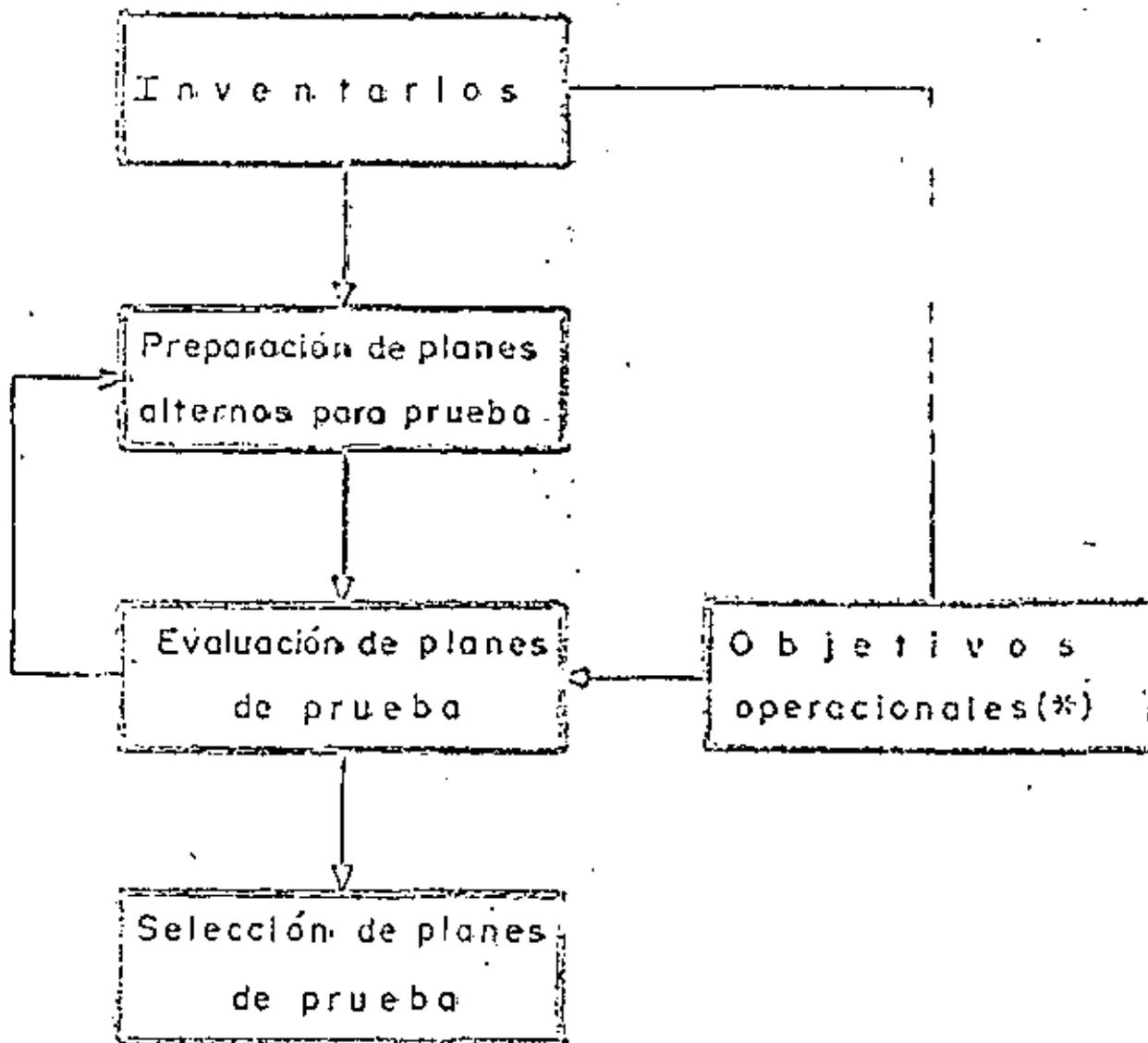


# COSTO DEL ESTUDIO DE TRANSPORTACION URBANA POR FASES

FASE	COSTO PROMEDIO (DOLARES)	PORCIENTO DEL TOTAL
RECOPIACION DE DATOS Y PREPARACION	250,000,00	49 %
DESARROLLO Y PRUEBA DE MODELOS	31,000,00	6 %
PRONOSTICO	31,000,00	6 %
ASIGNACION	20,000,00	4 %
ANALISIS DE SISTEMAS ALTERNATIVOS	80,000,00	15 %
PREPARACION DE REPORTES Y MEMORIA	37,000,00	7 %
OTROS	68,000,00	13 %
	<u>517,000,00</u>	<u>100 %</u>

Fuente:

Thomas J. Hilligoss, "Urban Transportation Planning A Question of Emphasis," Traffic Engineering, XIX, No 7 (1969), Pag. 47



(\*) Un subgrupo de todos los objetivos.

## PROCESO PARA LA SELECCIÓN DEL PLAN ALTERNATIVO EN PRUEBA

### III.- ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO.

Los estudios de Origen y Destino, se utilizan principalmente con propósitos de planeación, en particular para la localización, programación y proyecto de rutas nuevas o mejoramiento de las mismas, transporte público y estacionamientos.

Donde efectuar un estudio.- Un estudio de Origen y Destino puede limitarse para una ruta en particular, tanto urbana como rural, o se puede extender para incluir parte o la totalidad de un área urbana. Estas áreas incluyen, en algunos casos, varios cientos de Km<sup>2</sup>.

Los estudios de Origen y Destino, tienen como objeto primordial el conocer el comportamiento de los usuarios, tanto en lo que se refiere a la magnitud de las corrientes de tránsito, como a los diversos tipos de productos que se transportan.

Esto último, con miras a determinar el grado de desarrollo de los sectores que integran la vida económica y social y la localización de los centros productores y consumidores, precisando la importancia que éstos guardan dentro de la economía nacional.

Los datos que se derivan de este tipo de estudios, permiten con facilidad conocer los problemas de funcionamiento que se presentan en el país en materia de carreteras y por tanto poder incluir en los programas de construcción, las modificaciones, tanto en lo que se refiere a carreteras alimentadoras, como troncales para mejorar -

la circulación, en función de las diversas motivaciones y de acuerdo con la naturaleza de los viajes.

Personal y Equipo.- El personal requerido es variable, dependiendo del método usado y del tamaño del estudio. Naturalmente que dependerá también, del volumen de tránsito.

En cuanto al equipo, se requieren: lápices, formas de campo y de gabinete, mapas recientes, cronómetros, escalímetros, señalamiento portátil, lámparas de gasolina y petróleo, conos de hule, etc..

Zonificación del Area de Estudio.- La mayoría de los estudios de O y D empiezan con la delimitación de una zona de estudio. Para un estudio urbano integral, el estudio incluiría, normalmente, la totalidad del área urbanizada de la ciudad. Muchas comunidades urbanas han sido estudiadas en años recientes. En algunos casos pueden ser usadas las zonas de estudio y el sistema en que se han dividido en esa comunidad. A menudo, es ventajoso usar el sistema existente de división de zonas para facilitar la comparación directa de datos nuevos con viejos, lo que permitirá la determinación de las tendencias en los viajes.

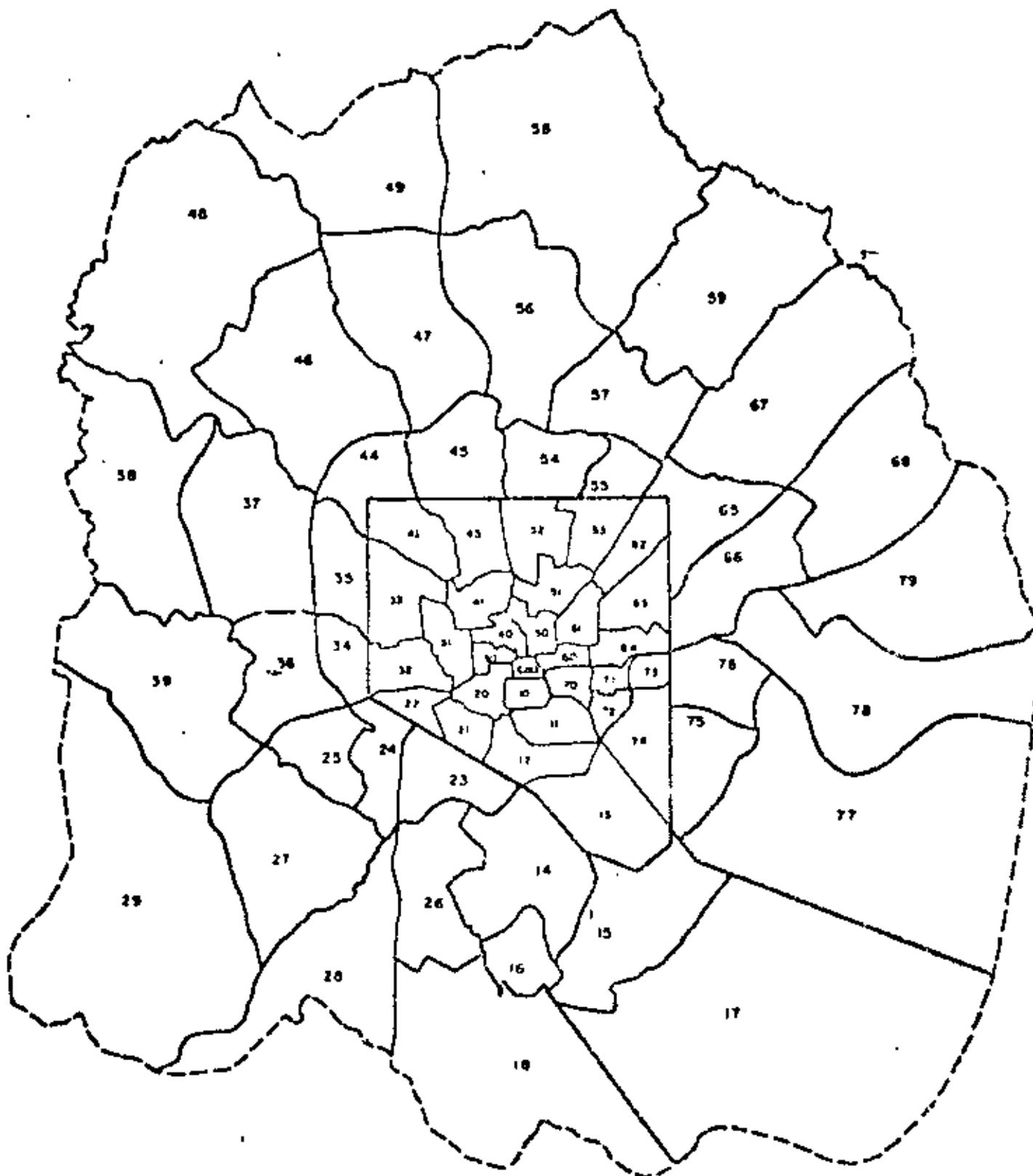
El propósito principal de seleccionar zonas es el de permitir resumir los orígenes y destinos del tránsito dentro de áreas razonablemente pequeñas. Normalmente las zonas son numeradas y se supone que todos los viajes con orígenes y destinos dentro de una zona

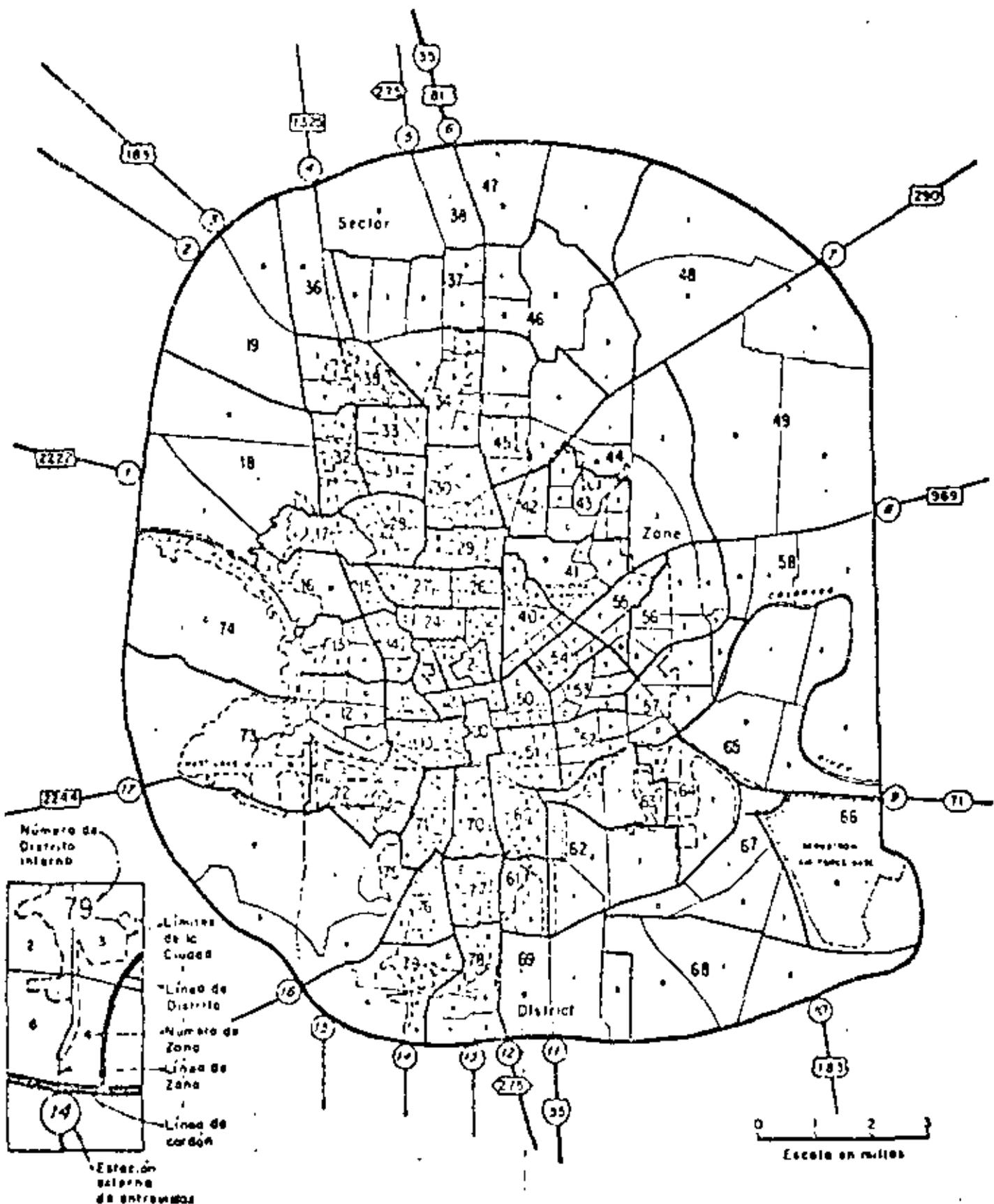
empiezan o terminan en el centro de dicha zona. Debe tenerse cuidado, al seleccionar las zonas, para que no haya demasiadas, que pueden resultar en un análisis engorroso.

Por otra parte, muy pocas zonas darán una agrupación anormal de destinos de viajes y quizás conduzcan a conclusiones erróneas. El tamaño de una zona estará gobernado por el tamaño del área, densidad de población y propósito del estudio. Las zonas son más chicas en el centro de la ciudad y más grandes en las partes alejadas, con población escasa. La zona que rodea a una ruta sencilla, que está siendo estudiada, puede ser dividida en sólo 25 partes, en tanto que un área metropolitana grande pudiera ser dividida en varios cientos de zonas.

La zonificación para una ciudad de tamaño medio pudiera ser llevada a cabo como sigue: Primero, la ciudad es dividida en segmentos mayores, los cuales se designan como "secciones" o "sectores". Un sector incluye el área del centro de la ciudad (sector O) mientras que los otros son generalmente cuneiformes, con la punta de la cuña tocando o acercándose al sector O. Las barreras naturales, tales como ríos, vías de ferrocarril, terreno montañoso y otros obstáculos que impidan el movimiento libre y que más o menos presentan obstáculos al tránsito, son ideales como líneas divisorias entre sectores.

Cada sector es subdividido en no más de diez distritos de forma razonablemente cuadrada o rectangular, los cuales definen -





y limitaciones de tiempo. A continuación se detallan doce de los procedimientos de estudio más comunes con las ventajas y limitaciones de cada uno.

- 1.- Encuesta Directa a conductores de vehículos.
- 2.- Tarjetas Postales a conductores de vehículos.
- 3.- Lectura de Placas de vehículos en movimiento.
- 4.- Tarjeta sobre el vehículo.
- 5.- Lectura de placa de vehículos estacionados.
- 6.- Encuesta Domiciliara.
- 7.- Cuestionario Postal a propietarios de vehículos.
- 8.- Cuestionario de Empleados.
- 9.- Cuestionario para Terminales de Transporte Público.
- 10.- Cuestionario para pasajeros de Transporte Público.
- 11.- Método de Síntesis.
- 12.- Integral.

Enseguida se esbozará someramente el funcionamiento de cada uno de ellos, excepto los métodos que se enumeran como 1 y 3, que han sido los más comunmente usados en el país, tanto en zona urbana, como en zona rural.

- 1.- Encuesta Directa a conductores de vehículos.

En este método los conductores son detenidos y entrevistados preguntándoles su origen y destino. No produce datos en cuanto a -

número de pasajeros del transporte público. Los puntos o estaciones de entrevista deben ser escogidos cuidadosamente. Se expondrá primero el método para zonas urbanas y suburbanas.

Si el estudio solo requiere de datos del viaje sobre una ruta sencilla y aislada, la estación se colocaría a mitad de la ruta. Si por otra parte, se desean datos del tránsito que entra y sale de una ciudad pequeña, habrá que escoger las estaciones sobre todas las rutas que convergen de ella. En ciudades pequeñas la mayor parte del tránsito es de paso, este método será útil para efectos de planeación. Lo mismo se podría decir, si el personal es limitado, ya que las operaciones pueden ser confinadas a una estación por día y el período de estudio puede ser prolongado a una semana más. Este método permite al entrevistador preguntar al conductor sobre el propósito del viaje, así como el lugar en que piensa estacionarse.

Las entrevistas pueden involucrar el sentido del tránsito en una o dos direcciones.

No deberá permitirse provocar embotellamientos para evitar que los conductores que generalmente siguen esa ruta, se desvíen distorcionando el patrón del flujo de tránsito.

En una calle importante se podrán obtener muestra. Para volúmenes de 3000 a 5000 vehículos diarios se necesitará un jefe de brigada, dos aforadores, seis entrevistadores (cuatro por sentido), y

una dos agentes de tránsito. Los aforadores registrando el tránsito; en tanto que los entrevistadores sólo hablan con una muestra de los conductores. Los datos de la muestra, son aplicados al volumen total del tránsito para obtener totales estimados de O y D. Dicha muestra será del 25 al 50% del tránsito por cada hora.

En la práctica se entrevistan cuatro vehículos y se dejan pasar otros tantos (50%) ó entrevistar 4 y dejar pasar los siguientes 12 (25%). En la fig. siguiente se muestra una forma que se usa para este método.

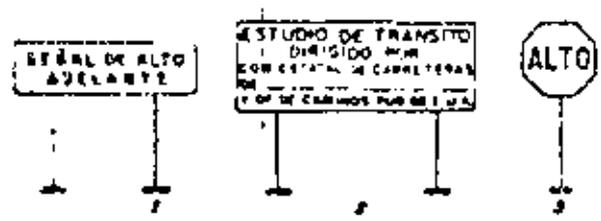
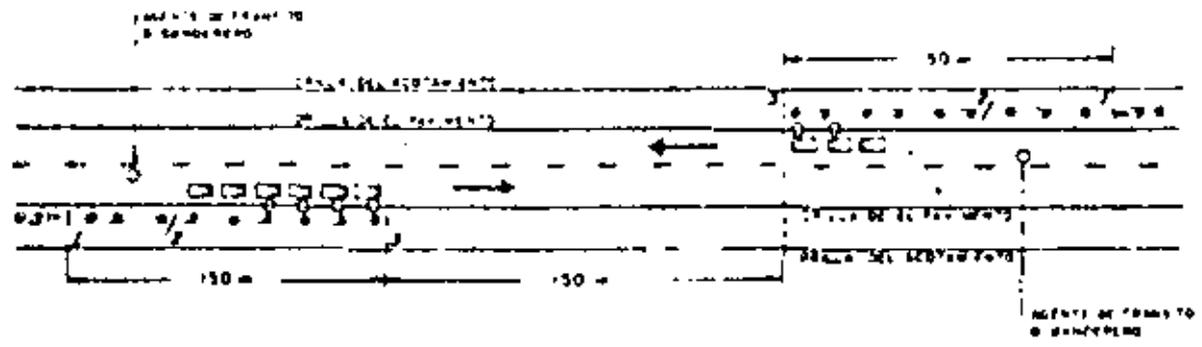
Enseguida se expone el método de entrevistas directas para zonas rurales.

Por el carácter de la información requerida, es utilizado el método de entrevistas directas a los conductores de los vehículos que pasan por la estación correspondiente, durante las 24 horas de tres a siete días, según la zona en que se efectúe el estudio.

Los estudios se llevan a cabo de la siguiente manera:

De acuerdo con las necesidades establecidas, se determina un punto para trasladarse una brigada compuesta de entrevistadores y auxiliares, cuyo número dependerá directamente de los volúmenes de tránsito.

## FORMA TIPICA DE UNA ESTACION DONDE SE EFECTUAN ENCUESTAS ESTUDIO DE TRANSITO EN AREAS METROPOLITANAS



O PERSONA EFECTUANDO ENCUESTAS  
 A LINTERNA ROJA  
 B MECHERO  
 C BANDERA ROJA

### ORIGEN Y DESTINO HOJA DE CAMPO

ESTACION No \_\_\_\_\_

DE ENTRADA \_\_\_\_\_

UBICACION \_\_\_\_\_ ESTADO DEL TIEMPO \_\_\_\_\_ DE SALIDA \_\_\_\_\_

HORA INICIAL \_\_\_\_\_ a.m. HORA FINAL \_\_\_\_\_ a.m.  
 p.m. p.m.

1	2	3	4	5
ORIGEN	DESTINO	ROTA USADA	ESTACIONAMIENTO	OTROS
INDIQUE POR MANZANA, CALLE, ZONA U OTRA CIUDAD		INDIQUE CALLES, ZONAS O CARRETERAS		UBICACION Y TIPO

FECHA \_\_\_\_\_ ANOTADOR \_\_\_\_\_

Para instalar la estación, se elige un lugar en tangente con perfecta visibilidad en ambos sentidos, siendo además necesario efectuar los arreglos respectivos a los acotamientos a fin de permitir que se tenga una isleta sobre la carpeta con un ancho suficiente para que se puedan alojar dos carriles de circulación. En la isleta central se colocan sombrillas para proteger al personal de las inclemencias del tiempo.

Este estudio requiere de un perfecto señalamiento tanto en lo que se refiere a señales preventivas, restrictivas e informativas como a defensas protectoras con luces intermitentes, a fin de que la estación presente el máximo de seguridad.

Los datos que se obtienen de la entrevista directa con el origen y destino del viaje, la motivación del mismo y el número de pasajeros que lo efectúan en el caso de automóviles y Pick-up, agregándose a esto el número de pasajeros y el tiempo de carga y tonelaje tratándose de autobuses y camiones cargueros respectivamente.

Esta información es recabada en una tarjeta, misma que se codifica posteriormente, para que a su vez una computadora electrónica utilizando un programa especial, produzca los registros de variaciones horarias, diarias y por sentidos de los vehículos que pasaron por la estación, así como de un histograma de dichas variaciones.

Se produce además una relación de las diferentes rutas indi  
cando el tipo de vehículo en orden decreciente de acuerdo a los volú-  
menes de tránsito, así como un registro de cada una de las rutas se-  
ñalando la dirección del viaje, número de vehículos, pasajeros, to-  
nelaje de carga clasificada por tipo de productos y por tipo de vehícu-  
los.

Con esta información se elaboran igualmente los mapas con  
líneas de deseo para fines específicos. Enseguida se presenta un -  
instructivo de como se debe operar para este método.

Se estudiará el período y la fecha en que se llevará a cabo -  
el estudio, considerando como fechas no apropiadas, períodos de va-  
caciones, ferias de la región, etc.

El jefe de la brigada presentará una relación de equipo, que  
básicamente es el siguiente:

Tiendas de campaña

Conos de hule para señalamiento

Barreras para indicar la proximidad de la estación

Plantas de gasolina para energía eléctrica

Señalamiento nocturno luminoso especial

Lámparas de gasolina, petróleo y pilas

Sombrillas

Uniformes para los entrevistadores

El personal que deberá hacerse cargo de la estación serán dos técnicos capacitados por turno para trabajar las horas que juzgue conveniente el jefe de la brigada. De las dos personas, a una se le hace responsable para resolver los problemas que surgieran durante su turno, en ausencia del jefe de brigada.

Para controlar el equipo y los uniformes de los entrevistadores, se cuenta con un "encargado de almacén" cuyas obligaciones serán tener siempre en orden y en buen estado el equipo utilizado en el campo.

Se requieren también n entrevistadores, dependiendo del tránsito que se suponga haya en la carretera en estudio, y cuatro bandereros. Este personal se contrata en la población más cercana a la estación para evitar traslados largos del mismo, siendo dicho personal, eventual.

Antes de iniciar el estudio, es conveniente informar a las autoridades Federales y Estatales correspondientes, del tipo de trabajo que va a desarrollarse, con el fin de que proporcionen facilidades para el mejor desempeño del mismo. Así con su ayuda, se iniciará una campaña de propaganda, a través de la radio, televisión, periódicos, agencias de turismo, etc. para que el público conozca el trabajo que habrá de realizarse y su importancia, dando a conocer el cuestionario para que al ser entrevistados proporcionen sus datos correctamente.

Este punto es muy importante, puesto que, al conocer el público la finalidad de la entrevista, no proporciona datos falsos, a la vez que lo hace brevemente, facilitando el trabajo de los entrevistadores.

Como se mencionó anteriormente, el tipo de estudio que más se adapta a nuestro medio es de entrevistas directas, es por ello por lo que ya únicamente nos referiremos a él, haciendo notar que los otros puntos podrán ser aplicados a todos los tipos en general, excepto en lo que se refiere a la relación de equipo y personal y el modelo de tarjeta utilizada, que serán particulares para cada caso.

#### Operación en el Campo.

a).- Localización exacta de la estación.- Si se trata de una zona suburbana en la que concurren varias carreteras, que se conectan entre sí y se proyecta construir un paso a desnivel, el estudio deberá efectuarse lo más cerca posible del sitio donde se piensa construir la obra; pero si se trata de tránsito rural la estación deberá situarse en un tramo en tangente (no menor de 800 m) para tener suficiente visibilidad, con acotamientos amplios y firmes para evitar asentamientos, sin pendiente, donde no se tenga terraplén alto o bien mucho corte para garantizar buena visibilidad y proporcionar seguridad al conductor.

Una vez localizado el sitio que llene los requisitos anteriores, el jefe de brigada deberá tomar nota del kilometraje del lugar; de no existir señalamiento buscará referirlo a algún punto importante: -

alguna gasolinera, restaurant o poblado cercano, etc., para más tarde investigar el kilómetro en la dependencia que tenga a cargo el tramo, bien sea la Dirección General de Conservación, o bien la Dirección General de Carreteras en Cooperación a través de sus Juntas Locales.

b).- Elegido el sitio adecuado se procede a la instalación de la estación en sí y a impartir las instrucciones al personal.

La instalación consiste en colocar dos tiendas de campaña, una para almacén y la otra hará las veces de oficina.

Se colocarán en un punto adecuado, desde el cual, los encargados de la estación, puedan observar el desempeño de los entrevistadores, sin entorpecer la circulación.

La estación es anunciada al conductor por medio de señales metálicas, desde una distancia de 300 m, a lo largo de las cuales, se sitúan otras señales indicando la proximidad de la estación, así como las preguntas que se le harán, para finalizar con un alto total.

Para realizar las entrevistas, se encauzan los vehículos a desviaciones preparadas en los acotamientos por medio de los conos de hule cuya longitud varía según el volumen de tránsito que se espere entrevistar. En la figura siguiente se da una idea de lo escrito anteriormente y está basada en el sistema seguido por la dependencia encargada de este tipo de estudios.

Las instrucciones al personal consisten en la forma en que trabajará la estación, su finalidad o importancia y la forma en que -

trabaja la estación, su finalidad e importancia y la forma en que serán tomados los datos, así como su codificación en las tarjetas de diseño especial.

#### Procesado de los datos obtenidos.

El método para procesar los datos que se detallan a continuación, es el seguido por la S.O.P., dependencia que inició en la República Mexicana este tipo de estudios basándose en lo que han realizado en este aspecto las autoridades correspondientes en los Estados Unidos de Norteamérica.

El primer problema que se presentó fué el de la forma de recolectar los datos que proporciona el usuario al ser entrevistado. Originalmente se idearon formas en las que se anotaba la localización de la estación, el sentido del tránsito, el origen del viaje, el destino, tipo de vehículo, tipo de carga y número de pasajeros. Aparentemente estas formas llenaban su cometido con bastante aceptación, pero la obtención de resultados era deficiente en lo que respecta al tiempo transcurrido, puesto que la codificación de los datos, según claves especiales, era lenta y debían ser perforadas en tarjetas IBM de diseño normal, etapa en la que surgían errores de perforación y en consecuencia pérdida de tiempo.

Buscando la forma de solucionar este problema se encontró que la máquina 519 de IBM ayudaría a resolverlo ya que perfora tarjetas según marcas sensibles de lápices electrográficos, hechos en

ellas, lo que equivaldría a tener ya en las tarjetas los datos proporcionados por el usuario. Para esta nueva etapa se hizo una tarjeta de diseño especial que se muestra a continuación:

FECHA		ESTADO		MUNICIPIO		ORIGEN		ESTADO		TIPO DE CARGA		PASAJEROS U TONELAJE		LITROS CAPACIDAD		AÑO DE CONSTRUCCION	
7 mayo 1960		14		Mich		Zitácuaro, Mich.		Guaymas, Son.		Camión Ford Mod. 1966 Con Diesel		S.O.P.		DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y PROGRAMA		EM de Platanillo S. A. 5297	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8

Está dividida en dos partes: la correspondiente a los datos proporcionados por el usuario y que deberá ser llenada por los entrevistadores; y la que debe ser llenada por los encargados de turno según claves y usando lápices electrográficos.

Las claves usadas son las siguientes:

#### IDENTIFICACION DEL LUGAR

- |     |   |     |  |
|-----|---|-----|--|
| 01  | a | 32  | Entidades Federativas según orden alfabético   |
| 001 | a | 999 | Municipios, según censos                       |
| 1   | a | 9   | Población, según su importancia en los censos. |

TIPO DE VEHICULO

A	-	Automóviles	3	-	Camión 3 ejes
B	-	Autobuses	4	-	Camión 4 ejes
C	-	Camión de 2 ejes	5	-	Camión 5 ejes

TIPO DE CARGA

1	Productos Forestales	5	Derivados Petróleo
2	Productos Agrícolas	6	Productos Inorgánicos
3	Productos Animales	7	Productos Industriales
4	Productos Minerales	8	Productos Varios

Respecto a los sentidos, dependerá de la carretera que se esté estudiando, para asignar a cada uno de los carriles el número correspondiente 1 ó 2. El 3 se refiere a ambos sentidos.

Para comprender mejor la forma de llenar la tarjeta observemos el siguiente ejemplo:

Lugar de la Estación: Km 200 de la Carr. México-Nogales

Hora: 19:00 hrs.

PREGUNTAS AL USUARIORESPUESTAS

¿Dónde inició el viaje?	Zitácuaro, Mich.
¿Dónde termina su viaje?	Guaymas, Son.

Objetivamente se aprecia que se trata de un camión de 3 ejes

¿Toneladas que transporta ?	14 Toneladas
¿Tipo de Carga?	Mafz
¿Tripulación?	2 personas.

Los datos anteriores son anotados por el entrevistador en la parte correspondiente, para posteriormente ser codificados por el encargado del turno en la forma siguiente:

Entidad de origen	:	16 (Michoacán)
Entidad de destino	:	26 (Sonora)
Tonelaje	:	14
Tipo de Carga	:	2
Tipo de Vehículo	:	3
Tripulación	:	2
Sentido	:	1 (ya que la carretera es México-Nogales y el viaje en cuestión tiene el mismo sentido)
Hora	:	19

Una vez explicada la forma de tomar los datos y su codificación, entramos de lleno al diagrama de flujo y que se inicia con el aviso del lugar de la Estación. La importancia de este punto es en el sentido de que en las tarjetas maestras, deberá tenerse la identificación del sitio donde se ha instalado la Estación de Origen y Destino. Para ello, se ha recurrido al inventario de carreteras, mediante el cual puede averiguarse con exactitud los datos requeridos, es decir la estación Km. El Jefe de la Brigada, previamente deberá hacer la localización objetiva del lugar buscando lleno los requisitos mencionados anteriormente y referirlo a algún punto notable del camino como una población, un puente importante o el Km del cadenamien

to actual, para posteriormente relacionar con los datos proporcionados por el inventario efectuado en esa carretera. En esta forma la identificación del lugar estará constituida por los números correspondientes al número del tramo carretero, y la estación Km. Por ejemplo la carretera México-Acapulco está formada por los siguientes tramos: Tlalpan-Puente Tembembe, Puente Tembembe-Iguala, Iguala-Chilpancingo, Chilpancingo-Puente Papagayo y Puente Papagayo-Acapulco; cada uno de los tramos tiene un número, según numeración progresiva de inventario, el cual irá acompañado del número correspondiente al estado donde se localice, es decir 09, si la mayor parte del primer tramo pertenece al Distrito Federal; 17, si pertenece a Morelos y 12 si es de Guerrero, con lo que finalmente quedará el número del tramo compuesto de 6 cifras en la forma siguiente: Las dos primeras al número del estado y las cuatro restantes al número del tramo. Para completar la identificación el Km podrá localizarse fácilmente en la planta del tramo correspondiente.

Se procederá a perforar los datos de identificación en tarjetas que se instalarán al frente de las tarjetas de su día, hora y sentido respectivo.

Por tarjetas maestras se entiende aquella que contiene la identificación del lugar, es decir nombre de la carretera, número del tramo y estación Km.

Concluido el estudio, las tarjetas se concentrarán, en el gabinete de investigación que a su vez las mandará al Servicio de Computación electrónica donde iniciarán la interpretación de los datos codificados, por medio de las marcas sensibles.

Mediante un sencillo programa, la máquina separa los errores posibles, que son corregidos de inmediato para concluir así lo que a interpretación se refiere.

Al terminarse este proceso, las tarjetas pasan a una máquina clasificadora para que, en forma ordenada, se proceda con los puntos que señala el diagrama del flujo. La clasificación es según las columnas correspondientes a los aspectos que se señalan en el mismo diagrama.

Al terminar la serie de clasificaciones indicadas es conveniente verificar si efectivamente se ha perforado la totalidad de los datos.

Por el número de tarjetas de campo, es molesto y entortado su manejo, por lo que es conveniente utilizar el sistema de cintas magnéticas, que ahorra tiempo en las etapas posteriores a la vez que elimina la posibilidad de extravío de datos.

La máquina utilizada en esta etapa tomará los datos perforados en las tarjetas de campo y los escribirá en la cinta magnética, al terminar esta transcripción, las tarjetas de campo serán remitidas al Gabinete de Investigación para su archivo y la sucesión de datos transcritos se clasifican para quedar finalmente en 1 ó varios carre-

tes que son numerados de acuerdo a la clasificación.

Una vez transcritos los datos a las cintas son sometidos a una serie de pasos, según se indica en el diagrama, hasta obtener tarjetas (e) que contienen los nombres de las poblaciones de brigen y destino de todos los viajes que se presentaron en el Estudio y que posteriormente serán remitidas a la Oficina de Investigación para que, con ayuda de la Carta de la República Mexicana, sea calculado el kilometraje existente entre las dos poblaciones, mismo que es perforado en las tarjetas (E) estas son remitidas al Servicio de Computación Electrónico para iniciar una nueva etapa en el procesado. Es conveniente clasificar las tarjetas (E) por claves de poblaciones en orden alfabético, antes de continuar, puesto que probablemente, al ser manejadas en el cálculo de los kilometrajes, fueron revueltas, lo que ocasionará contratiempos en el proceso que se ha buscado sea rápido y eficaz.

La siguiente etapa consiste en intercalar en los rollos de cinta magnética la revisión, es decir las tarjetas maestras (E) previamente revisadas. Como se indica, en el diagrama, este paso sirve únicamente para llevar a cabo la intercalación.

Si al efectuarse la intercalación faltan algunas maestras, estas deberán hacerse de inmediato para ser intercaladas, y concluir así una etapa más.

Para continuar el proceso, es necesario perforar, en una

tarjeta de diseño normal, la fecha del estudio.

Utilizando los rollos de cinta magnética en lo que previamente fueron intercaladas las tarjetas (E) y empleando la tarjeta con la fecha del Estudio, estos son procesados según programa preparado de antemano, el cual produce los cuadros de resumen del Estudio, puesto que ordena a la máquina imprima el número de viajes, agrupando aquéllos que tengan el mismo origen y destino.

Este mismo programa también producirá los cuadros de resumen de carga, ya que es posible agrupar todos los viajes, que tengan una carga similar ordenando simplemente, sean agrupados los datos que presenten la misma perforación en la columna 35 de las tarjetas de diseño especial y que fueron transcritos a cintas magnéticas.

Los cuadros de resumen contienen los siguientes:

1o.- Variación Horaria, que comprende: Variación para cada sentido y en ambos sentidos en cada uno de los 7 días del estudio, proporcionando los datos por cada tipo de vehículo, así como el total diario en ambos sentidos y agrupando todos los tipos de vehículo. En cada uno de los días aparecerá el promedio horario en ambos sentidos y en el resumen de los 7 días, el promedio diario.

2o.- Frecuencia de viajes que comprende lo explicado en el punto de resumen de rutas.

3o.- Resumen de movimiento de carga y pasajeros, punto explicado anteriormente.

Para la localización rápida del lugar donde se efectuó el estudio de Origen y Destino, se hace un croquis de la zona señalando las ciudades importantes cercanas al lugar y éste se marca en forma notoria para su fácil identificación.

#### Aplicaciones.

Independientemente de la forma en que son tomados los datos de un estudio de Origen y Destino, los resultados obtenidos, tienen una serie de aplicaciones dentro de problemas de ingeniería, como son la localización óptima de una terminal de autobuses o camiones, la necesidad de una carretera directa, mejoramiento de rutas existentes, etc.

Por la índole de estos problemas, será necesario conocer la demanda en el transporte, que precisamente es el dato que, con bastante precisión, nos proporcionan los estudios de Origen y Destino; por consiguiente, es ésta una de las más importantes aplicaciones, el proporcionar datos para conocer la demanda de transporte.

Al conocer las necesidades de los usuarios, el ingeniero, estará en posibilidades de formular una serie de proyectos de nuevas obras o el mejoramiento de las ya existentes, que tiendan a satisfacer dichas necesidades. Respecto a obras viales, podrá analizar la demanda y formular "Itinerarios Alternos", es decir, una serie de proposiciones de mejoramientos o construcción de pequeños tramos, con el fin de aliviar el congestionamiento de una ruta y evi-

tar, en algunos casos, la construcción inmediata de unas carreteras directas que ocasionaría una fuerte inversión prematura.

Para obtener el tránsito probable de una nueva ruta, entre dos puntos no comunicados directamente, los resultados de los estudios nos permitirán aplicar la fórmula del tipo gravitacional y que es la siguiente:

$$T = K_{1-2} \frac{(P_1 P_2)^m}{D^n}$$

en donde:

- T = tránsito diario medio anual generado por las poblaciones 1 y 2
- $P_1$  = número de habitantes de la población 1
- $P_2$  = número de habitantes de la población 2
- $K_{1-2}$  = factores que dependen fundamentalmente del número medio de vehículo por habitante en las poblaciones 1 y 2.
- D = distancia entre las poblaciones 1 y 2
- m y n = parámetros.

El problema estriba en conocer el valor de los parámetros; para ello, se recurre a los resultados obtenidos en el estudio más cercano a la zona que se desea analizar. Para aplicar la fórmula, se eligen dos poblaciones con características parecidas a las que se deseara unir y cuyos viajes aparezcán en el estudio en cuestión,

es decir se conociera el valor de  $T$ . Por consiguiente, podrán darse valores a los parámetros hasta obtener dicho valor. Para iniciar los tanteos podrá partirse de experiencias obtenidas en otros países, - que señalan para  $m$  un valor de 1 y para  $n$  de 2.

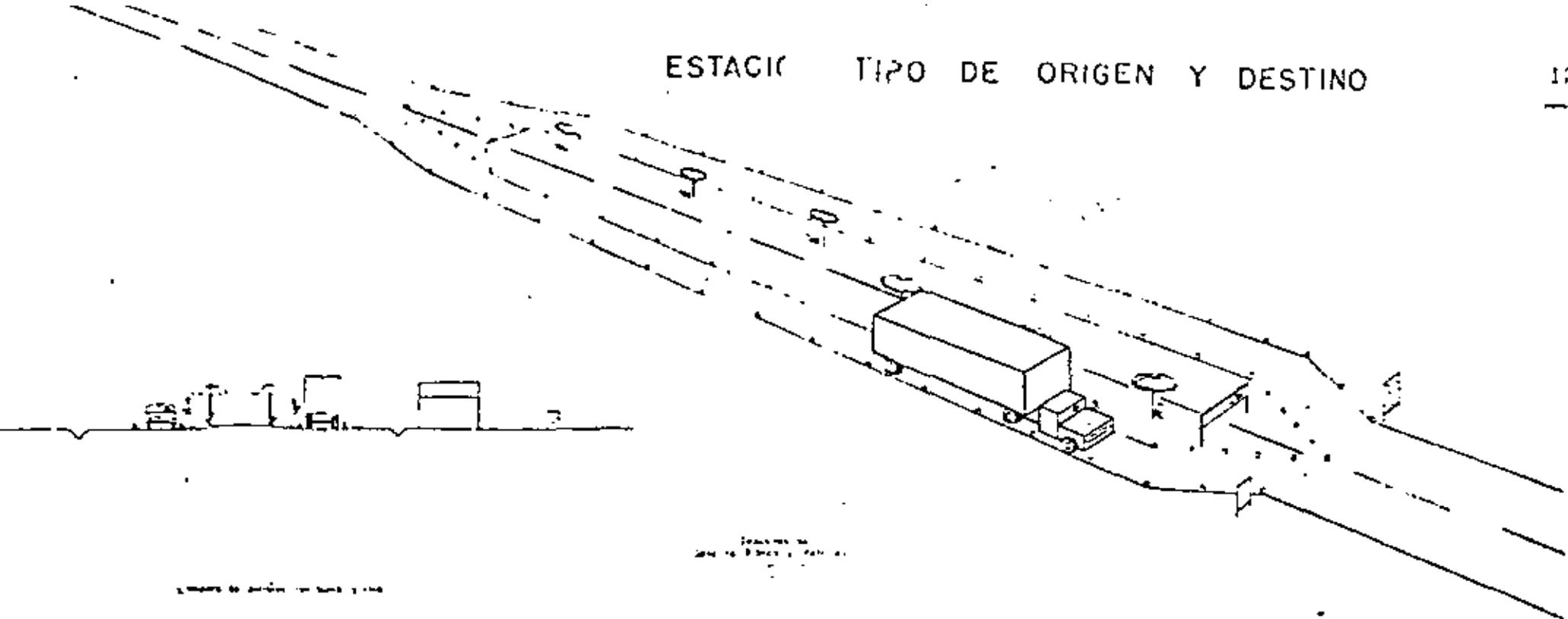
Siguiendo este procedimiento, podrán obtenerse valores de parámetros que, al aplicarse en la fórmula, ésta dé como resultado el tránsito probable tanto en poblaciones de tipo turístico, como - agrícolas e Industriales, dependientes naturalmente de los valores - de dichos parámetros.

Cabe aclarar que esta fórmula ha dado resultados satisfactorios cuando se trata de poblaciones de cierta importancia (más de 10 000 habitantes) según experiencias realizadas en países europeos y en los Estados Unidos de Norteamérica.

Se ha visto que, con los datos que aportan los estudios de Origen y Destino, es posible obtener el tránsito probable que circulará en una nueva ruta, considerando para ello, el análisis de las - diferentes rutas obtenidas, es decir se analiza únicamente la posibilidad de que el usuario utilizará la nueva obra, sin embargo, existen otros factores que determinan la decisión del usuario basados - en el comportamiento de éste.

A continuación, se presenta la síntesis de un estudio de - Origen y Destino efectuado en la carretera México-Tuxpan, así como la representación de una Estación tipo.

# ESTACION TIPO DE ORIGEN Y DESTINO

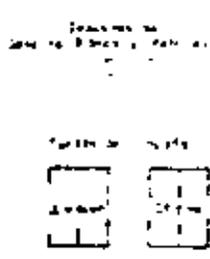


SECTOR DE SERVICIOS DE PASAJE Y ALMOZAR

SECTOR DE SERVICIOS DE COLABORACION

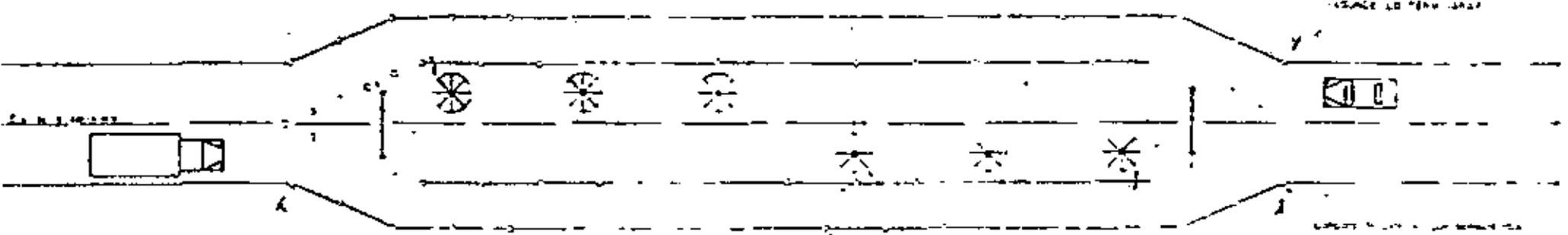
SECTOR DE SERVICIOS DE DETENCION DE PASAJEROS Y ALMOZAR

SECTOR DE "AUTO"



SECTOR DE SERVICIOS DE PASAJE Y ALMOZAR

SECTOR DE SERVICIOS DE COLABORACION



SECTOR DE SERVICIOS DE PASAJE Y ALMOZAR

SECTOR DE SERVICIOS DE COLABORACION

SECTOR DE SERVICIOS DE PASAJE Y ALMOZAR

SECTOR DE SERVICIOS DE COLABORACION

E. I.

I. N. PEREZ MUNE

MEXICO, 1968

SINTESIS DEL ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO NUM. 33  
EFECTUADO DEL 18 AL 24 DE JUNIO DE 1965

CARRETERA Matamoros-Mazatlán  
TRAMO Saltillo-Torreón

Km 541.5  
ESTACION Paila

1.-VEHICULOS AFORADOS

Hacia Torreón	2 351
Hacia Saltillo	2 354
<b>Total</b>	<b>4 705</b>

Promedio diario	672
Máximo horario	58
sábado 19 de 17 a 18 hs.	

2.-COMPOSICION DEL TRANSITO

	vol.	%
Automóviles	1 401	29.8
Pick-ups	477	10.0
Autobuses	324	6.9

Camiones	vol.	%
2 ejes	903	19.2
3 ejes	776	16.5
4 ejes	447	9.5
5 ejes	382	8.1
<b>Total camiones</b>	<b>2 508</b>	<b>53.3</b>

3.-RECORRIDO PROMEDIO POR TIPO DE VEHICULO

Automóviles	544.9 km
Autobuses	532.5 km
Camiones	647.5 km
<b>Promedio</b>	<b>598.8 km</b>

4.-PROMEDIO DE PASAJEROS POR VEHICULO

Automóviles	2.85
Autobuses	24.00

5.-PROMEDIO DE TONELADAS POR CAMION

Camiones 2 ejes	2.99
3 ejes	8.84
4 ejes	11.46
5 ejes	13.99
<b>Promedio</b>	<b>7.98</b>

6.-PASAJEROS-KILOMETRO

Automóviles	2 468 529
Autobuses	4 397 160

7.-TONEJADAS-KILOMETRO

Camiones 2 ejes	1 663 938
3 ejes	4 872 384
4 ejes	3 801 842
5 ejes	4 760 023
<b>Total</b>	<b>15 098 187</b>

8.—TONELADAS TRANSPORTADAS POR TIPO DE PRODUCTO Y POR SENTIDO 127

Hacia Torreón

	C-2	C-3	C-4	C-5	Sub total
Prod. forestales	31				31
Prod. agrícolas	410	399	73	33	915
Animales y sus prod.	72	29		69	170
Prod. Minerales	25	44	25	34	128
Petróleo y Deriv.	16	41	339	351	747
Prod. inorgánicos	33	56		18	107
Prod. industriales	737	2 177	1 600	1 961	6 475
Varios	185	589	508	514	1 796
<b>S u m a s</b>	<b>1 504</b>	<b>3 335</b>	<b>2 545</b>	<b>2 980</b>	<b>10 364</b>

Hacia Saltillo

	C-2	C-3	C-4	C-5	Sub total
Prod. forestales	48	392	727	495	1 662
Prod. agrícolas	504	1 453	605	430	2 992
Animales y sus prod.	83	79	25	33	220
Prod. minerales	9	81	15	79	184
Petróleo y deriv.	52	40	41	52	185
Prod. inorgánicos	57	198	113	66	434
Prod. industriales	401	1 245	1 004	1 148	3 798
Varios	43	34	47	60	184
<b>S u m a s</b>	<b>1 197</b>	<b>3 522</b>	<b>2 577</b>	<b>2 363</b>	<b>9 659</b>
<b>Total Ambos Sentidos</b>					<b>20 023</b>

9.—TRANSITO DIARIO

	Hacia Torreón	Hacia Saltillo	Ambos Sentidos
Viernes	400	354	754
Sábado	335	372	707
Domingo	317	307	624
Lunes	296	296	592
Martes	332	338	670
Miércoles	351	337	688
Jueves	320	350	670
<b>T o t a l</b>	<b>2 351</b>	<b>2 354</b>	<b>4 705</b>

A/ Automóviles  
B: Autobuses  
C: Camiones

C-2: Camión de 2 ejes  
C-3: Camión de 3 ejes  
C-4: Camión de 4 ejes  
C-5: Camión de 5 ejes

## 10.--RUTAS PRINCIPALES

ESTUDIO NUM. 33

	Vehículos en la Semana				% del total	Promedio diario
	A	B	C	T		
1 MONTERREY-TORREON	410	102	622	1 134	24.10	162
2 SALTILLO-TORREON	274	46	125	445	9.45	63
3 PARRAS-TORREON	136	29	94	259	5.50	37
4 MONTERREY-DURANGO	66	26	153	245	5.21	35
5 MONTERREY-CHIHUAHUA	53		177	230	4.89	32
6 MONTERREY-CD. JUAREZ	31	51	83	165	3.51	23
7 MEXICO-TORREON	25	14	67	106	2.25	15
8 MONTERREY-DELICIAS	5		85	90	1.91	12
9 MONTERREY-PARRAL	11		75	86	1.83	12
10 LAREDO-TORREON	54	8	12	72	1.53	10
11 MONTERREY-GOMEZ PALACIO	21		44	65	1.38	9
12 SALTILLO-DURANGO	16	26	14	56	1.19	8
13 MONTERREY-MAZATLAN	24	4	28	56	1.19	8
14 MEXICO-CHIHUAHUA	8		45	53	1.13	7
15 MONTERREY-S. PEDRO LAS COLS.	16		37	53	1.13	7
16 PARRAS-POMONA	19	2	31	52	1.11	7
17 MEXICO-CD. JUAREZ	28		14	42	.89	6
18 REYNOSA-TORREON	11		29	40	.85	5
19 MONTERREY-CULIACAN	7		31	38	.81	5
20 PARRAS-POMONA	29		7	36	.77	5
21 PILDRAS NEGRAS-TORREON	24		11	35	.74	5
22 MONCLOVA-TORREON	14		20	34	.72	4
23 SALTILLO-S. PEDRO LAS COLS.	26		3	29	.62	4
24 SALTILLO-CHIHUAHUA	18		9	27	.57	3
25 MONTERREY-CD. OBREGON	6		19	25	.53	3
26 SALTILLO-EL MIMBRE	3		19	22	.47	3
SUMAS:	1 335	306	1 854	3 495	74.34	
409 Rutas con menos de 3 vehículos diarios:	538	18	654	1 210	25.66	
TOTAL:	1 873	324	2 508	4 705	100.00	

## 2.- Tarjetas Postales.

Este método es un poco similar al 1, se usa generalmente para el tránsito pesado, ya que éste no puede ser detenido suficiente tiempo. Consiste en entregar a los conductores tarjetas postales, para que éstos posteriormente las llenen y las depositen en el correo.

La ubicación de las estaciones será donde el tránsito circule lentamente. (casetas de cobro, semáforos o señales de ALTO etc.,). Si no existieran algunos de estos elementos, la ayuda de un agente de tránsito será útil para que disminuya la velocidad y entregar las tarjetas. Si hubiese un 20% de tarjetas contestadas con respecto al total, se considera bueno para la exactitud. Las tarjetas deberán ser marcadas previamente con el número de la estación en que fueron entregadas, a hora de entrega y tipo de vehículo.

Posteriormente ocho ó diez analistas pueden clasificar hasta 40 000 tarjetas por mes. También se usará equipo electrónico para su procesamiento. La siguiente figura, muestra el tipo de cuestionario usado.

## 3.- Lectura de Placas de Vehículos en movimiento.

Este método es similar a los dos métodos anteriores. Solo que aquí los observadores anotan los tres últimos dígitos de las placas en cada estación por períodos cortos de tiempo (un minuto). La hora es marcada en la forma al final de cada interva

**ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO PARA LA AUTOMISTA DAN RYAN**  
Este estudio es patrocinado por la Ciudad de Chicago, el Condado de Cook y el Estado de Illinois

**POR FAVOR CONTESTE ESTAS PREGUNTAS Y ECHELA AL BUZON - NO NECESITA ESTAMPILLA**

PLACA NÚM.	3 5 9	ESTACION	8 4	FECHA	5 2 3 3	HORA		TIPO DE VEHICULO																																							
¿Cuándo empezó este viaje?		¿A qué hora salió de esta ciudad?		¿Cuándo empezó de este viaje?		¿Con qué frecuencia hace este viaje cada semana?		Marque la autopista usada (Si la usó) en este viaje. Si no ha usado ninguna, por favor marque ninguna.																																							
Dirección						<input type="checkbox"/> Al trabajo <input type="checkbox"/> De compras <input type="checkbox"/> A casa <input type="checkbox"/> A otros		<input type="checkbox"/> Avenida Lake Shore <input type="checkbox"/> Autopista Dan Ryan <input type="checkbox"/> Autopista Congress <input type="checkbox"/> Autopista Northside <input type="checkbox"/> Autopista Columbus <input type="checkbox"/> Chicago Skyway <input type="checkbox"/> Ninguna																																							
Ciudad																																															
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											
¿Cuándo terminó este viaje?		¿A qué hora llegó a su destino final?		¿Con qué frecuencia hace este viaje cada semana?		¿Qué cosas usará para la mayor parte de su viaje?																																									
Dirección				<input type="checkbox"/> 3 veces o más <input type="checkbox"/> 3 veces <input type="checkbox"/> 1 vez <input type="checkbox"/> rara vez		<input type="checkbox"/> Calle de este estado <input type="checkbox"/> Calle de otro país																																									
Ciudad																																															
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>											
¿Dónde dejará la autopista en este viaje?		Muchas gracias por su cooperación.																																													
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												Nombre de la calle																																			

## ORIGEN Y DESTINO

### HOJA DE CAUPO

ESTACION Núm. \_\_\_\_\_

UBICACION \_\_\_\_\_

DIRECCION DEL TRANSITO \_\_\_\_\_

PLACA Núm.	HORA	CAMION O AUTOBUS	FUERA DEL ESTADO

PLACA Núm.	HORA	CAMION O AUTOBUS	FUERA DEL ESTADO

FECHA \_\_\_\_\_ ANOTADOR \_\_\_\_\_

lo. Conforme un vehículo pasa por la estación, se anota su número de placa, lo que permite trazar el recorrido del vehículo a través del área que está siendo estudiada. Para el propósito de este estudio, el origen es el lugar donde el vehículo es observado primero y el destino donde es observado por última vez.

Este método es especialmente adaptable a lugares donde el tránsito es demasiado pesado para ser detenido para la encuesta de conductores. Además, tiene la ventaja de permitir a los observadores obtener datos sin depender de la cooperación de conductores individuales como fue el caso con los métodos Nos. 1 y 2.

Debe tenerse mucho cuidado al elegir los puntos de observación. Deberá ser evitada la elección de puntos tan alejados uno del otro, que muchos viajes empiecen y terminen entre dichos puntos. Este método no es ventajoso en áreas grandes debido a la cantidad de personal requerido, pero es particularmente adaptable a estudios de rutas u obras sencillas. Debe ser hecho en un día, debe ser continuo y cada punto de entrada y salida debe ser estudiado. Una desventaja importante es que mientras los observadores en cada estación pueden registrar una gran cantidad de números de placas, la cantidad de placas que hacen juego con aquéllas registradas en otra estación puede ser baja. Este método no produce ninguna información sobre el propósito de los viajes ni sobre viajes en tránsito o información sobre estacionamiento de vehículos. El uso de grabado

tas en las estaciones ha tenido éxito, con la ventaja de permitir el registro de una proporción más alta de placas que la que sería posible obtener de otra manera.

El resumen requiere de considerable número de personas. Se requiere una gran cantidad de trabajo manual para cotejar los números de placas anotados en las hojas de campo de cada estación cercana de O y D, con el fin de trazar la ruta de cada vehículo. Es conveniente utilizar, para este resumen, dispositivos mecánicos de tabulación tales como el equipo electrónico de procesamiento de datos. Usualmente no se pueden anotar más de un 60% de los números de placas a través de este estudio. El tiempo entre observaciones de un vehículo indicará, con regular exactitud, si hubo paradas en el distrito comercial; pero el conocimiento de ese lapso no permite asegurar el propósito de la parada.

Las figuras siguientes muestran las formas que pueden ser usadas para registrar las placas. En estudios pequeños solo necesitan ser registrados los tres últimos números de las placas.

Método Núm. 4.- Tarjetas sobre el vehículo.- Otro método del vehículo en movimiento, que no depende de la completa cooperación de los conductores, es el método de la tarjeta sobre el vehículo. -



EST.	S	AÑO	MES	DIA	D/S

ESTUDIO EN: \_\_\_\_\_

I	V	HORA	MIN.	SLO.	P	L	A	C	A
---	---	------	------	------	---	---	---	---	---

I	V	HORA	MIN.	SEG.*	P	L	A	C	A
---	---	------	------	-------	---	---	---	---	---

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
20									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
26									
40									
54									
68									

12									
20									
40									
54									
68									

Datos tomados por: \_\_\_\_\_

Pasa a la hoja N° \_\_\_\_\_

Puede ser usado cuando el tránsito es demasiado pesado para la realización de encuesta a los conductores y cuando las limitaciones de personal hacen prohibitivo el uso del método de registro de placas. - Una tarjeta preclasificada es entregada al conductor o fijada a su vehículo al entrar a la ruta o zona en estudio. El conductor es informado acerca de la naturaleza del estudio y de que la tarjeta será recogida al salir de la ruta o zona en estudio. Cuando el vehículo sale de la ruta o zona, se registra la hora, estación, dirección del viaje y cualquier otra información en la tarjeta clasificada. Si el tránsito es demasiado pesado, las tarjetas pueden ser agrupadas y empaquetadas de acuerdo a los períodos anotándose el tiempo en la tarjeta de arriba, en cada paquete. Esto servirá para identificar la hora para todas las tarjetas en el paquete durante el análisis. Este método produce resultados con las mismas ventajas y desventajas del método -

Núm. 3.

Una variación de este método es el de "Luces encendidas". - En éste se usan señales para solicitar de los conductores que entran a la zona de estudio que enciendan sus luces altas durante un tiempo especificado. Se hacen recuentos de los vehículos con las luces encendidas en cada punto de salida. Se debe llevar una cuenta de vehículos en el punto de entrada, para determinar el número de conductores que cumplen con la petición.

El método puede ser usado con el tránsito más intenso, ya que no interfiere con el flujo del mismo. Obviamente, el método só-

lo puede ser usado durante las horas del día. Si bien sólo una entrada puede ser verificada a una hora dada, otros accesos pueden ser estudiados en días similares. Debido a que se requiere la cooperación voluntaria del conductor, una publicidad anticipada es especialmente importante para el éxito del estudio.

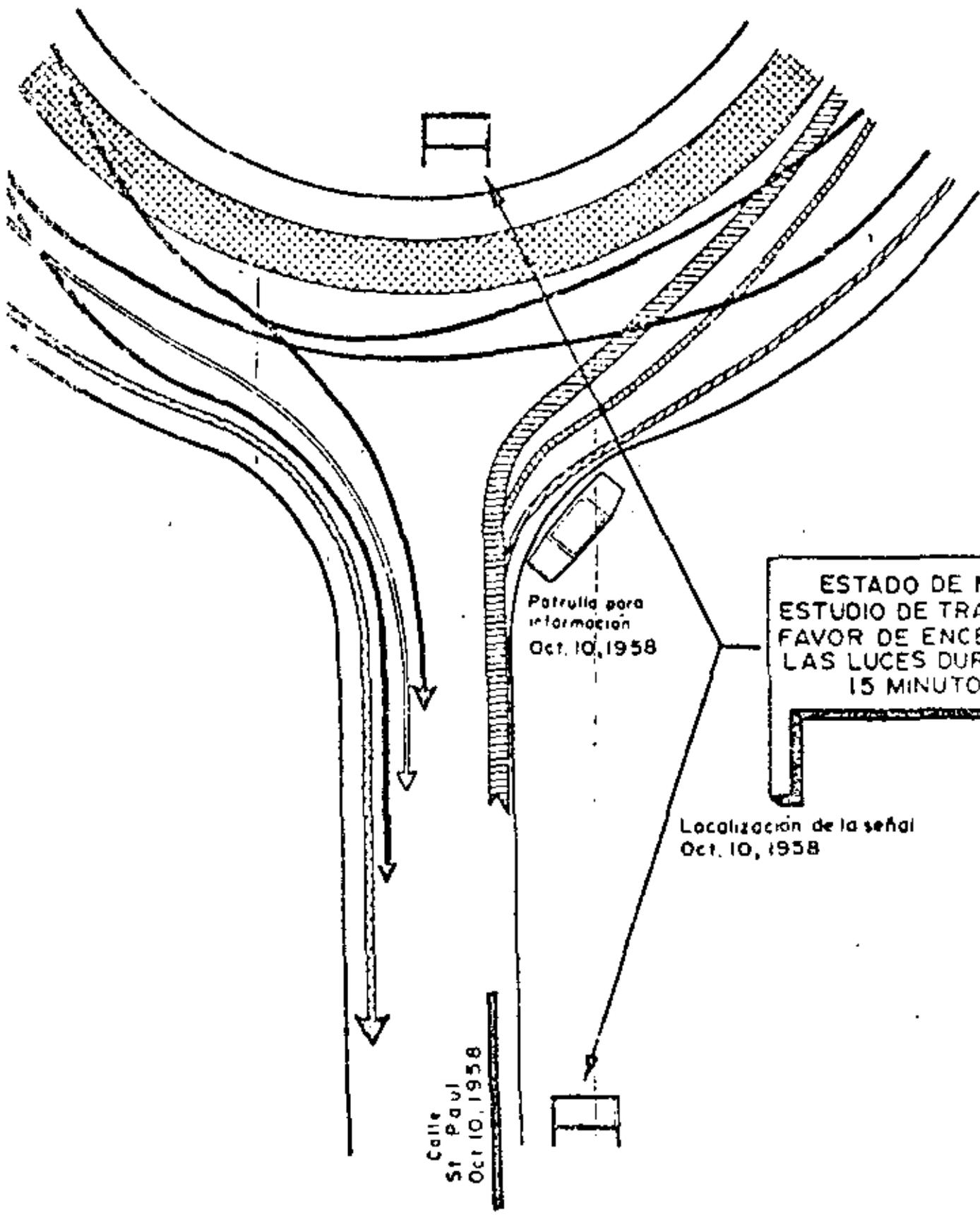
La figura 4-7 muestra la señal que fué usada por el Departamento de Obras Públicas de Nueva York usando el método de luces encendidas.

La figura 4-8 muestra los resultados del estudio.

Método Núm. 5. Placas del vehículo estacionado.— Otra forma de estudio O y D es la de registrar en un día los números de placas de todos los vehículos estacionados en la zona comercial, en la calle, así como en lotes y edificios de estacionamiento. El lugar de estacionamiento es considerado como el destino. Los números de placas son confrontados con los de los archivos del Registro Federal de Vehículos, para obtener las direcciones al origen.

Si se está llevando a cabo un estudio de estacionamiento de un área extensa, los números de las placas pueden ser usados para este estudio de O y D. Representando gráficamente con puntos la ubicación de cada casa, se produce un mapa mostrando el origen de cada vehículo estacionado en la zona comercial, en un día específico.

Sin embargo, este método no proporciona información sobre otros viajes aparte de aquéllos al centro de la ciudad; no revela nada

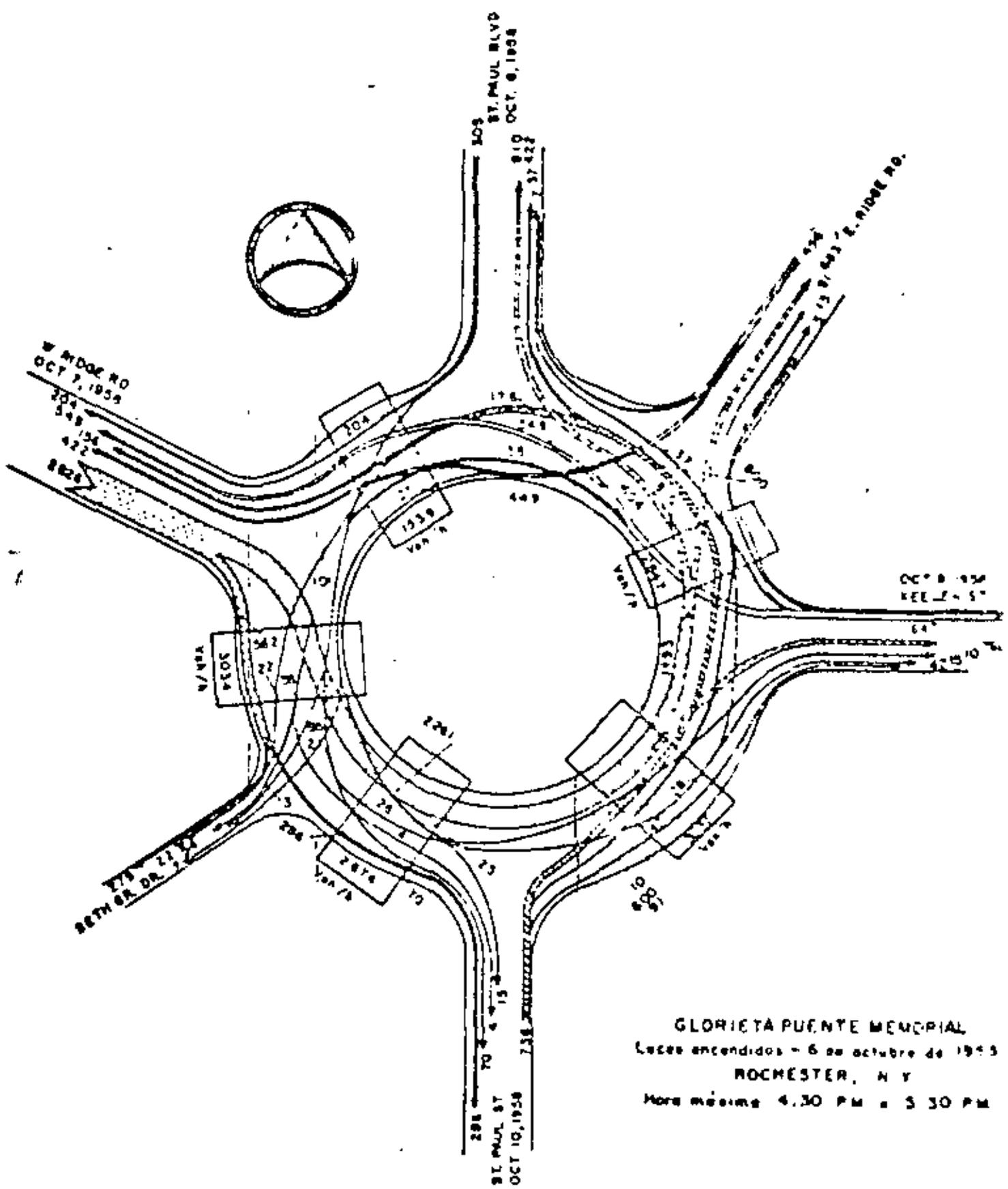


Calle  
St Paul  
Oct 10, 1958

Patrolia para  
informacion  
Oct. 10, 1958

ESTADO DE N. Y.  
ESTUDIO DE TRANSITO  
FAVOR DE ENCENDER  
LAS LUCES DURANTE  
15 MINUTOS

Localizacion de la señal  
Oct. 10, 1958



GLORIETA PUENTE MEMORIAL  
 Luces encendidas - 6 de octubre de 1958  
 ROCHESTER, N Y  
 Hora máxima 4.30 PM a 5.30 PM

acercá de los pasajeros del automóvil o taxi o en transportes públicos; tampoco explica el propósito o tiempo en que fué hecho el viaje.

Método Núm. 6. Encuesta domiciliaria. - Este es un tipo de estudio en el que se obtiene información sobre todos los viajes de los residentes en una zona, incluyendo viajes de vehículos públicos, camiones, taxis y automóviles particulares. Generalmente es parte de un estudio integral de O y D del área metropolitana (ver Método Núm. 12).

Dentro del área estudiada se selecciona una muestra de todas las unidades habitacionales, y todos los ocupantes de las unidades elegidas son entrevistados en relación con los viajes hechos en las últimas 24 horas. El estudio puede ser combinado con la encuesta de conductores o los cuestionarios de tarjeta postal del tránsito que entra y sale de la zona de estudio, con el fin de tener una imagen casi completa del patrón del tránsito.

El tamaño de la muestra elegida es variable, dependiendo de la población del área en estudio.

Ciudad Rango Hbts. (miles)	Muestra Requerida.
50 - 150	1 en 8
150 - 300	1 en 10
300 - 500	1 en 10
500 - 1000	1 en 20
1000	1 en 25

Las unidades habitacionales de la muestra donde se realizan las encuestas, son usualmente elegidas a través de uno o más de - entre varios procesos; el uso de mapas del directorio de la ciudad; de las estadísticas censales por manzana y de los mapas de uso de la tierra, si están disponibles. Los registros de la oficina de aguas, los registros de las contribuciones y los muestreos de campo, son - también usados a menudo. La unidad habitacional individual es elegida e identificada por calle y número y es registrada junto con - otros datos de identificación y control en el programa de entrevistas de campo y en las formas de campo. Es conveniente la publicidad - previa para una máxima cooperación del público. La información por adelantado concerniente al estudio es a menudo suministrada en tarjetas postales que se envían al propietario de cada unidad habitacio- nal pocos días antes de la entrevista. Las entrevistas son realiza- das dentro de los hogares elegidos, apartamentos, etc., anotándose la información sobre todos los viajes hecho por los residentes (gene- ralmente limitado a personas mayores de cinco años) el día previo a la entrevista. La exactitud de este estudio radica en gran parte, en la obtención de la entrevista en la unidad habitacional pre-elegida y en poder hacer contacto con todos los residentes de la misma. Regre- sar otra vez es mejor que la alternativa de entrevistar al residente de la siguiente puerta o a otro vecino. Es preferible desarrollar el - trabajo de campo sobre un período largo para cubrir los cambios esta- cionales. (4 a 6 meses)

Bajo condiciones favorables puede esperarse una entrevista por hora incluyendo vueltas de regreso y tiempo de viaje entre unidades comiciliarias.

Las ventajas de este método incluyen los datos muy completos, ya que todo recorrido de residentes es registrado según forma y personal.

La encuesta a domicilio requiere una preparación cuidadosa. Se requieren de 3 a 6 meses, para dicha preparación, según sea el tamaño de la ciudad.

En las encuestas a domicilio se necesita obtener correlaciones entre demanda de transporte y factores socioeconómicos, es esencial conocer estos factores por zonas, especialmente datos del uso del suelo.

Una vez que se determina el tamaño de la muestra, se programará el período de la encuesta y la distribución de entrevistas a lo largo del mismo, así como la distribución de la muestra entre las diferentes zonas de la ciudad. A los resultados que se obtienen en cada zona se le debe aplicar un factor de expansión:

$$F = \frac{A - (C \times A/B)}{B - (C + D)}$$

siendo:

- A = No. de viviendas en la zona
- B = No. de viviendas en la muestra inicial
- C = No. de viviendas vacías o inexistentes
- D = No. de viviendas no entrevistadas.

Los datos finales se referirán al volumen promedio diario o las horas de máxima demanda.

En las fases previas se seleccionan y entrenan los equipos de entrevistadores, se preparan las formas impresas de campo, se seleccionará la muestra, se programará el conjunto de los trabajos, etc. Cada grupo de entrevistadores deberá constar de: Un jefe de grupo y 15 entrevistadores como máximo. Cada entrevistador efectuará aproximadamente de 40 a 60 entrevistas por semana.

De las entrevistas se obtiene información referente a los viajes efectuados por cada miembro de la familia o residente en la vivienda mayor de 5 años de edad, en un día determinado y el tipo de transporte utilizado.

En la figura siguiente se observan las formas utilizadas.

Método Núm. 7. Cuestionario postal a propietarios de vehículos de motor. - Este método implica el envío de cuestionarios por correo mediante tarjetas postales que ya llevan impresa la dirección para ser regresadas, así como el porte pagado de retorno, a propietarios de vehículos de motor viviendo dentro de la zona de estudio. Como en el método Núm. 6, este estudio puede ser combinado con encuesta de conductores o estudios con cuestionarios de tarjeta postal del tránsito que entra y sale de la zona de estudio, con el fin de tener una imagen casi completa del patrón vehicular. Los elementos no obtenidos son los patrones de taxis y transporte masivo. Se solicita al receptor de la tarjeta que indique todos los via

19  
**ESTUDIO DE TRANSPORTACION EN EL AREA METROPOLITANA DE**  
**RESUMEN DE UNIDAD FAMILIAR**

GOBIERNO FEDERAL DE CANADA  
SERVICIO DE COMERCIO PUBLICO

Forma 1-19  
(7-13-66)

Telefono Núm. ....  
Registro demográfico

Número anterior \_\_\_\_\_  
Dirección de la persona entrevistada \_\_\_\_\_  
Número siguiente \_\_\_\_\_

Torjato \_\_\_\_\_  
Condado o ciudad \_\_\_\_\_  
Manzana Núm. \_\_\_\_\_  
Cuenta Núm. \_\_\_\_\_  
Muestra Núm. \_\_\_\_\_  
Subzona Núm. \_\_\_\_\_  
Mes y día \_\_\_\_\_

Fecha del viaje \_\_\_\_\_  
mes \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_ día de la semana \_\_\_\_\_

Tipo de estructura: 1 Simple-Separada 4, 5-19 Apartamentos 7 Hotel  
2 Simple-Unida 3, 20 ó más apartamentos 8 Motel  
3 2-4 Apartamentos 6. Casa de huéspedes, dormitorio 9 Casa de descanso  
0 Otros (especifique) \_\_\_\_\_

A. ¿Cuántas autos son propiedad de personas que viven en esta casa? (incluye Compañía-Propietarios de vehículos) \_\_\_\_\_  
B. ¿Cuántas personas viven aquí? \_\_\_\_\_  
C. ¿Cuántas tienen 5 años de edad o más? \_\_\_\_\_  
D. Información de la casa: \_\_\_\_\_ Raza \_\_\_\_\_

Cuanto tiempo tiene el jefe de familia viviendo en esta casa? \_\_\_\_\_

Número de Viaje	S. P. U. (1-1273)	Sexo y Edad	Identificación de la persona	Cargo	Ocupación o Industria	Viajes	
						SI	No
01							
02							
03							
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
Notas (con viajes)							

E. Número de viajes reportados en esta dirección: todos los viajes \_\_\_\_\_ viajes de conductor de carro \_\_\_\_\_  
F. Número de personas de 5 años de edad o mayores que hacen viajes \_\_\_\_\_  
G. Número de personas de 5 años de edad o mayores que no hacen viajes \_\_\_\_\_  
H. Número de personas de 5 años de edad o mayores con viajes distancados \_\_\_\_\_  
I. Factor \_\_\_\_\_

Entrevistador \_\_\_\_\_  
**LLAMADAS**  
FECHA HORA  
(1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_  
(3) \_\_\_\_\_  
(4) \_\_\_\_\_  
REPORTE ENTREGADO INCOMPLETO  
Fecha \_\_\_\_\_  
Causa \_\_\_\_\_  
Comentarios del supervisor \_\_\_\_\_  
Observaciones \_\_\_\_\_  
Reporte completo (Fecha) (Inicial)  
Entrevistas comprobadas (Inicial)  
Clasificado por (Inicial)  
Clasificación revisada por (Inicial)

Figura 4.6a Hoja de com. encuesta demográfica

REPORTE DE VIAJES INTERNOS

HOJA DE

TARJETA  CONDADO O CIUDAD  MANZANA  CUADRA  MUESTRA Núm.  SUBZONA  DIA Y MES DEL VIAJE

1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12	13										
							Salida	Llegada															
Clasificación Industrial	Parque No.	Vial No.	Vial No.	Dónde empezó este viaje? (Origen)	Dónde terminó este viaje? (Destino)	Forma de viaje	Hora de -		Presión del vial	Uso de la tierra en	Clasificación Industrial	Clasificación Industrial	Clase de estacionamiento										
							Inicio	Fin	1	2	SI	NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
				1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 Conducta de un vehículo 2 Pasajero en un vehículo 3 Autobús 4 Pasajero de ferrocarril 5 Pasajero de camión 6 Conducido al trabajo	A M	A M	1 Trabajo 2 Negocio personal 3 Misión, Bantel 4 Escuela 5 Soc. al. recreo 6 Campes. de Tramo 7 Comer 8 Comprar 9 Otro Pasa 0 Otro	Origen			1 Casa 2 Estacionamiento 3 Otro										
				1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 Conducta de un vehículo 2 Pasajero en un vehículo 3 Autobús 4 Pasajero de ferrocarril 5 Pasajero de camión 6 Conducido al trabajo	A M	A M	1 Trabajo 2 Negocio personal 3 Misión, Bantel 4 Escuela 5 Soc. al. recreo 6 Campes. de Tramo 7 Comer 8 Comprar 9 Otro Pasa 0 Otro	Origen			1 Casa 2 Estacionamiento 3 Otro										
				1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 Conducta de un vehículo 2 Pasajero en un vehículo 3 Autobús 4 Pasajero de ferrocarril 5 Pasajero de camión 6 Conducido al trabajo	A M	A M	1 Trabajo 2 Negocio personal 3 Misión, Bantel 4 Escuela 5 Soc. al. recreo 6 Campes. de Tramo 7 Comer 8 Comprar 9 Otro Pasa 0 Otro	Origen			1 Casa 2 Estacionamiento 3 Otro										
				1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 2 3 4 5 6 Ciudad	1 Conducta de un vehículo 2 Pasajero en un vehículo 3 Autobús 4 Pasajero de ferrocarril 5 Pasajero de camión 6 Conducido al trabajo	A M	A M	1 Trabajo 2 Negocio personal 3 Misión, Bantel 4 Escuela 5 Soc. al. recreo 6 Campes. de Tramo 7 Comer 8 Comprar 9 Otro Pasa 0 Otro	Origen			1 Casa 2 Estacionamiento 3 Otro										

Figura 4.9b. Hoja de campo de encuesta domiciliaria (parte posterior)



jes de su vehículo hechos un día después de que la tarjeta es recibida, normalmente un día entre semana. La fuente potencial de desconfianza viene de la posibilidad de conseguir una mejor respuesta de profesionistas y otros grupos de ingresos altos, que de los grupos de ingresos económicos más bajos. Se usan tarjetas de diferentes colores para automóviles particulares y camiones. Los nombres y direcciones de los propietarios del vehículo son obtenidos del Registro Federal de Vehículos. Las tarjetas son marcadas de acuerdo con la zona del domicilio, antes de enviarlas y haciendo tabulaciones del número de tarjetas de cada clase de vehículo enviado a cada zona, para permitir una estimación apropiada del total de viajes con base en las tarjetas regresadas.

Los propietarios de flotillas de camiones (propietarios de tres o más camiones) pueden ser abordados personalmente, en vez de hacerlo por correo, para asegurar la máxima exactitud de este relativamente pequeño pero importante grupo.

Un estudio de este tipo hecho en Canton, Ohio, obtuvo un 53% de tarjetas regresadas de las 27,000 enviadas por correo. La forma del cuestionario usada, es ilustrada en la figura 4-10.

# ESTUDIO DE TRANSITO DE LA CIUDAD DE CANTON

Autorizado por disposición del CONSEJO DE LA CIUDAD DE CANTON, según número de orden 2803-47 y con la participación del Departamento de Carreteras de Ohio

Por favor anote en la parte de abajo TODOS los viajes hechos por su vehículo "un día después de que reciba su tarjeta" con excepción de los viajes en sábado y domingo. Si su vehículo no viaja, anote "NINGUNO" en toda la cara de su tarjeta. Tan pronto como lo haya llenado deposítela en el buzón del correo; no necesita estampilla.

VIAJE Núm. (Origen-Lugar donde estaba estacionado) (Destino-Lugar donde terminó el viaje)

1. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
2. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
3. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
4. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
5. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
6. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
7. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
8. De \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

NO FIRME CON SU NOMBRE

Lea las instrucciones cuidadosamente ... llene la tarjeta ... póngala en el correo de inmediato

1- Usted y su carro, y los viajes que haga cada día, son importantes para la solución de nuestros problemas de tránsito. Canton es elegible para fondos Estatales y Federales para ayudar al mejoramiento de sus calles. Si nosotros llenamos sus requisitos, Estos fondos serán de los impuestos que usted pague a su tiempo. Devolviéndonos esta tarjeta, ayudará materialmente a conseguir estos fondos para Canton. **POR FAVOR LLENE LA TARJETA - Y ENVIENOSLA.**

2- Qué se considerará como un viaje? Respuesta: La señora Smith lleva su esposo a su trabajo — Este es un viaje. De aquí, la señora Smith va a la tienda — este es otro viaje. La señora Smith después va a su casa — este es otro viaje. En otras palabras "Cualquier viaje de aquí a allá es un viaje."

3- El "origen" y "destino" puede anotarse como una dirección - 123 First ST. O una intersección como 12th y Gibbe NE. O como un lugar, La Suprema Corte, Renkert Bldg, etc. Si es un lugar que tiene varias calles, como Republic Steel Bth ST., o Timken, Duebar Ave., ponga el lugar y las calles, o la calle que está sobre donde esté el destino. No diga fui de la casa al trabajo; no queremos saber donde vive ni donde trabaja.

4- Usted habrá hecho una buena labor si después de terminar de llenar esta tarjeta, cualquier otra persona puede leer y decir rápidamente donde empezaron y donde terminaron los viajes.

5- Si tiene alguna dificultad en llenar la tarjeta, para ayudarle llame a cualquiera de los siguientes números de teléfonos: 3-4503; 4-5175, 6254, 5321

6- Si usted hace más de 8 viajes, anótelos en cualquier otra hoja y envíenosla, o tráigala a la oficina de estudio

7- NO DEJE DE LLENAR LA TARJETA QUE SE ANEXA NI DE DEPOSITARLA EN EL CORREO. Gracias

Director del estudio

Método Núm. 8.- Cuestionario de empleado.- Los cuestionarios son distribuidos a todos los empleados de un centro de trabajo, como una gran planta industrial o un grupo de edificios de oficinas. Las formas ya completas son recogidas el mismo día que son distribuidas. La información es usualmente clasificada y perforada en tarjetas para el proceso electrónico de los datos. Los datos sobre el lugar donde viven los empleados, cómo llegan al trabajo, el tiempo de recorrido, la información de estacionamiento y los costos de viaje, pueden ser obtenidos para conductores de automóvil, pasajeros en automóvil y pasajeros en taxi y autobuses. Es importante hacer el cuestionario breve.

Este método es más ventajoso cuando sólo unos pocos empleados son involucrados. Obteniendo la cooperación de la gerencia, a menudo las empresas distribuirán y recogerán los cuestionarios dentro de su propia organización. Es importante que sea conservado el registro del número total de formas distribuidas en cada empresa, así como el de los empleados en las mismas, de modo que los datos de viajes a cada compañía puedan ser extrapolados apropiadamente. El costo de este estudio comprendió imprimir las formas y clasificar y perforar los resultados. La figura 4-11 muestra el cuestionario que fue usado en estudio.

Método Núm. 9. Cuestionario para terminal de transporte público.- Este método suministra datos útiles para planear mayores facilidades a los transportes (carreteras, transporte público, estacionamiento

**CUESTIONARIO PARA EMPLEADOS**

**INSTRUCCIONES** - Se está llevando a cabo un estudio para determinar cuántas espacios se requieren para estacionamiento en el centro de Washington, para satisfacer razonablemente las necesidades de los empleados del Gobierno. Con el fin de auxiliar a otras agencias de planificación, se incluyen también algunas preguntas relativas a las condiciones del tránsito. A cada empleado que trabaja en la zona del centro se le solicita que llene esta forma. Se necesita su cooperación para el éxito de este estudio únicamente hoy - usted no hoy en camino a su trabajo. A todos los empleados se les solicita que llenen la Sección A. Si usted fue hoy en camino a su trabajo, por favor llene las Secciones A y B.

**SECCION A. PARA SER LLENADA POR TODOS LOS EMPLEADOS**

1. Nombre completo del departamento o agencia y oficina o servicio en la cual trabaja \_\_\_\_\_
2. Nombre completo y localización del edificio donde trabaja \_\_\_\_\_
3. Dirección completa de su domicilio: \_\_\_\_\_

Calle y número	Ciudad o país	Estado
----------------	---------------	--------

4. ¿Cómo se transportó a su trabajo hoy? (marque una)
  - a. En automóvil
    - (1) Conduciendo mi propio carro \_\_\_\_\_  1
    - (2) Pasajero en un carro conducido por otra persona \_\_\_\_\_  2
    - (3) Combinación de carro y transporte público \_\_\_\_\_  3
  - b. Por autobús o trolebús \_\_\_\_\_  4
  - c. Otras \_\_\_\_\_  5  
(Especifique como, anteo, tren, caminando, etc.)

5. Tiempo total aproximado al minuto
  - a. Salida de casa \_\_\_\_\_ a.m. \_\_\_\_\_ p.m.
  - b. Llegada al trabajo \_\_\_\_\_ a.m. \_\_\_\_\_ p.m.

Si usted en carro, interrumpe su viaje por cualquier causa que no haya sido para recoger otros pasajeros o para cambiar de su carro al transporte público? SI  NO

**SECCION B. PARA SER LLENADA SOLO POR EMPLEADOS QUE MANEJARON SU CARRO DURANTE TODO EL TRAYECTO HASTA SU TRABAJO**

1. ¿Dónde se estacionó hoy? (marque una)
  - a. Estacionamiento libre o propiedad del gobierno \_\_\_\_\_  1
  - b. Espacio asignado por el gobierno \_\_\_\_\_  2
  - c. Lote o estacionamiento comercial \_\_\_\_\_  3
  - d. Otros, incluyendo calle \_\_\_\_\_  4
2. ¿Cuántas cuadras caminó del estacionamiento al trabajo? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántas personas incluyendo usted, se transportaron al trabajo en su carro? \_\_\_\_\_
4. Si marcó el B, 1, c, anterior ¿Cuánto pagó por estacionarse en el lote comercial o garage? ¿Tiene un espacio
  - a. Tarifa mensual por carro \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_
  - b. Tarifa semanal por carro \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_
  - c. Tarifa diaria por carro \_\_\_\_\_ \$ \_\_\_\_\_

Si cruzó los límites del DC, dé el nombre completo de la calle o puente sobre el río Potomac, donde entró \_\_\_\_\_

to, diseño de terminale, etc.) asociadas con las terminales de transporte, tales como las de autobuses, trenes o aeropuertos. El método es llevado a cabo entregando cuestionarios postales, que deben ser devueltos, a todas las personas sabiendo o bajando de autobuses, trenes o aviones en la terminal durante las 24 horas del día.

El cuestionario es para ser llenado con información acerca de cómo el pasajero llegó a la terminal, su origen y su destino, el propósito de su viaje y la hora en que arribó a la terminal. La tarjeta es entonces depositada en el buzón. Suponiendo que todos los pasajeros reciben un cuestionario, los datos devueltos son extrapolados para representar todos los viajes, multiplicando el número regresado por la relación del total de tarjetas distribuidas al total regresado. Con objeto de asegurar una mayor exactitud en esta estimación, es aconsejable calcular factores de expansión separados para diferentes períodos del día, ya que el porcentaje regresado puede variar, distorsionando así la imagen.

Las tarjetas regresadas son clasificadas y la información puede ser transferida a tarjetas perforadas para procesamiento electrónico de datos.

Pueden ser usadas distintas variaciones de este sistema básico. Una variación supone que las personas arribando a un aeropuerto, por ejemplo, al abordar los aviones tienen el mismo patrón de origen del viaje como el de los destinos de los pasajeros bajando de los aviones. Si tal suposición puede ser hecha con confianza, se elimina la

necesidad de conseguir información de los demás, excepto de los pasajeros abordando aviones. Esto simplifica el estudio, ya que es fácil tener acceso a las listas de pasajeros y en algunos casos la línea aérea dará instrucciones a la sobrecarga para recoger los cuestionarios después de ser completados.

La figura 4-12 muestra el cuestionario entregado a los pasajeros que usaron el Aeropuerto Nacional de Washington en 1960. La figura 4-13 muestra uno de los análisis de este estudio. La figura 4-13' muestra el cuestionario para el Aeropuerto de la Cd. de México, durante la Olimpiada en octubre de 1968.

Método No. 10. - Cuestionario del pasajero de transporte público. - El cuestionario está limitado a precisar los orígenes y destinos de pasajeros usando una ruta específica de transporte público, siendo usado principalmente para planear rutas mejoradas o programar horarios. Uno o dos hombres en cada autobús o tranvía entregan una tarjeta-cuestionario a cada pasajero que aborda el vehículo. La tarjeta es para ser llenada y recogida por el personal que realiza el trabajo de campo, conforme el pasajero deja el vehículo. Este estudio es más conveniente para líneas con poca demanda, donde todos los pasajeros van sentados y hay oportunidad para que llenen las tarjetas-cuestionario. Deberán ser cubiertos tantos viajes como sea posible. Los datos que resulten son extrapolados para representar el 100% de los pasajeros, basado en la relación del total de usuarios al número de tarjetas llenadas. En la

**AGENCIA FEDERAL DE AVIACION**  
**ESTUDIO DE NECESIDADES DE TRANSPORTACION EN EL AEROPUERTO NACIONAL DE WASHINGTON**  
**A LOS PASAJEROS QUE SALDAN DEL AEROPUERTO DE WASHINGTON**

- Por favor tomese un momento de su tiempo para contestar los cuatro preguntas de esta forma y depositarla en el boteon de recolectar papeles.
- El resultado de este estudio se usara en un proyecto preparado para mejorar los medios para mejorar el transporte hacia y desde los aeropuertos.

1. ¿En qué ciudad o poblacion empezó su viaje?

CALLE O NUMERO DE LA CALLE DEL DISTRITO FEDERAL

2. ¿Cuál es la direccion de su primer destino en Washington, después de que deje el aeropuerto?

CALLE O NUMERO DE LA CALLE DEL DISTRITO FEDERAL

3. ¿Cuál de las siguientes describe mejor la direccion anterior? (Indique uno)

Residencia anterior (Casa o apartamento)

1. Su propio casa
2. Otra
3. Hotel, motel, etc.
4. Restaurant (Familiar, propio, etc.)
5. Negocio (Tienda, oficina profesional)
6. Subgubernamental
7. Otro, por favor especificar

4. ¿Cómo piensa viajar a este destino?

(Escriba una o más de las siguientes, marque o de papeles uno)

1. Automóvil privado (con conductor o sin conductor)
2. Automóvil propio (El conductor puede ser el pasajero)
3. Automóvil alquilado (Para conducir el pasajero)
4. Automóvil alquilado
5. Taxi
6. Limusina del aeropuerto
7. Autobus urbano o tránsito
8. Vehículo de gobierno
9. Otro, especificar por favor
10. Desconocido

Estado dirigido por la oficina de Científico Humanos para la Agencia Federal de Aviación

GRACIAS POR SU COOPERACION

Fig. 4-12

**ESTUDIO EN AUTOBUSES**

Núm. 13398

A pasajeros de Autobuses. Favor de proporcionar la información correspondiente al viaje que realiza y devuelva la tarjeta a la persona que lo entrevista. Gracias por su ayuda.

Subí al Autobus en \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle

Y bajaré en \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle

SI TIENE LA INTENCION DE TRANSECORDAR - Favor de dar el nombre de la ruta de autobuses que usara y la parada en la cual completará este viaje

Ruta \_\_\_\_\_ Parada \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle

Antes de ir a la Parada de Autobuses, Empezé este viaje en \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle

Después de bajarme, Iré a: \_\_\_\_\_ Calle y \_\_\_\_\_ Calle

Zona: Parada

Zona: Parada

Zona: Parada

Zona: Parada

Zona: Parada

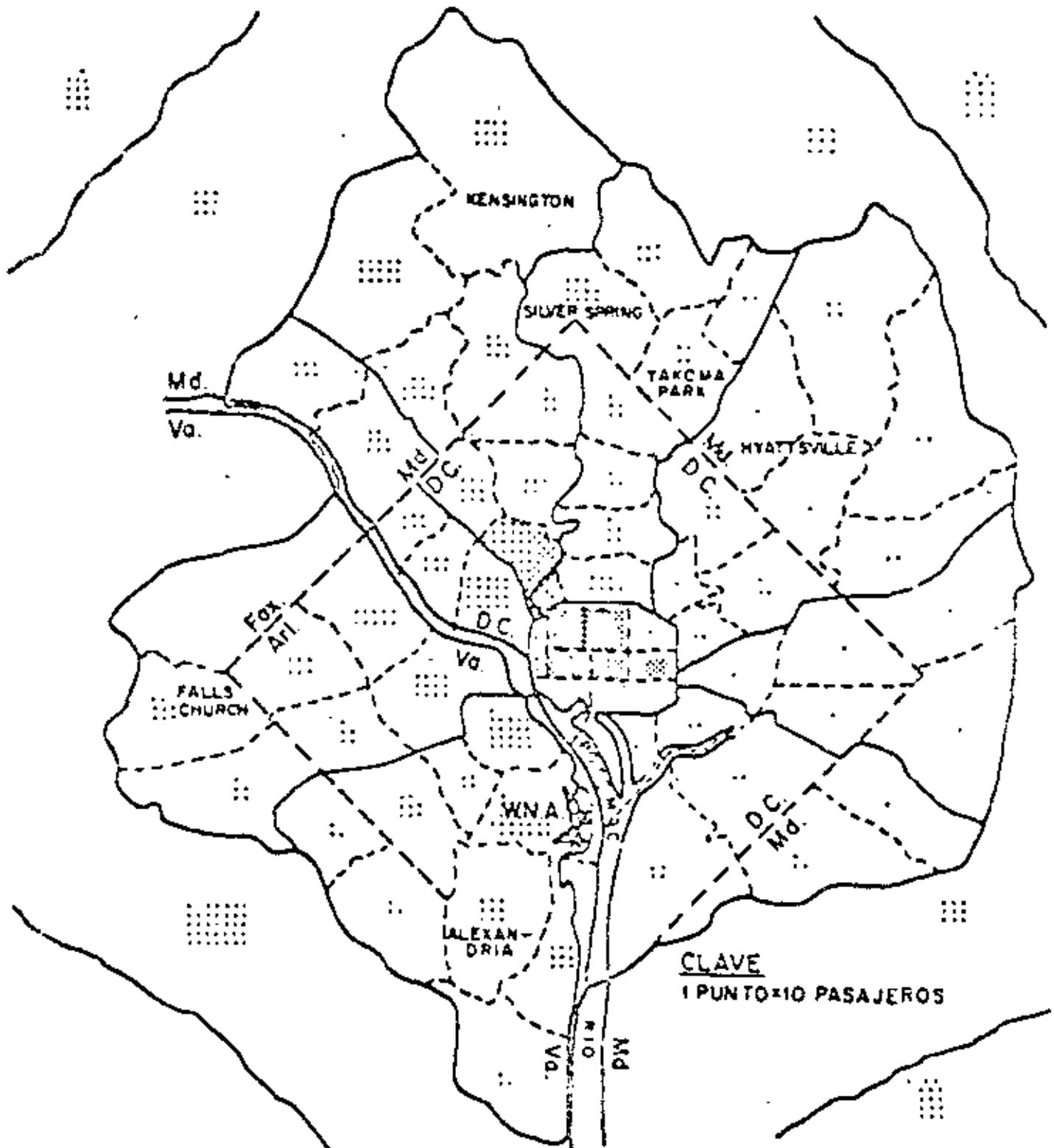
PROPOSITO DEL VIAJE  TRABAJO  COMPRAS  ESCUELA  TRANSMITAR  OTROS  ES UN PROPIETARIO

(Favor de marcarlos) NEGOCIOS DE CARRO

Fig. 4-14

# ORIGEN Y DESTINO LOCAL DE PASAJEROS

(Para un promedio diario semanal durante la semana del 5-11 de Dic de 1960)



NOTA. Las figuras dadas son calculadas en base a un 11% de la muestra para un período semanal.

4	001	A. M.	1	3	3
FECHA		DIA		VUELO	

ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

PARA FINES ESTADISTICOS, SOLICITAMOS A UD. ATENTAMENTE, CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS  
(WITH STATISTICS PURPOSES PLEASE ANSWER THE NEXT QUESTIONS):

De que lugar parti6 para dirigirse al aeropuerto  
(From what place did you begin the trip to airport) Av. Reyes de... ... ...

1	3	3
---	---	---

  
Poblaci6n, (Town,) o Colonia, (zone,) o Calle (street) u Hotel

En que hizo el recorrido al aeropuerto  
(How coming:)  Autom6vil-car  Taxi-cab  Autobus-bus  Otros-other 

--	--	--

Destino del vuelo  
(Flight destination) Guatemala

--	--	--

Nacionalidad del pasajero  
(Citizenship)  MEXICANO  EXTRANJERO (FOREIGN) 

--	--	--

GRACIAS POR SU COLABORACION - THANK YOU FOR YOUR COOPERATION.

4	001	A. M.	1	3	5
FECHA		DIA		VUELO	

ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO

PARA FINES ESTADISTICOS, SOLICITAMOS A UD. ATENTAMENTE CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS  
(WITH STATISTICS PURPOSES PLEASE ANSWER THE NEXT QUESTIONS):

De que lugar parti6 para dirigirse al aeropuerto  
(From what place did you begin the trip to airport) Colonia Doctores (Canton Militar)

1	3	5
---	---	---

  
Poblaci6n, (Town,) o Colonia, (zone,) o Calle (street) u Hotel

En que hizo el recorrido al aeropuerto  
(How coming:)  Autom6vil-car  Taxi-cab  Autobus-bus  Otros-other 

--	--	--

Destino del vuelo  
(Flight destination) Los Angeles, Calif.

--	--	--

Nacionalidad del pasajero  
(Citizenship)  MEXICANO  EXTRANJERO (FOREIGN) 

--	--	--

GRACIAS POR SU COLABORACION - THANK YOU FOR YOUR COOPERATION.

figura 4-14 está ilustrada una forma empleada en los estudios de este tipo.

Cuando el número de pasajeros hace imposible realizar todo el estudio sobre vehículos en movimiento puede considerarse el usar - tarjetas postales con dirección de retorno, las cuales son entregadas a los pasajeros al subir o bajar, y pueden ser llenadas y regresadas según su conveniencia. Esta alternativa tiene la desventaja de cualquier estudio de tarjeta postal. Es decir, que puede producir un bajo porcentaje de retorno y debe tenerse considerable cuidado en el análisis para tener seguridad de que la respuesta no es tendenciosa. Por ejemplo, puede existir una tendencia a mostrar interés en regresar las tarjetas - sólo por parte de los viajeros habituales o de aquéllos sujetos a mayores aglomeraciones.

Método Núm. 11.- Método de síntesis.- Recientemente ha sido iniciado un nuevo método para determinar la información de origen y destino en ciudades tanto pequeñas como grandes. Este método depende de la determinación del número de viajes generados y el número de viajes atraídos por ciertos tipos de actividades en el uso de la tierra.- Por ejemplo, puede ser determinado que, en una ciudad dada, 2.1 viajes de trabajo son generados por día por familia y que 1.7 viajes de trabajo son atraídos por cada trabajo en el lugar de empleo. De esta manera, si el número total de familias en una zona particular es conocido y el número de trabajos en la misma es conocido también, los orígenes y destinos de los viajes de trabajo pueden así ser calculados para

esa zona. El conocimiento de la distribución de familias y trabajos en toda la comunidad, permitiría el cálculo de los orígenes y destinos de los viajes de toda la comunidad. Pueden ser determinadas relaciones similares para otro tipo de viajes tales como los de compras, de recreo, etc. Estas relaciones de "generación de viajes" pueden ser establecidas realizando un número limitado de entrevistas domiciliarias (ver Método núm 6).

Después que el total de viajes generado y atraído por cada zona es calculado, los viajes deben ser "distribuidos" usando una fórmula de distribución o modelo. El llamado "modelo de gravedad" ha sido usado en años recientes para este propósito. Los detalles de la aplicación del modelo de gravedad y de otros de la aplicación del modelo de gravedad y de otros modelos de distribución de viajes están más allá del campo de este capítulo.

Es también relativamente simple proyectar o extrapolar los datos del viaje para representar las demandas de viaje en años futuros. Las desventajas son, que es algo complejo de usar, requerir computadoras electrónicas y generalmente no se piensa que la exactitud de los datos del viaje computados sean tan aceptables como aquéllos de técnicas convencionales.

La figura 4-16 muestra el análisis de datos de origen y destino derivados del uso de esta técnica en Ottumwa, Iowa.

Método No. 12.- Estudio integral de origen y destino.- Este método proporciona el más completo inventario de información de origen





y destino urbanos entre los estudios conocidos. La información recopilada cubre los viajes hechos por residentes del área metropolitana - por todas las modalidades de viaje (automóvil, autobús, taxi, camión, etc.) y para todos los propósitos de viaje. Aunque algunos viajes son pasados por alto en el inventario (algunos viajes de visitantes al área), el grueso de la demanda de viajes entre ciudades queda ampliamente registrada en el estudio. Las formas de estudio mostradas en las figuras 4-9 a la 4-16, 4-17 y 4-18 han sido utilizadas con más frecuencia.

Este estudio está compuesto de dos partes: El estudio interno y el estudio externo. La fase interna del estudio consiste en entrevistas domiciliarias, tal como se describe en el Método núm. 6, suplementadas por recopilación de información sobre viajes de camiones y taxis.

Los datos sobre el viaje de camiones y taxis son obtenidos - seleccionando una muestra numérica o alfabética de listas de registro. Ordinariamente la proporción de muestra para camiones es doble de la usada para el estudio de encuesta domiciliaria. El porcentaje de taxis en la muestra deberá ser, cuando menos, tan grande como el de los camiones, aunque es preferible un porcentaje más alto. Se establece - contacto con las compañías de camiones y autos de alquiler, se obtienen datos sobre el origen y destino, tiempo de viaje y otros, de todos los viajes hechos por los vehículos muestreados en el día anterior a la entrevista. Sólo los viajes con longitud de más de dos cuadras son consideradas como viajes separados, agrupando en uno aquellos viajes \*

más cortos, como los de recoger y entregar prendas.

Los investigadores en este trabajo, deberán obtener bajo las condiciones más favorables, incluyendo regresos y tiempo de recorrido, una entrevista por hora.

Para una ciudad con 200 000 habitantes, usar una muestra del 20% de 7 000 camiones (1.400 entrevistas), un equipo de 10 personas requeriría alrededor de 1.400 horas-hombre o alrededor de 4 semanas para completar el estudio de camiones.

El estudio externo ( externo se refiere al cordón exterior dibujado alrededor del área de estudio), es hecho para determinar recorridos de conductores de automóvil no residentes en el área de estudio.- Se emplea el método núm. 1, por lo cual es entrevistada una muestra de conductores, para ambas direcciones de recorrido, en cada estación sobre el cordón externo. Se obtendrá alguna información duplicada, - del área cubierta en el estudio interno. La duplicación es eliminada- suprimiendo la información de estos viajes de los datos del estudio interno, antes de intentar el análisis.

El estudio externo es hecho en estaciones donde las calles principales y carreteras cruzan la línea del cordón. Ordinariamente - la línea de cordón está localizada lo suficientemente lejana para intersectar un número mínimo de camiones y no incluir mucho territorio rural (toda el área circundada por la línea de cordón es estudiada en el reco

nocimiento interno). Se utilizan contadores automáticos y portátiles, como un paso preliminar para determinar el volumen de vehículos que entran y salen del área del cordón. Las estaciones de encuesta son establecidas en el grupo de carreteras que lleven al menos 95% del tránsito total.

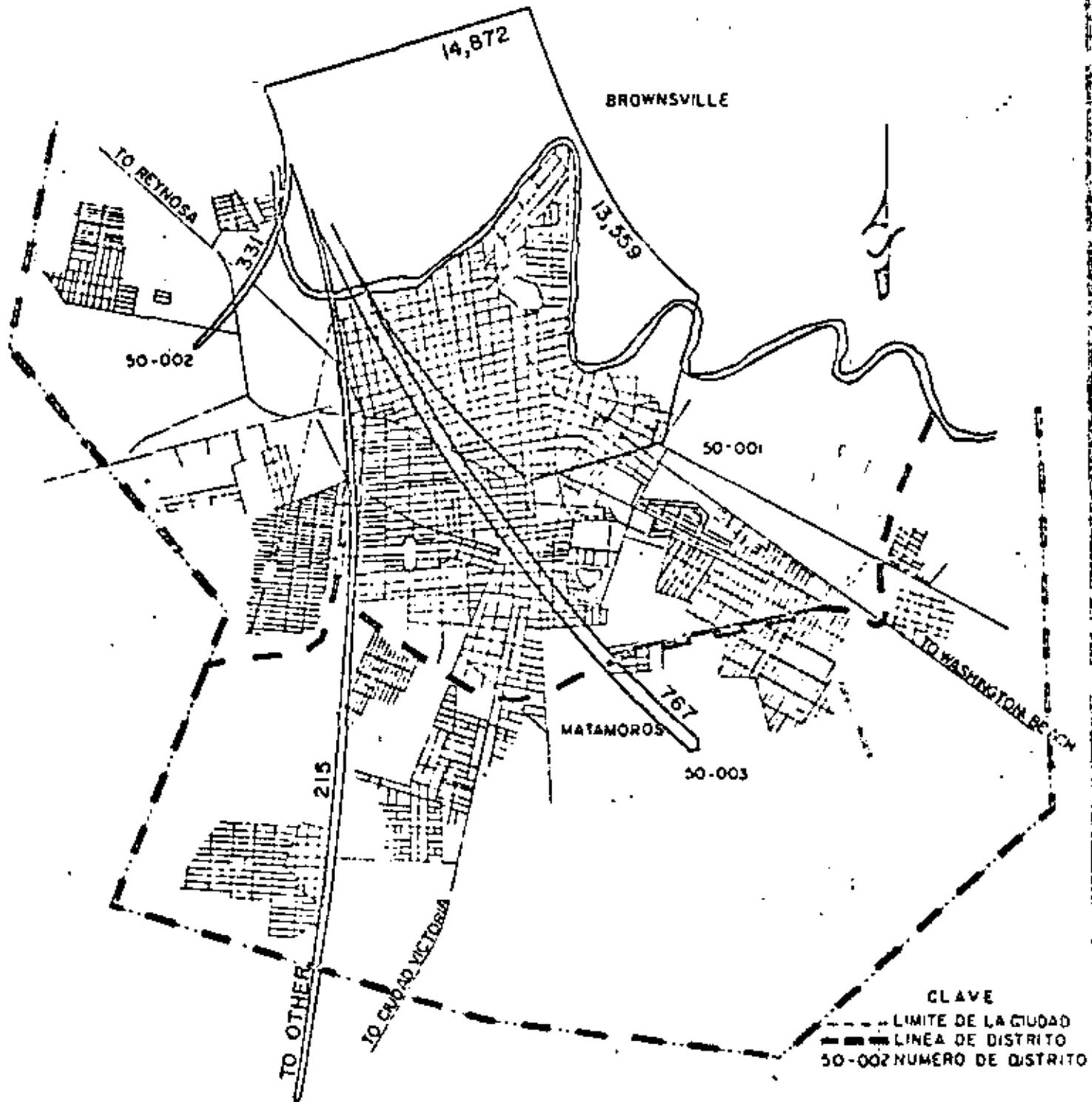
Las estaciones externas son operadas entre las 6:00 y las 22:00 h o entre las 7:00 y las 23:00 h y de un día representativo. Donde el estudio interno cubre un año, cada estación externa deberá ser operada en un día entre semana durante cada una de las cuatro estaciones del año. Algunas estaciones con altos volúmenes nocturnos requerirán estudios de 24 horas. Ordinariamente sólo son estudiados días entre semana.

Un recuento completo de volúmenes (determinando el número de vehículos por tipo), es llevado a cabo en cada estación, al mismo tiempo que las entrevistas están siendo hechas. Esto permite extrapolar las entrevistas de la muestra para representar el 100% del tránsito

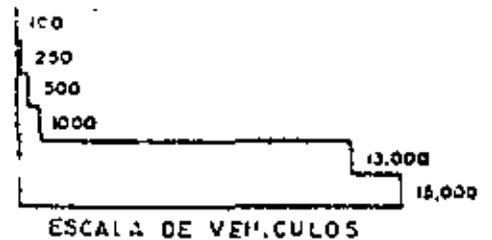
Además de estos recuentos de vehículos efectuados al tiempo de las entrevistas, se realizan recuentos continuos de 24 horas con contadores automáticos del tránsito, con registro horario, para suficientes días (al menos tres), con objeto de determinar el tránsito promedio diario durante el período del estudio. Los datos de volúmenes de las encuestas obtenidos en las 16 horas estudiadas, son entonces ampliados a 24 horas, conforme a estos datos. Por último, se anexan algunos ejemplos del movimiento de vehículos y peatones, en un estudio de O y D, en Matamoros, Tamps.

ANEXO 1

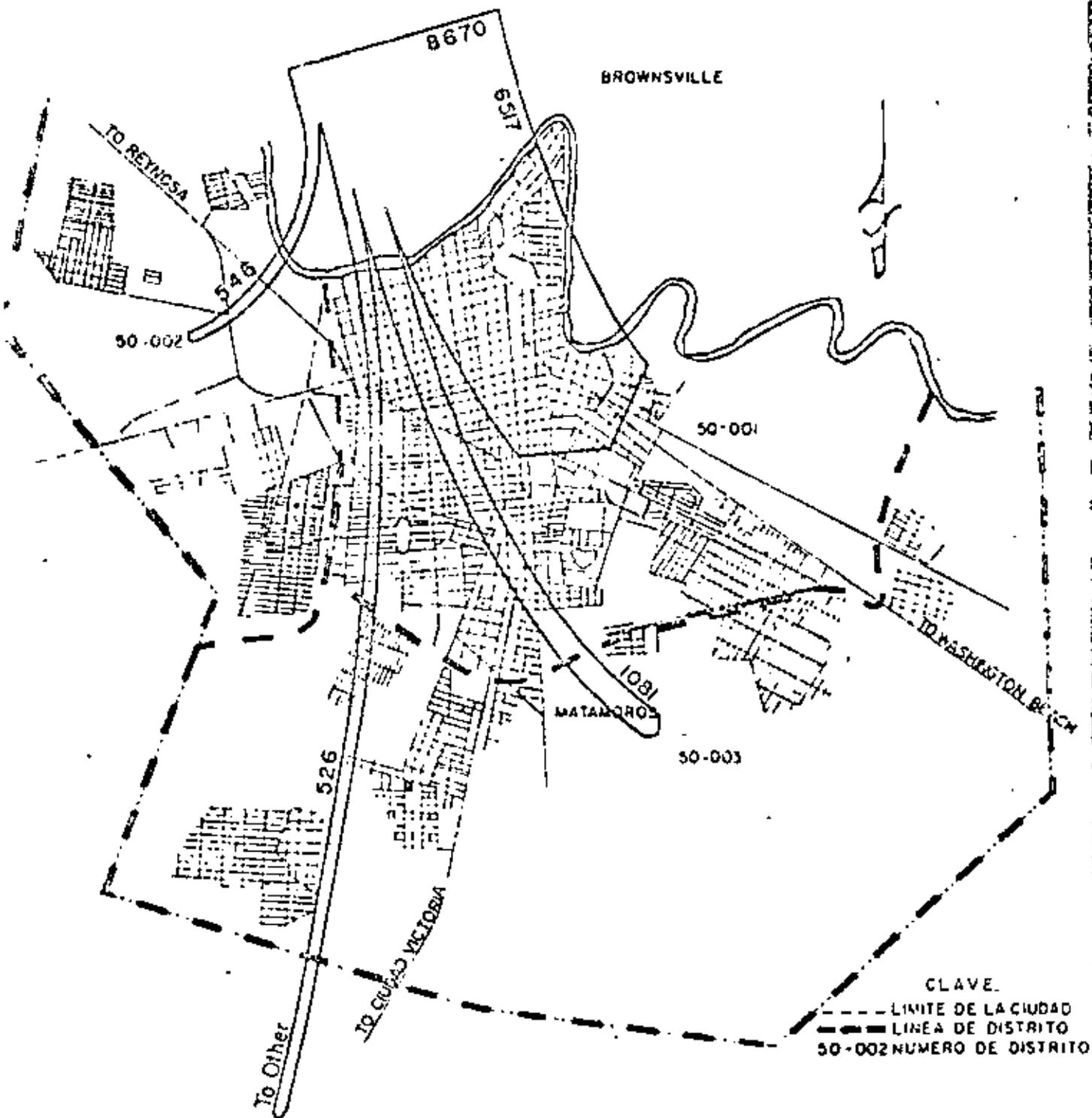
# MOVIMIENTO DE VEHICULOS HACIA MEXICO



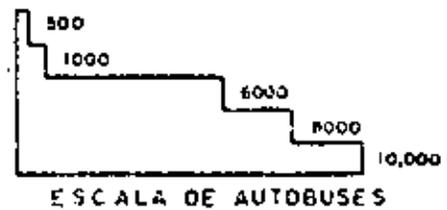
Datos obtenidos de un estudio de Transportación Urbana de Brownsville, patrocinada por la Cámara de Comercio de Brownsville, Texas año 1970



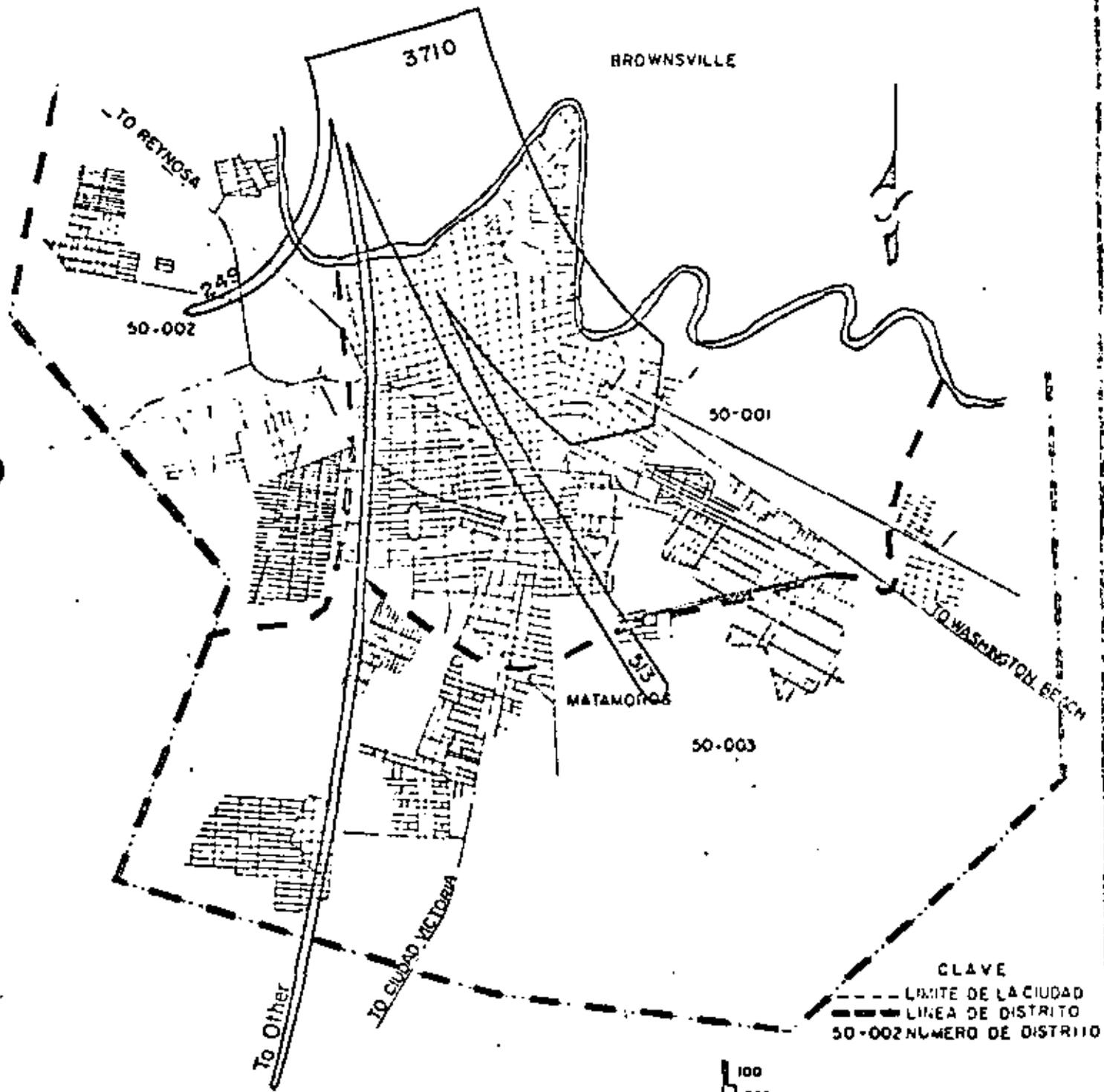
MOVIMIENTO DE AUTOBUSES DE PASAJEROS HACIA MEXICO



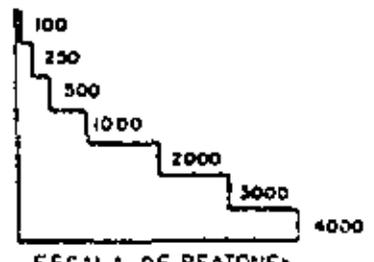
Datos obtenidos de un estudio de Transportación Urbana de Brownsville, patrocinada por la Cámara de Comercio de Brownsville, Texas año 1970



# ANEXO 2 MOVIMIENTO DE PEATONES HACIA MEXICO



Datos obtenidos de un estudio de Transportación Urbana de Brownsville, patrocinada por la Cámara de Comercio de Brownsville, Texas año 1970





## M O D E L O S

Uso del Terreno.— Responde "¿Donde estarán localizadas las diferentes actividades en la región analizada.?"

Generación de Viajes.— Contesta "¿Cuántos viajes se originarán o terminarán en las diferentes zonas de actividades.?"

Distribución de viajes.— Responde "¿Cuántos viajes serán realizados entre entre las zonas de actividades diferentes.?"

Uso de los medios de transporte.— Contesta "¿Porque medio de transporte se realizarán los viajes.?"

Asignación de tránsito.— Responde "¿Que rutas serán utilizadas, por los medios de transporte, debido a los viajes entre las diferentes zonas.?"

# MODELOS MATEMÁTICOS PARA DETERMINAR EL USO DEL SUELO

- 1.- Criterio o Análisis de Tendencias
- 2.- Método del Gradiente Densidad-Saturación.
- 3.- Modelo de Accesibilidad
- 4.- Modelo de oportunidad intermedio
- 5.- Modelo de regresión lineal múltiple.

MODELO DE ACCESIBILIDAD  
(Para pronóstico de uso de terreno)

$$G_i = G_t \frac{A_i^a V_i}{\sum_{i=1}^n A_i^a V_i}$$

Donde:

$G_i$  = Pronóstico de crecimiento para la zona  $i$

$G_t$  = Crecimiento regional total =  $\sum G_i$

$A_i$  = Índice de accesibilidad para la zona  $i$

$V_i$  = Terreno vacante disponible para residencias en la zona  $i$

$a$  = Constante determinada empíricamente

El índice de accesibilidad  $A_i = \sum_{j=1}^n E_j F_{ij}$  donde  $E_j$  = Medida de la actividad de la zona (Por ejemplo, la totalidad de empleos)

$F_{ij}$  = Factor de separación de viaje entre la zona  $i$  y la zona  $j$

$F_{ij} = \frac{1}{t_{ij}^b}$  ; donde  $t_{ij}$  = tiempos de viaje de la zona  $i$  a la zona  $j$  ;

$b$  = constante determinada empíricamente.

MODELO DE OPORTUNIDAD INTERMEDIO  
( Para pronóstico de uso de terreno)

$$A_j = A (e^{-\lambda \Theta} - e^{-\lambda (\Theta + \Theta_j)})$$

Donde:

$A_j$  = Número de viviendas que serán localizadas en la zona  $j$ .

$A$  = Número total de viviendas regionales que serán localizadas.

$\lambda$  = Probabilidad de que una viviendas serán localizada en una oportunidad dada.

$\Theta$  = Número de sitios posibles para construir una vivienda , ordenados en forma creciente, pero excluyendo la zona  $j$ .

$\Theta_j$  = Número de sitios posibles en la zona  $j$ .

## MODELO DE REGRESION LINEAL MULTIPLE

(Para pronóstico de uso de terreno)  
Suelo

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n$$

Donde :

Y = Una medida del cambio en el número de viviendas que ocurrirá en un intervalo de tiempo especificado de pronóstico desde la fecha del último dato posible.

$X_1, X_2, \dots, X_n$  = Variables independientes

$a_0, a_1, \dots, a_n$  = Coeficiente de regresión.

Las variables independientes pueden ser:

a) Terreno baldío

b) Valor del terreno

c) Accesibilidad a los empleos

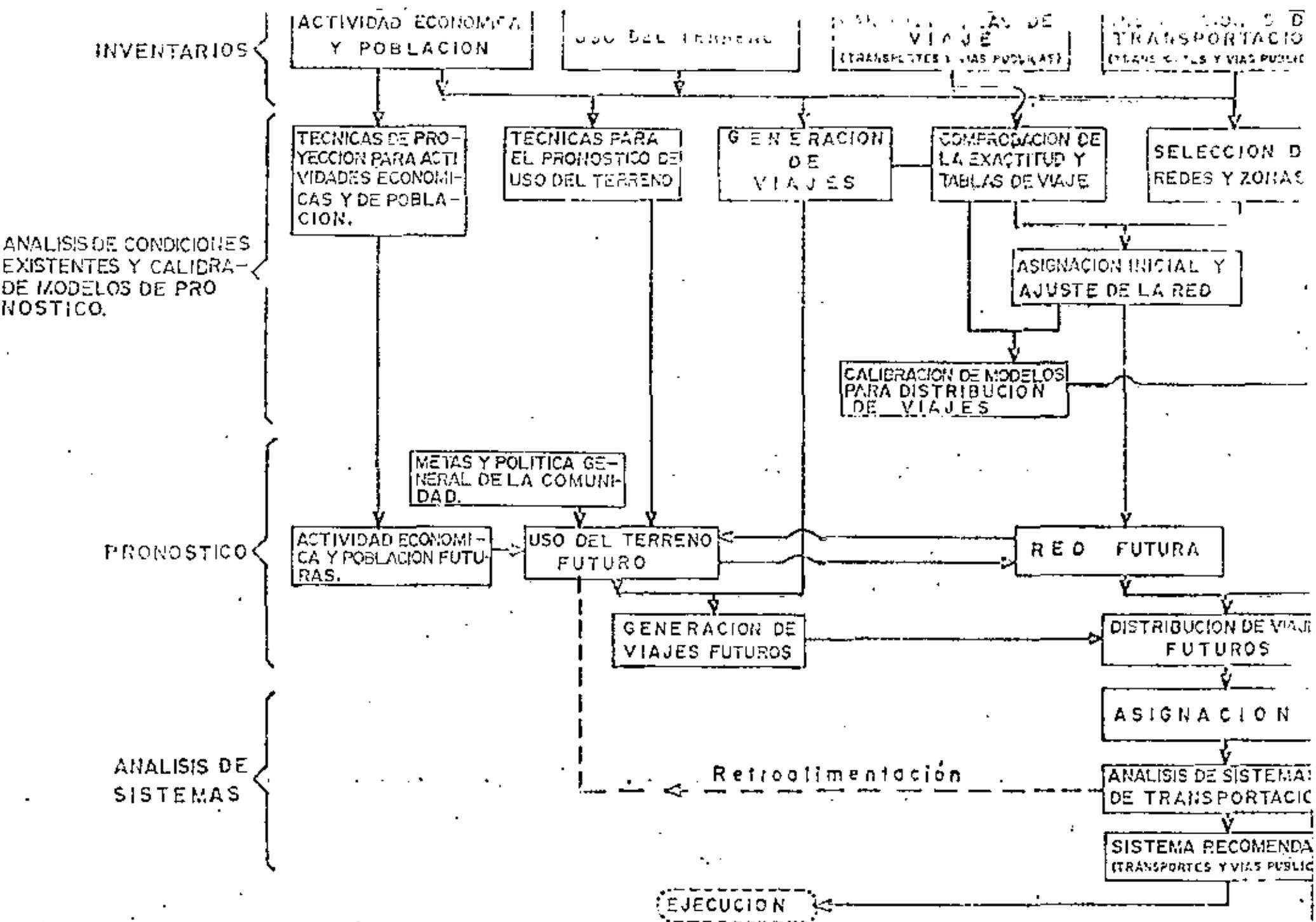
d) Índice de zonificación residencial (Un valor que es — igual a 1.0, si todo el terreno pertenece a una zonificación residencial y es igual a 0.0 si el terreno no es — una zona residencial.)

e) Medidas de:

Tamaño de la zona

Población de la zona

Cantidad de terreno dedicado a usos varios  
zona de empleo



EL PROCESO DE PRONOSTICO DE VIAJES URBANOS

## DEFINICION DE ALGUNOS TERMINOS USADOS COMUNMENTE EN TRANSPORTACION

- 1) Origen.- El lugar donde se inician los viajes.
- 2) Destino.- El lugar donde terminan los viajes.
- 3) Viaje.- Movimiento en un sentido entre un origen y un destino, independientemente de la longitud o distancia.
- 4) Extremo de un viaje.- Cualquier punto de origen o destino de un viaje.
- 5) Viaje interno o local.- Un viaje que tiene tanto su origen como su destino dentro del área en estudio.
- 6) Viaje de paso.- Un viaje que tiene su origen y destino fuera del área en estudio.
- 7) Cordón.- Una línea imaginaria que define la frontera del área en estudio.
- 8) Línea de deseo.- Una línea recta que une centroides de zona y que representa los viajes que tienen lugar entre las zonas. El ancho de la línea de deseo se dibuja proporcional al número de viajes entre las zonas.
- 9) Línea divisoria.- Una línea establecida para dividir el área de estudio en partes, con objeto de comprobar la exactitud de los datos del estudio de O. y D.

## MÉTODOS PARA REALIZAR ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO

- 1) Encuesta a conductores en el camino
- 2) Tarjetas postales a conductores
- 3) Lectura de placas de vehículos en movimiento
- 4) Etiqueta sobre el vehículo
- 5) Lectura de placas de vehículos estacionados
- 6) Encuestas domiciliarias
- 7) Cuestionario postal a propietarios de vehículos
- 8) Cuestionario de empleado
- 9) Cuestionario para terminal de transporte público
- 10) Cuestionario del pasajero del transporte público
- 11) Método de síntesis
- 12) Estudio integral de origen y destino

## ZONIFICACION DE UNA CIUDAD PARA ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO

### I) SECCIONES o SECTORES

Un sector incluye el área del centro de la ciudad — (sector O), mientras que los otros son generalmente — cuneiformes, con la punta de la cuña tocando o acercándose al sector O.

### II) DISTRITOS

Cada sector es subdividido en no más de diez distri — tos de forma razonablemente cuadrada o rectan — gular, los cuales definen zonas mayores de carac — terísticas de uso semejante de la tierra.

### III) ZONAS

Los distritos se subdividen en zonas, otra vez cua — dradas o rectangulares. Las zonas típicas en el — centro de la ciudad pudieran incluir de 6 a 10 — manzanas; en el área marginal, alrededor del cen — tro de 25 a 50 manzanas y en áreas alejadas, más de 100 manzanas.

INFORMACION ADICIONAL DE UN ESTUDIANTE  
DE ORIGEN Y DESTINO

A) PROPOSITOS DEL VIAJE.

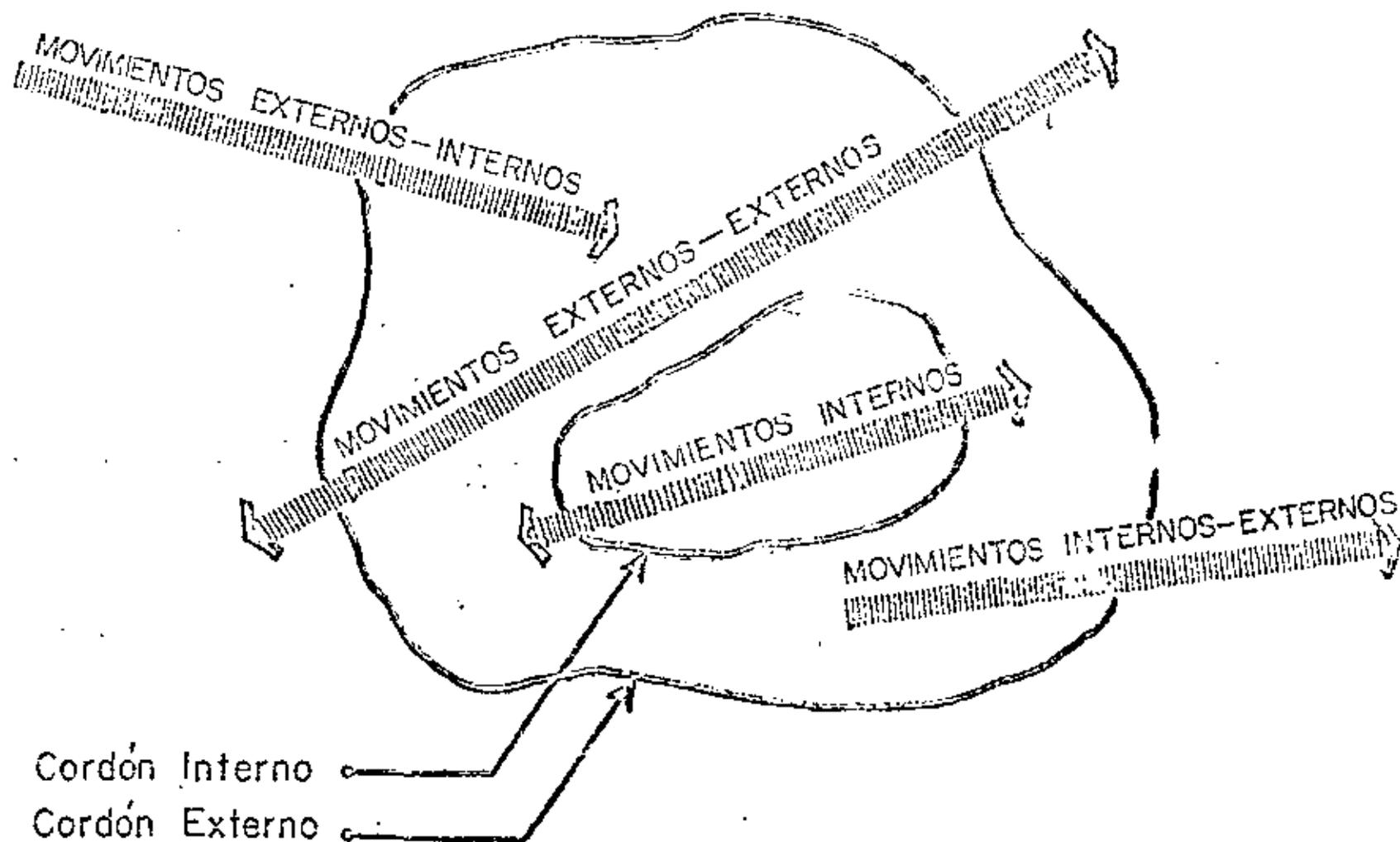
B) DATOS SOCIOECONOMICOS AFINES A LA  
REALIZACION DE LOS VIAJES.

**INFORMACION BASICA DE UN ESTUDIO DE**  
**ORIGEN Y DESTINO**

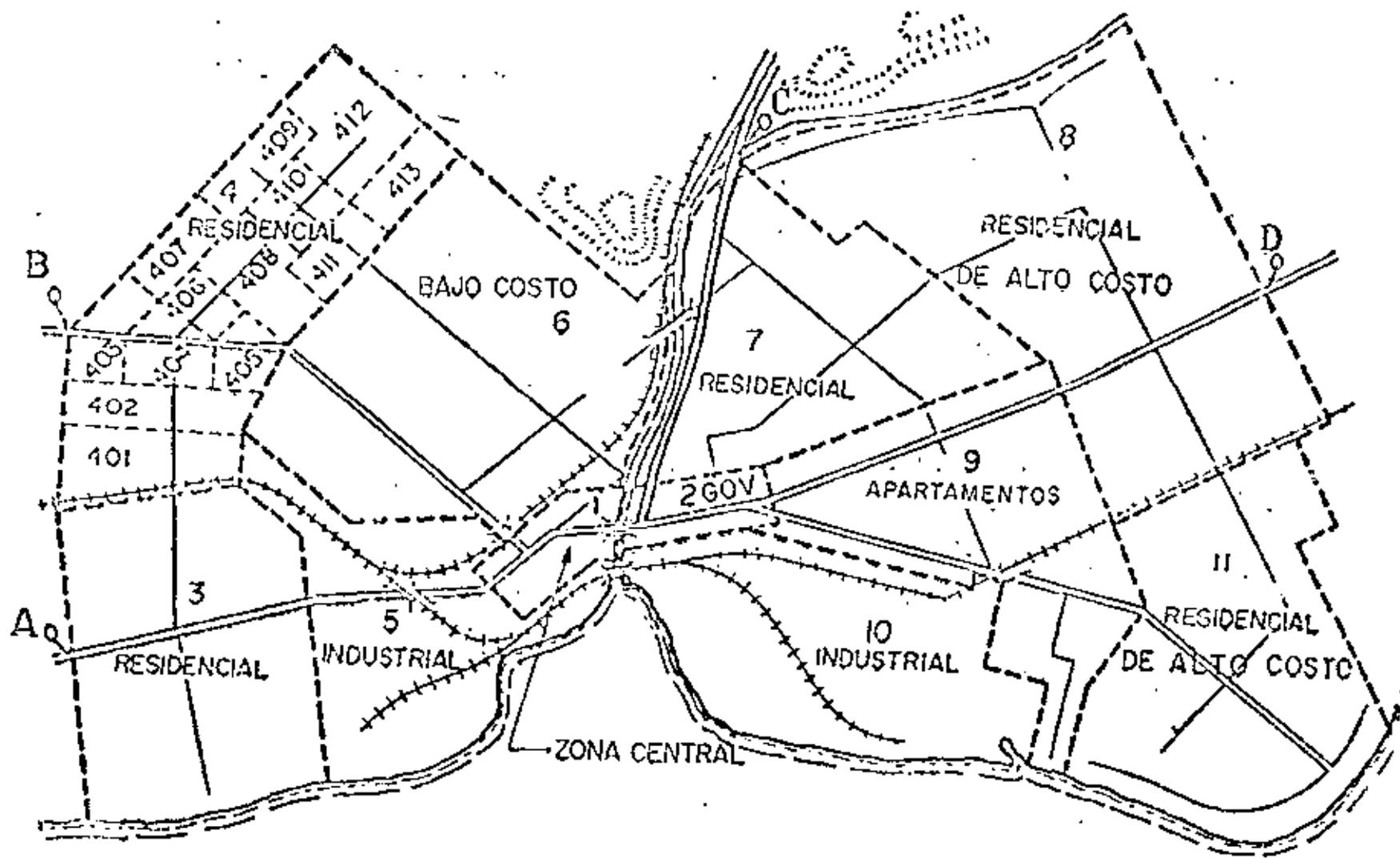
**1.- INFORMACION DE ORIGENES Y DESTINOS DE LOS VIAJES**

**2.- HORAS DEL DIA EN LAS QUE SE REALIZAN LOS VIAJES**

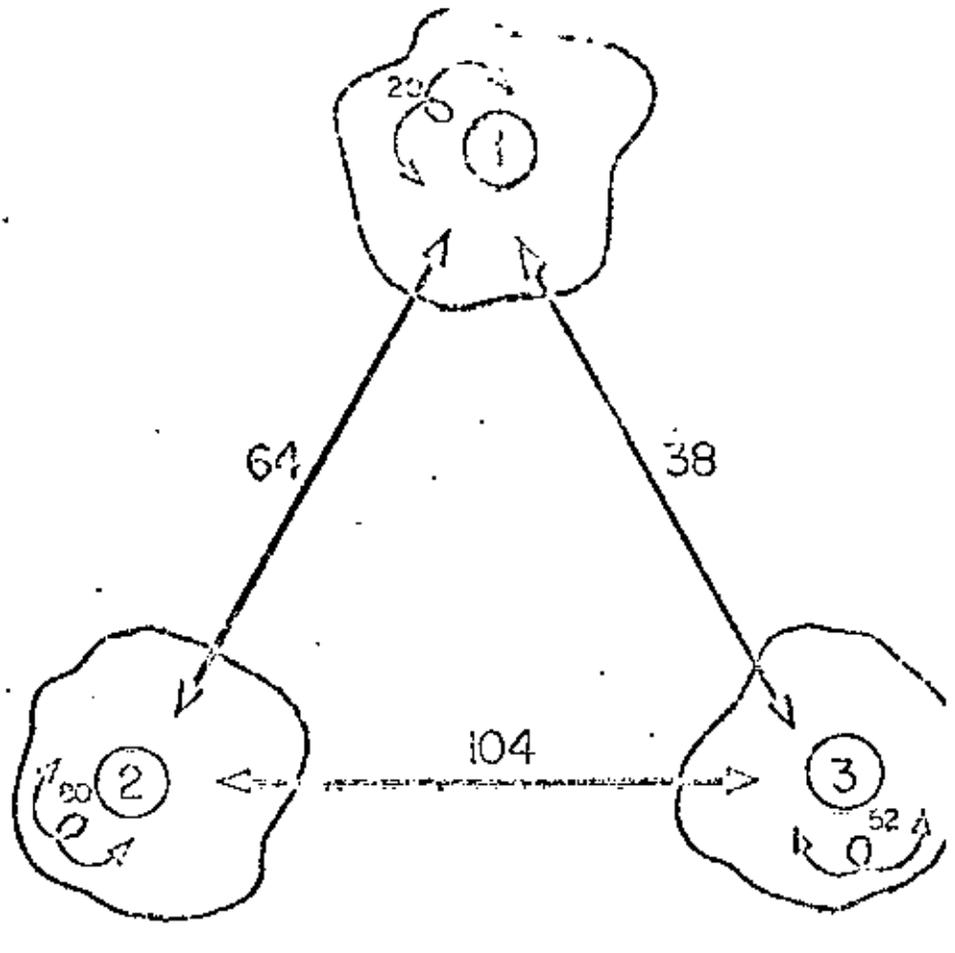
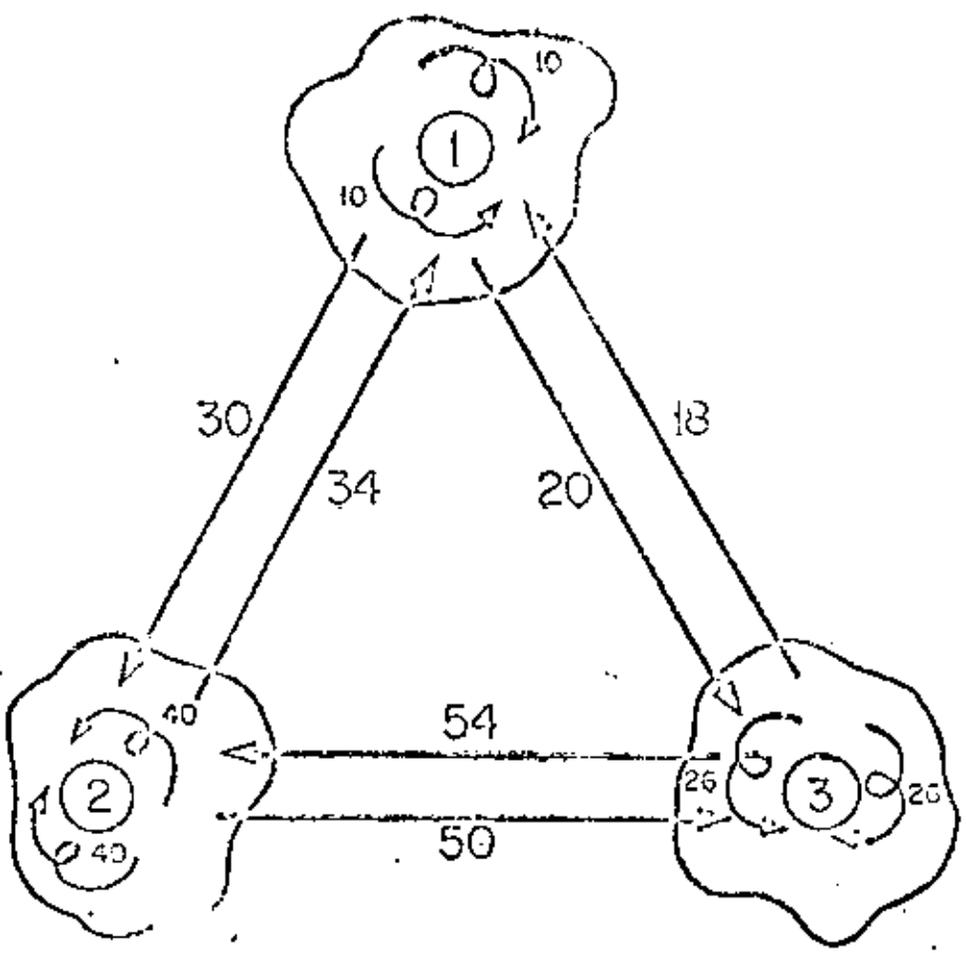
**3.- MODO DE VIAJE**



REPRESENTACION DIAGRAMATICA DE LOS MOVIMIENTOS BASICOS PARA LOS QUE SE RECOPILAN DATOS EN EL PROCESO DE PLANIFICACION DEL TRANSPORTE ..



DISTRITOS Y ZONAS PARA UN ESTUDIO DE O-D PARA UNA CIUDAD HIPOTETICA



①, ②, ③ Número de zona

10, 40, 26, 34, 54 ..... viajes en un sentido.

20, 64, 38, 104 ..... viajes en ambos sentidos

VIAJES QUE GRÁVITAN SOBRE LAS ZONAS

Viajes vehiculares

Desde (origen) La zona	A la zona (Destino)			N de viajes desde la zona
	1	2	3	
1	10	30	20	60
2	34	40	50	124
3	18	54	26	98
N de viajes a la zona	62	124	96	

Tabla rectangular para datos de origen y destino internos.

Viajes vehiculares

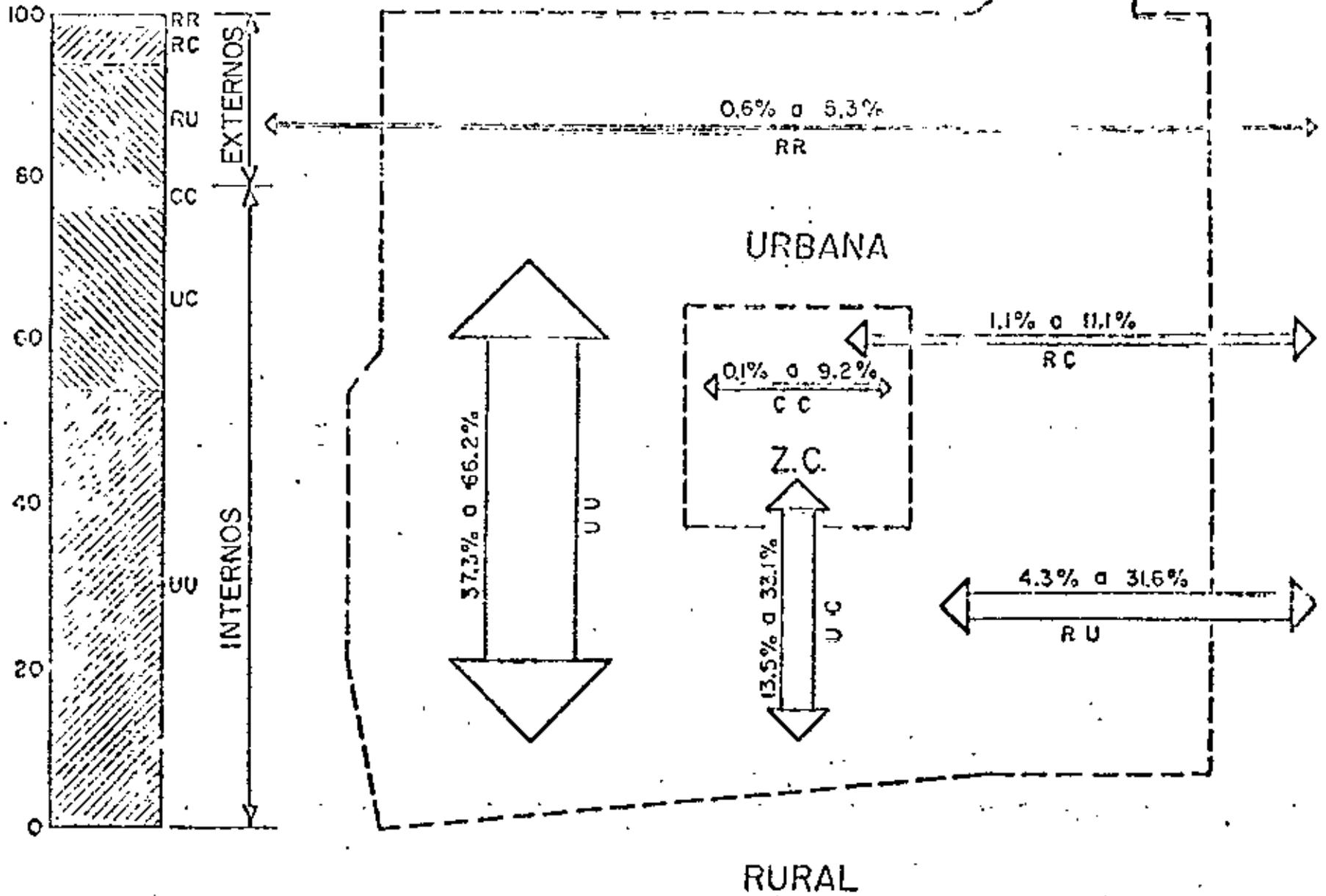
Entre zonas			
	1	2	3
1	20	64	38
2		80	104
3			50

Tabla triangular para datos de origen y destino internos.

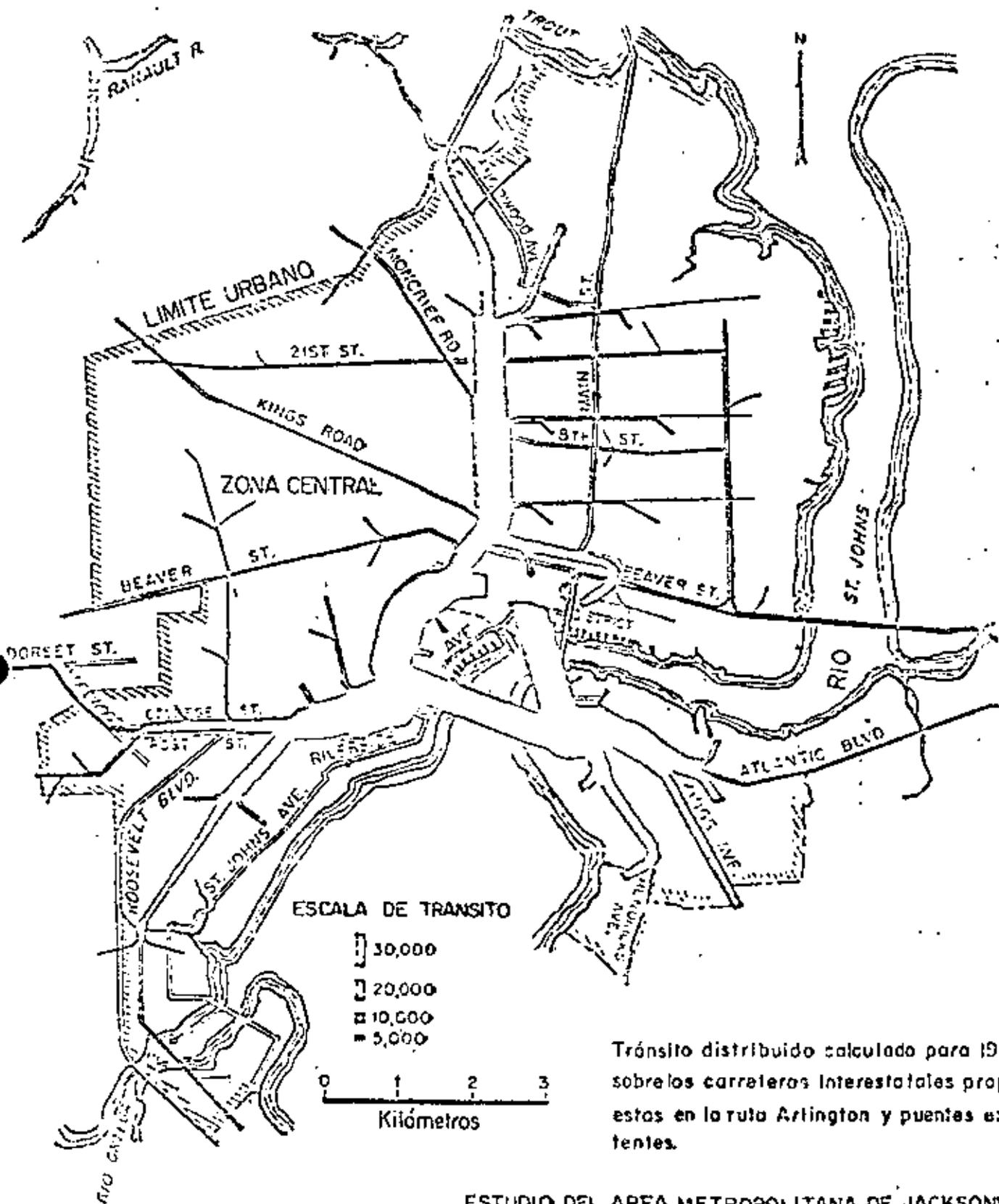
Fuente: Louis J. Pignataro. Traffic Engineering. (Theory and Practice. Ed 1973 pag.60)

EJEMPLOS HIPOTETICOS DE MATRICES DE ORIGEN Y DESTINO.

PORCIENTO PROMEDIO DEL TOTAL DE VIAJES EN CADA CLASE



SEIS CLASES BASICAS DE TRANSITO EN LA VECINDAD DE UNA AREA METROPOLITANA

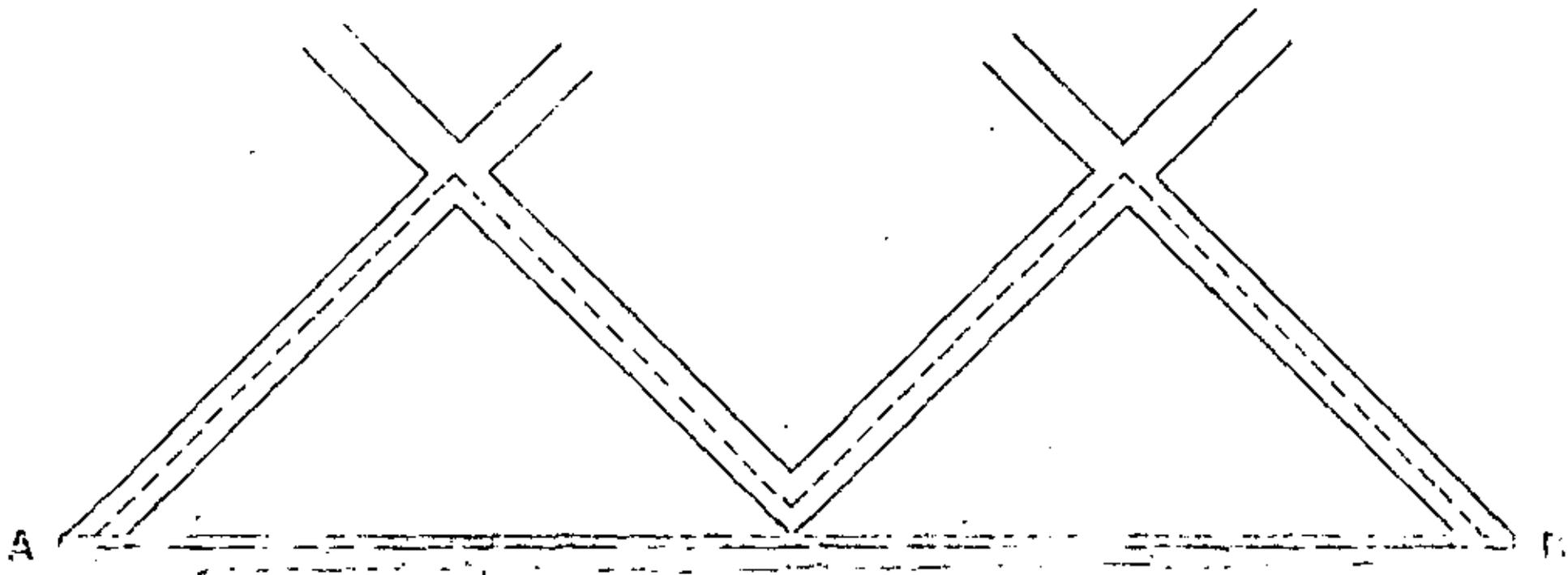


Tránsito distribuido calculado para 1965 sobre los carreteros Interestatales propuestos en la ruta Arlington y puentes existentes.

ESTUDIO DEL AREA METROPOLITANA DE JACKSONVILLE

PRESENTACION TIPICA DE BANDAS DE FLUJO PARA DATOS DE O-D

( De "Interstate Highway Plan for Jacksonville, Florida, Florida State Road Department, Tallahassee, 1945, plate 29." )

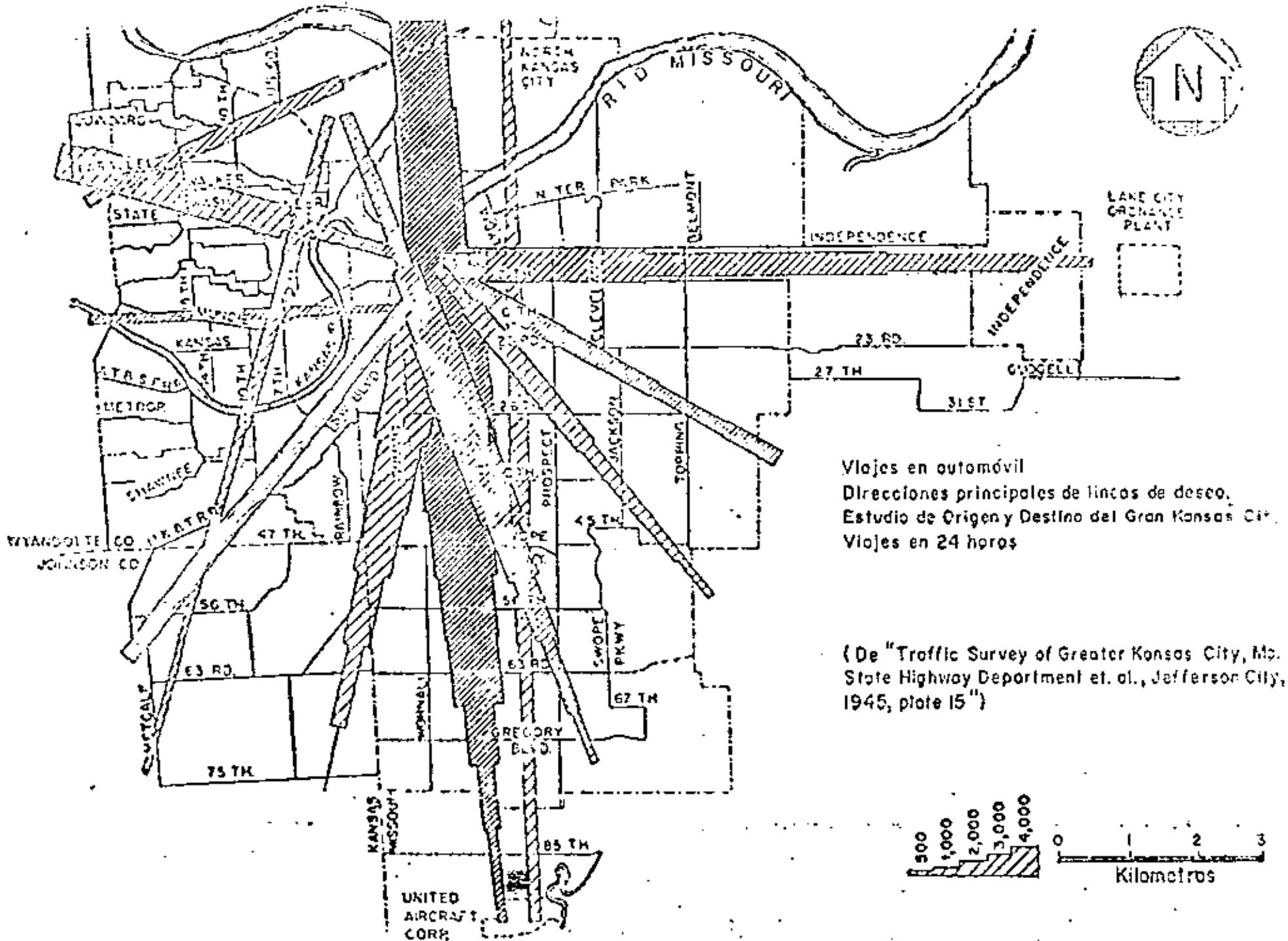


Linea de deseo de A a B el ancho de la banda indica la intensidad de la demanda.

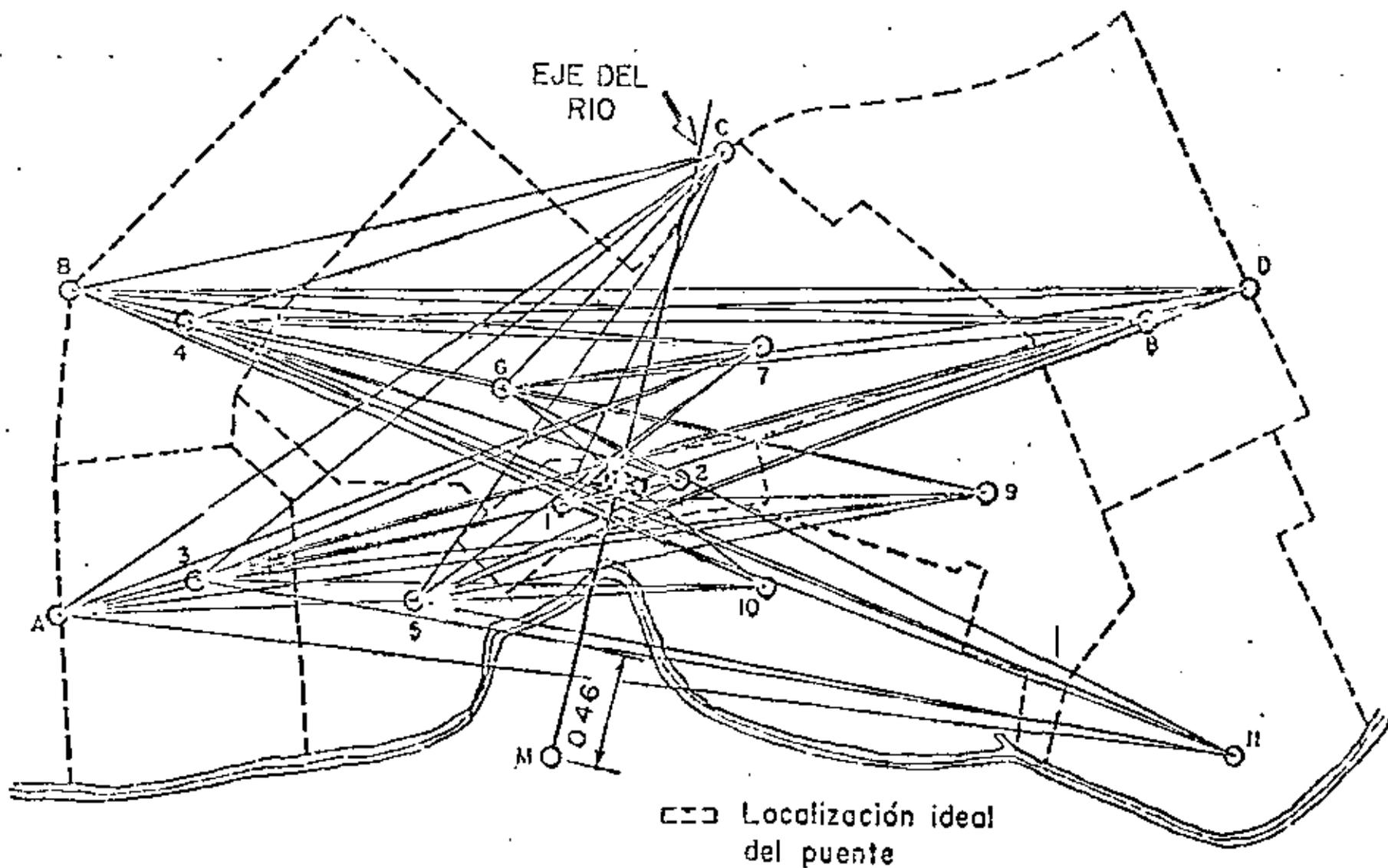


PRESENTACION TIPICA DE COLUMNAS DE DATOS DE O-D

(From New Haven Parking Study, Connecticut State Highway Department, Hartford, 1947, Fig. 9)



PRESENTACION TIPICA DE LINEAS DE DESEO PARA DATOS DE O-D

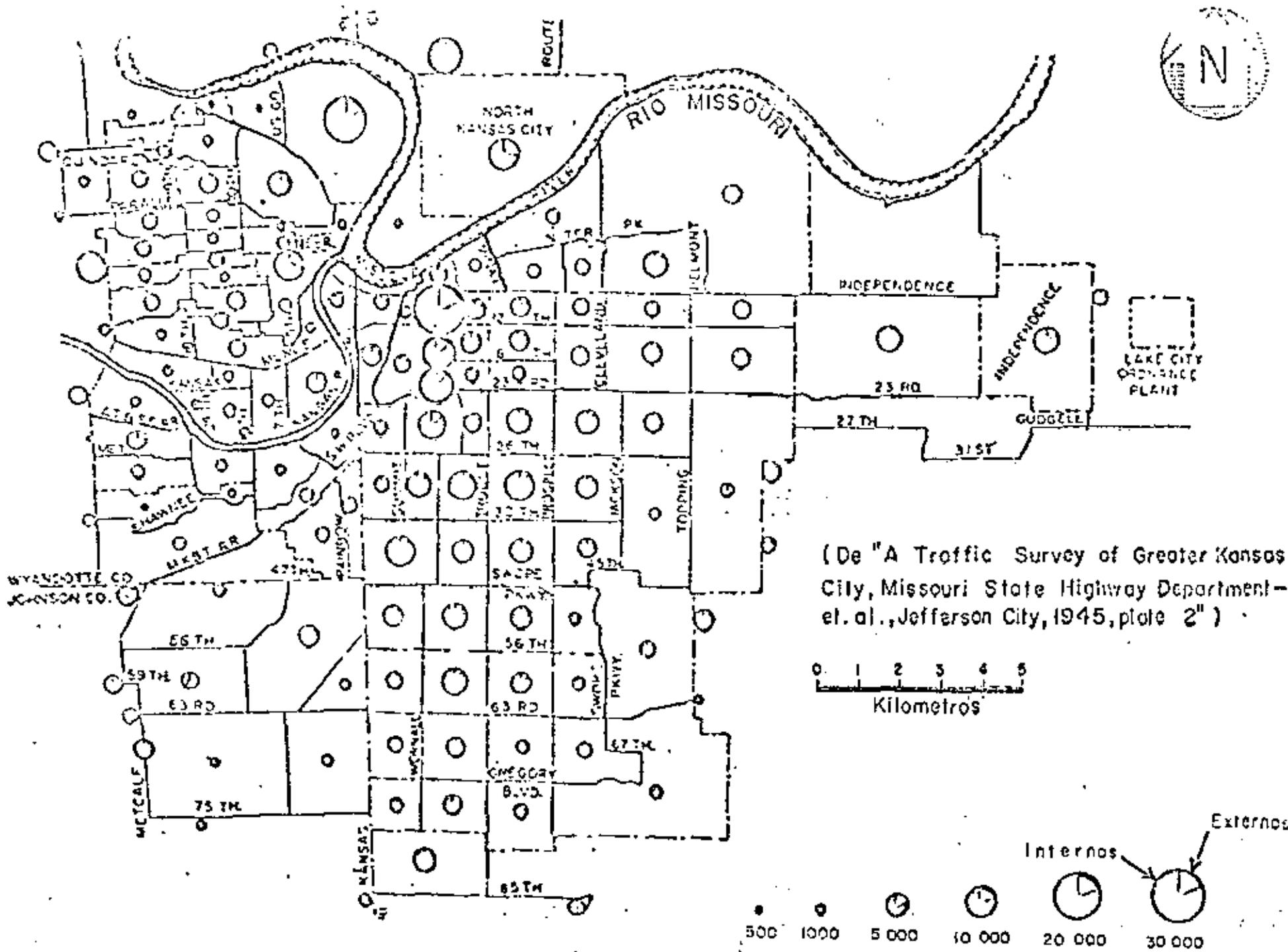


LOCALIZACION DE UN PUENTE POR EL METODO DE MOMENTOS

## USO DE LOS DATOS DE ORIGEN Y DESTINO

Los estudios de origen y destino permiten al ingeniero de Tránsito determinar:

- 1.- Las demandas de viaje sobre los sistemas de transportación existentes o futuros.
- 2.- Estacionamiento existentes y otro tipo de terminales adecuadas.
- 3.- Sistemas adecuados de transportación masiva existentes.
- 4.- La ubicación más conveniente de nuevos puentes e instalaciones terminales.
- 5.- La posibilidad de rutas de libramiento.
- 6.- La información necesaria para planificación, ubicación y proyecto de sistemas de calles, vías rápidas, autopistas nuevas y mejoradas.
- 7.- La información necesaria para la planificación, ubicación y proyecto de sistemas de transportación masiva, nuevos o mejorados.
- 8.- Rutas para tránsito de paso y rutas de camiones.
- 9.- Estimación del uso probable de rutas, líneas de autobuses y terminales nuevas o mejoradas.
- 10.- Características de viaje para diferentes tipos de uso de terreno.
- 11.- Los medios para estimación de patrones de viaje futuros y demandas de transportes.
- 12.- Fijar prioridades de construcción y establecer soluciones económicas para programas de mejoramiento.



REPRESENTACION TIPICA DE DIAGRAMA DE SECTORES PARA DATOS DE O-D.

## METODO DE ASIGNACION POR CAPACIDAD RESTRINGIDA

$$T = T_0 \left[ 1 + 0.15 \left( \frac{\text{volumen asignado}}{\text{capacidad práctica}} \right)^4 \right]$$

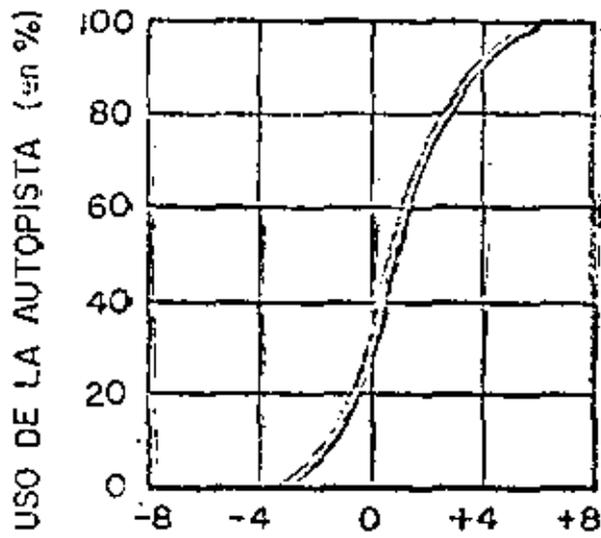
Donde:

T = Tiempo de recorrido en el cual el volumen asignado puede viajar sobre el eslabón apropiado.

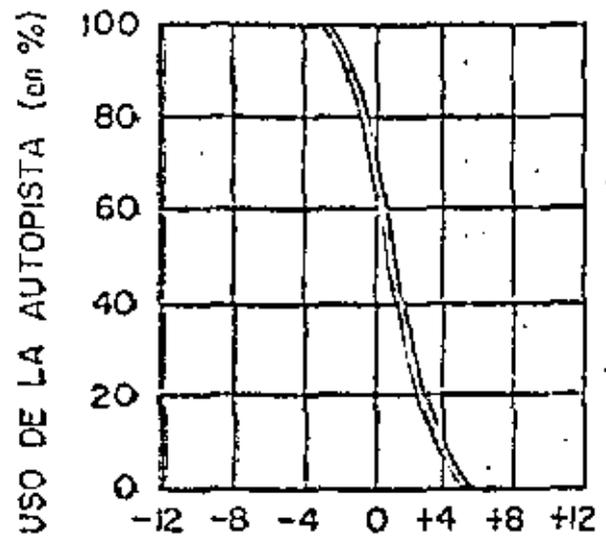
T<sub>0</sub> = Tiempo de recorrido en base a un volumen cero, el cual es igual al tiempo de viaje de la capacidad práctica X 0.87.

NOTA: Usando esta ecuación es posible determinar la velocidad a la que teóricamente podría ser conducido el volumen asignado.

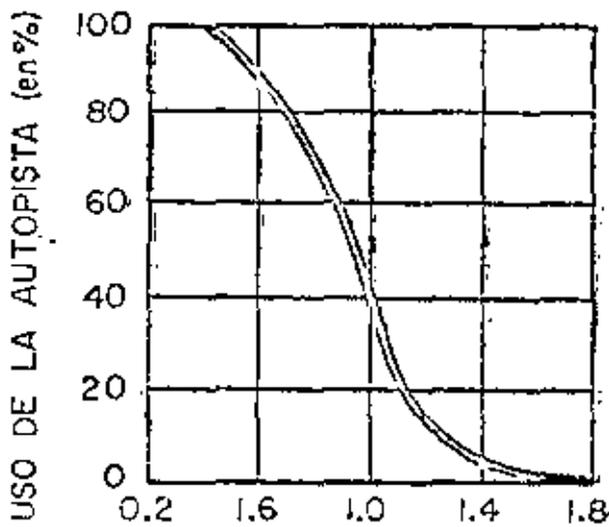
Fuente: Michael J. Bruton. Introduction to Transportation Planning.  
Ed. 1970. pág. 87..



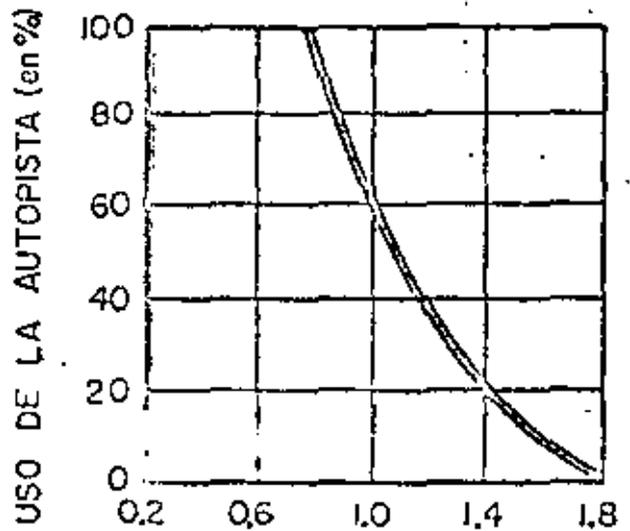
AHORRO DE TIEMPO DE RECORRIDO (en min)



AHORRO EN DISTANCIA (en km)

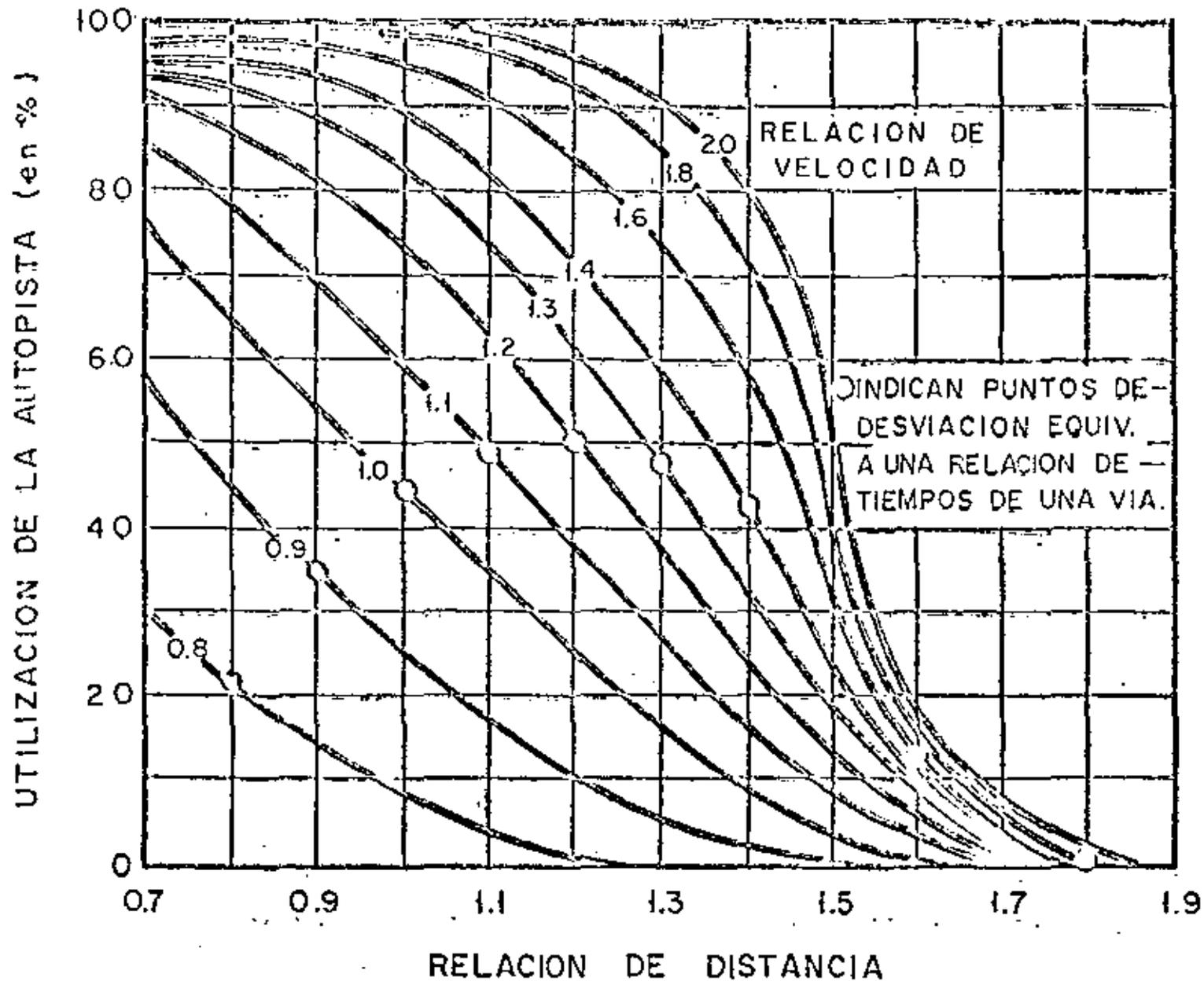


RELACION DE TIEMPO DE RECORRIDO



RELACION DE DISTANCIA

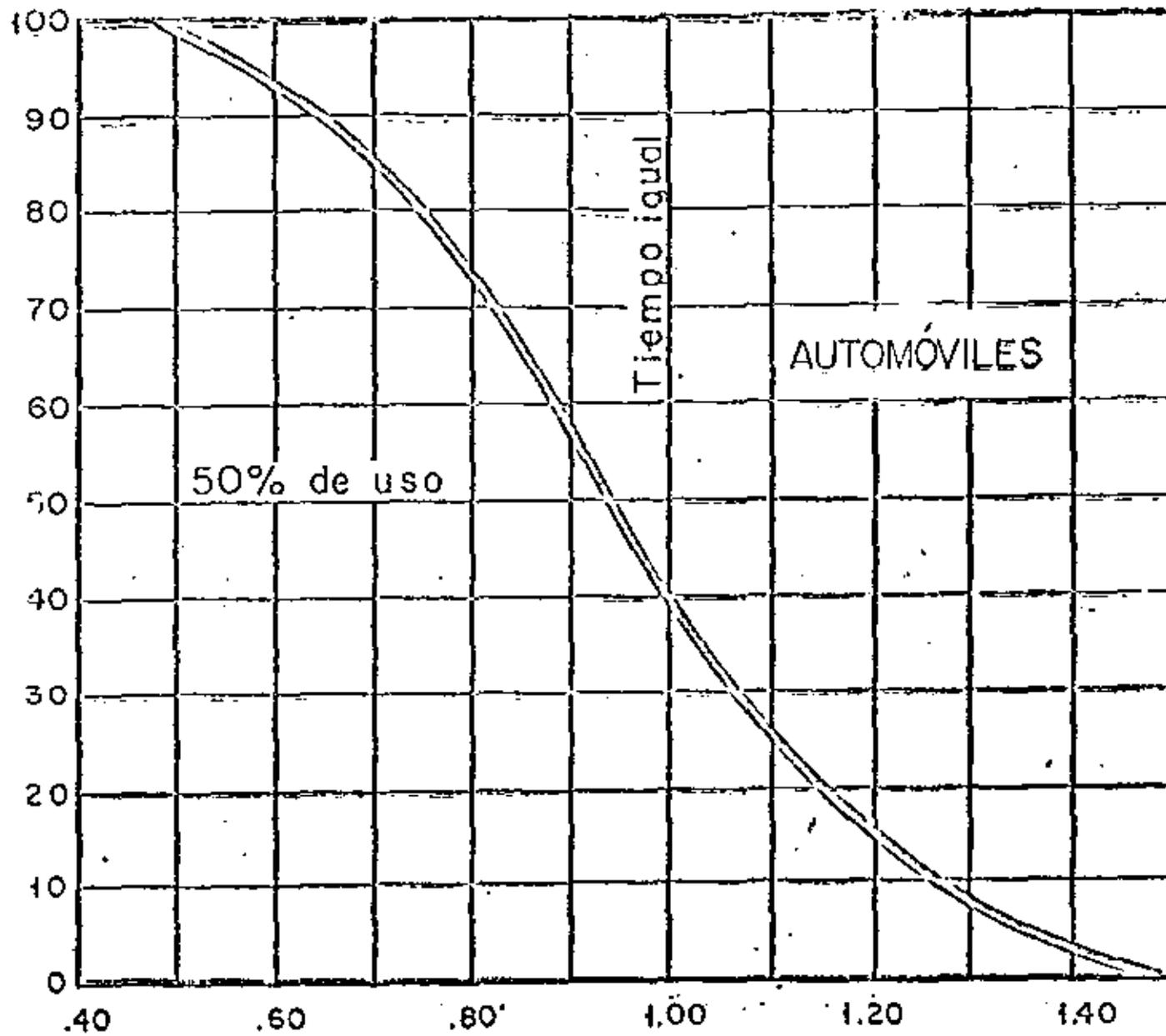
CURVAS DE DESVIACION TIPICAS  
(basado en datos de Norteamerica)



CURVAS DE DESVIACION CON RELACIONES DE VELOCIDAD Y DISTANCIA

Fuente: Detroit Metropolitan Area Traffic Study (1956)

USO DE ZONA A ZONA DE LA AUTOPISTA EN %  
( Vehículos que usan la autopista ÷ vehículos que usan todas las rutas )



RELACION DE TIEMPO DE RECORRIDO

( Tiempo en la autopista ÷ tiempo utilizado en la vía más rápida )

CURVA DE DESVIACION DEL BUREAU OF PUBLIC ROADS.

RELACION TIEMPO - RECORRIDO  
( Desarrollado por National Capital Transportation Agency )

$$RTR = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{X_6 + X_7 + X_8}$$

Donde:

- X<sub>1</sub> = Tiempo utilizado en vehículos de transporte público.
- X<sub>2</sub> = Tiempo utilizado en el cambio de un vehículo de transporte público a otro.
- X<sub>3</sub> = Tiempo utilizado en espera de un vehículo de transporte público.
- X<sub>4</sub> = Tiempo utilizado para caminar al vehículo de transporte público en el origen.
- X<sub>5</sub> = Tiempo utilizado para caminar del vehículo de transporte público al destino.
- X<sub>6</sub> = Tiempo utilizado en el manejo de automóvil.
- X<sub>7</sub> = Tiempo utilizado en estacionar el automóvil en el destino.
- X<sub>8</sub> = Tiempo utilizado en caminar desde el automóvil estacionado al destino.

## RELACION COSTO - VIAJE

$$RCV = \frac{X_9}{(X_{10} + X_{11} + 0.5 X_{12}) / X_{13}}$$

DONDE:

$X_9$  = Tarifa del transporte público.

$X_{10}$  = Costo del combustible.

$X_{11}$  = Costo del aceite.

$X_{12}$  = Costo del estacionamiento.

$X_{13}$  = Ocupación promedio del automóvil.

Fuente: Michael J. Bruton, Introduction to  
Transportation Planning Ed. 1970  
pág. 160-161.

MODELO DE USO DE MEDIOS DE TRANSPORTE  
(Antes de la distribución de viajes)

$$Y = a_0 + a_1 \log x_1 + a_2 \log x_2 + a_3 \log x_3 + a_4 \log x_4 + a_5 \log x_5 + a_6 \log x_6 + a_7 \log x_7$$

Donde:

Y = Porcentaje del total de viajes al trabajo por el transporte público.

X<sub>1</sub> = Relación Tiempo-Viaje.

X<sub>2</sub> = Relación Costo-Viaje.

X<sub>3</sub> = Propietarios de automóviles.

X<sub>4</sub> = Índice del tamaño de la familia.

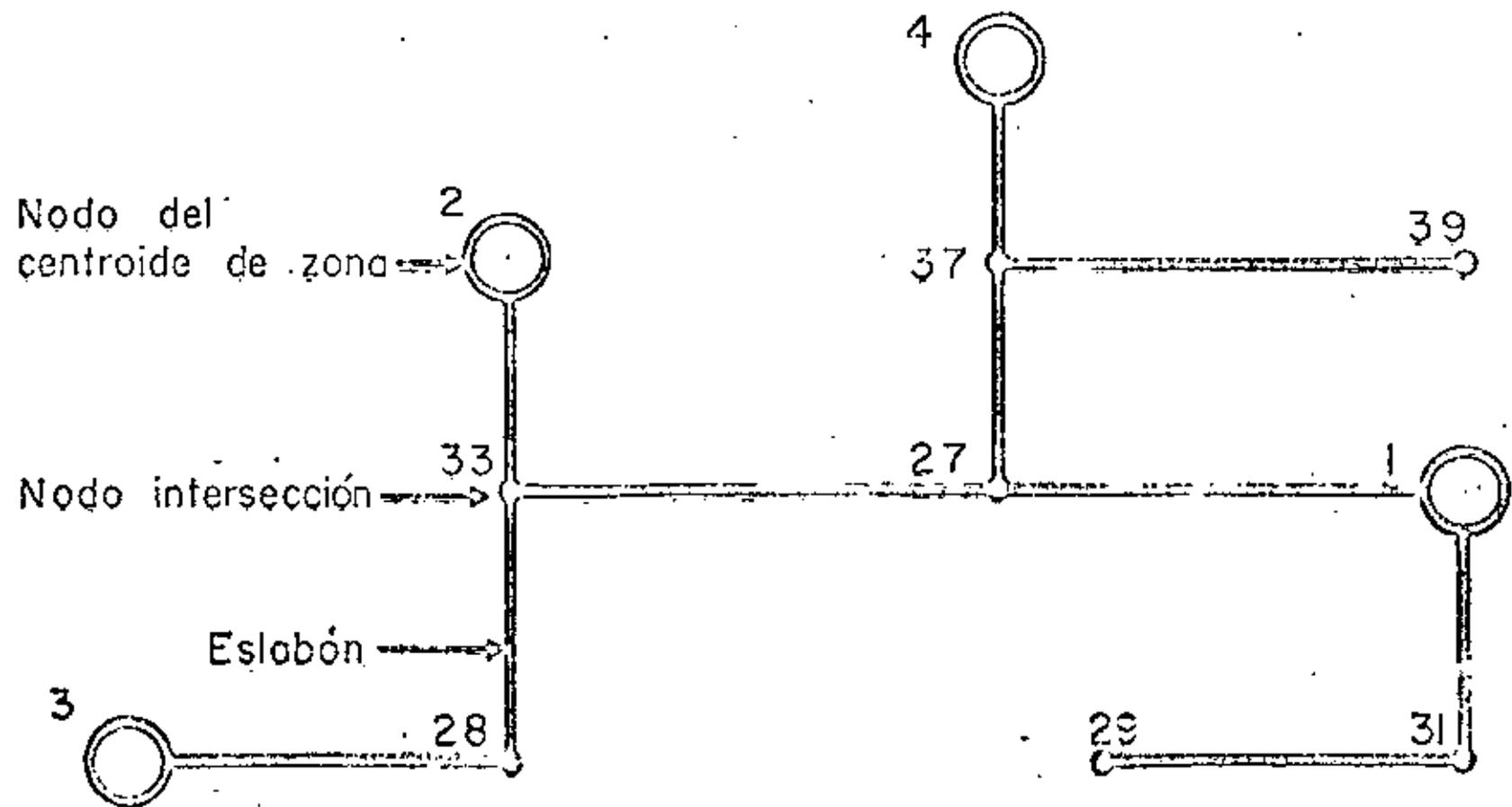
X<sub>5</sub> = Índice de clase económica.

X<sub>6</sub> = Longitud de viaje.

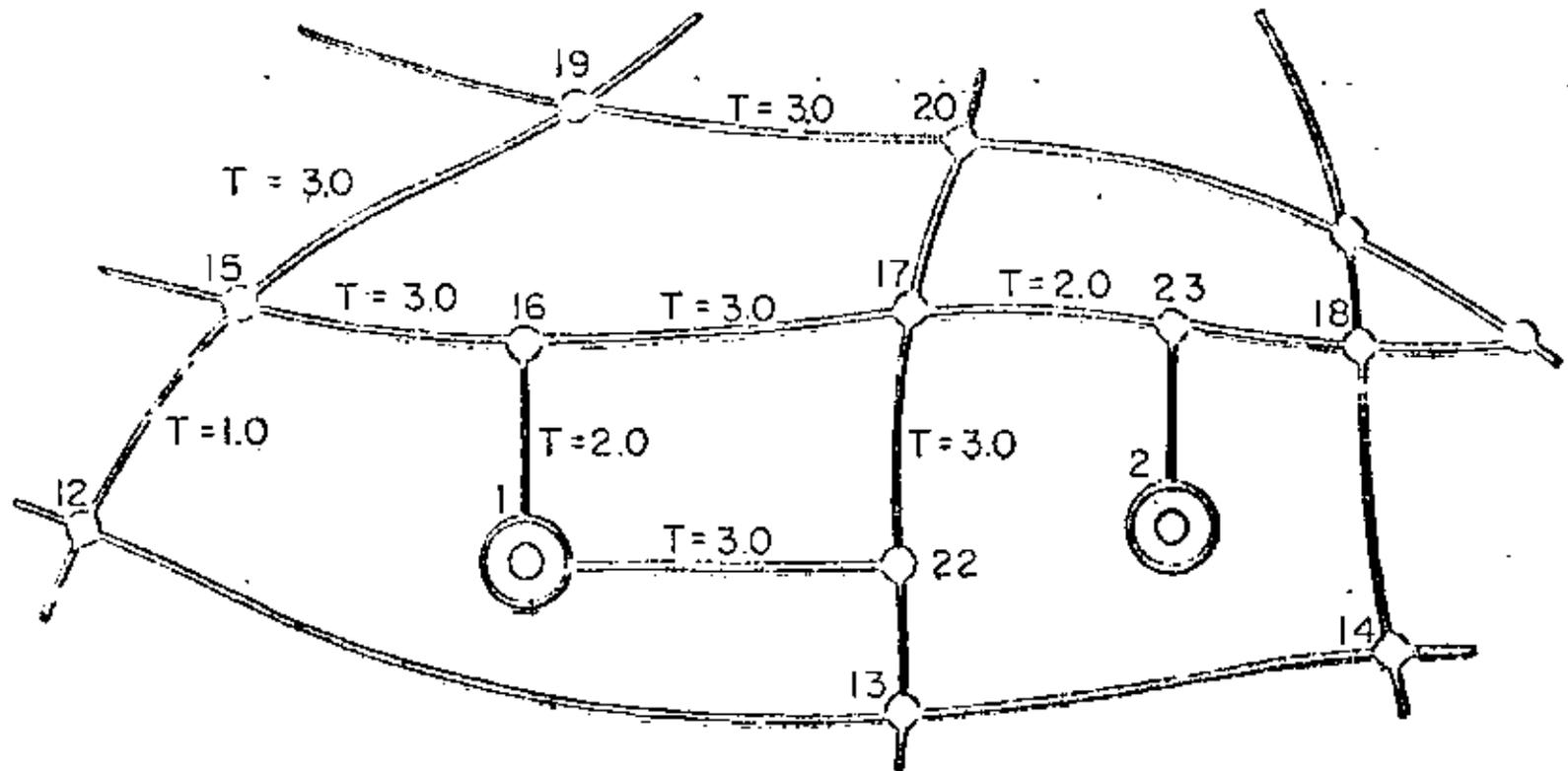
X<sub>7</sub> = Porcentaje de mujeres en la población empleada.

NOTA: Este modelo se usa cuando el transporte masivo sirve adecuadamente a la región.

Fuente: Michael J., Bruton. Introduction to Transportation Planning  
Ed. 1970. - Pág. 163.



DESCRIPCION DE UNA RED VIAL—ESLABONES Y NODOS



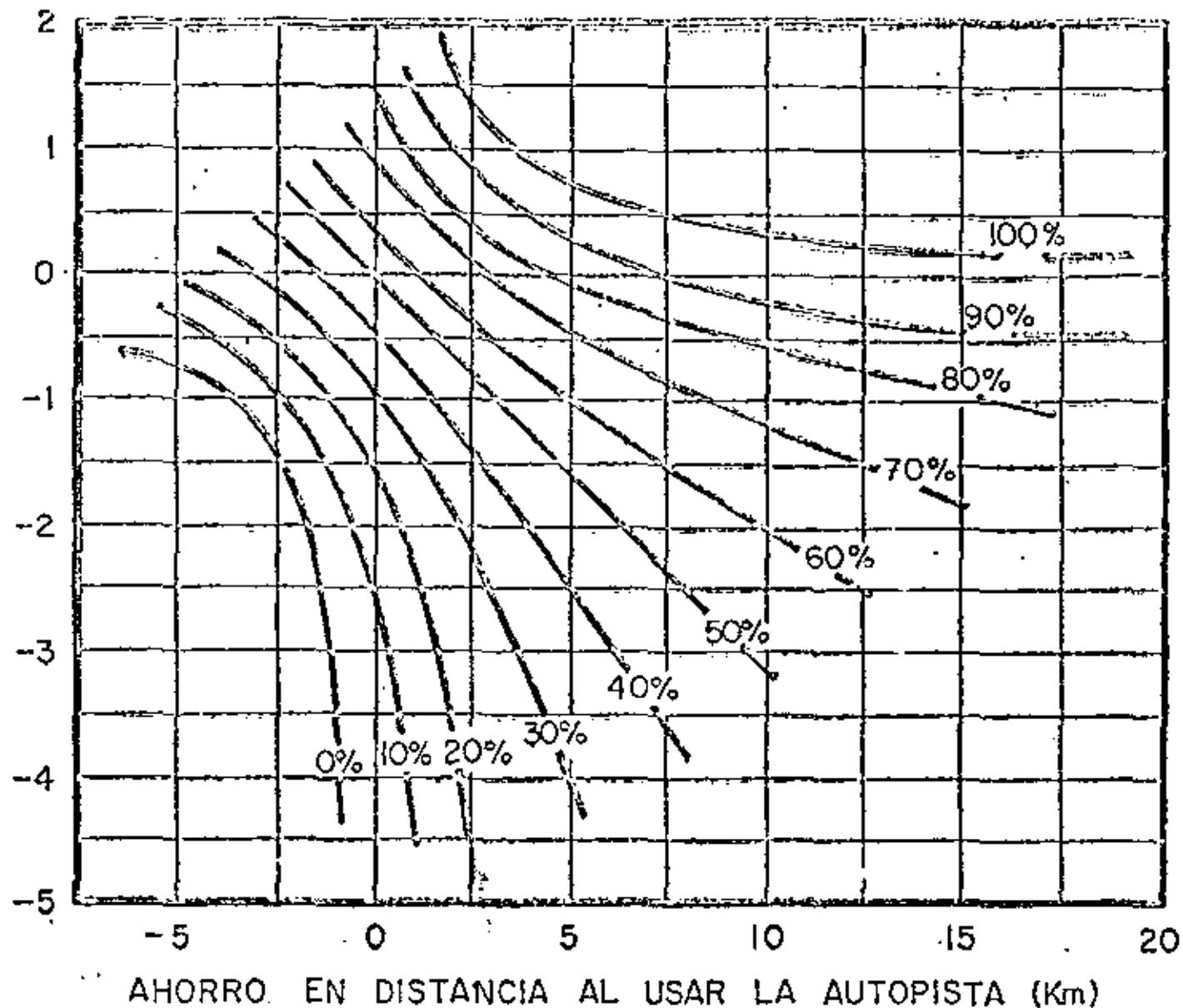
$T = 7.0$  Tiempo en estabón (en min)

 — Nodo centroidal de zona

 — Nodo de intersección.

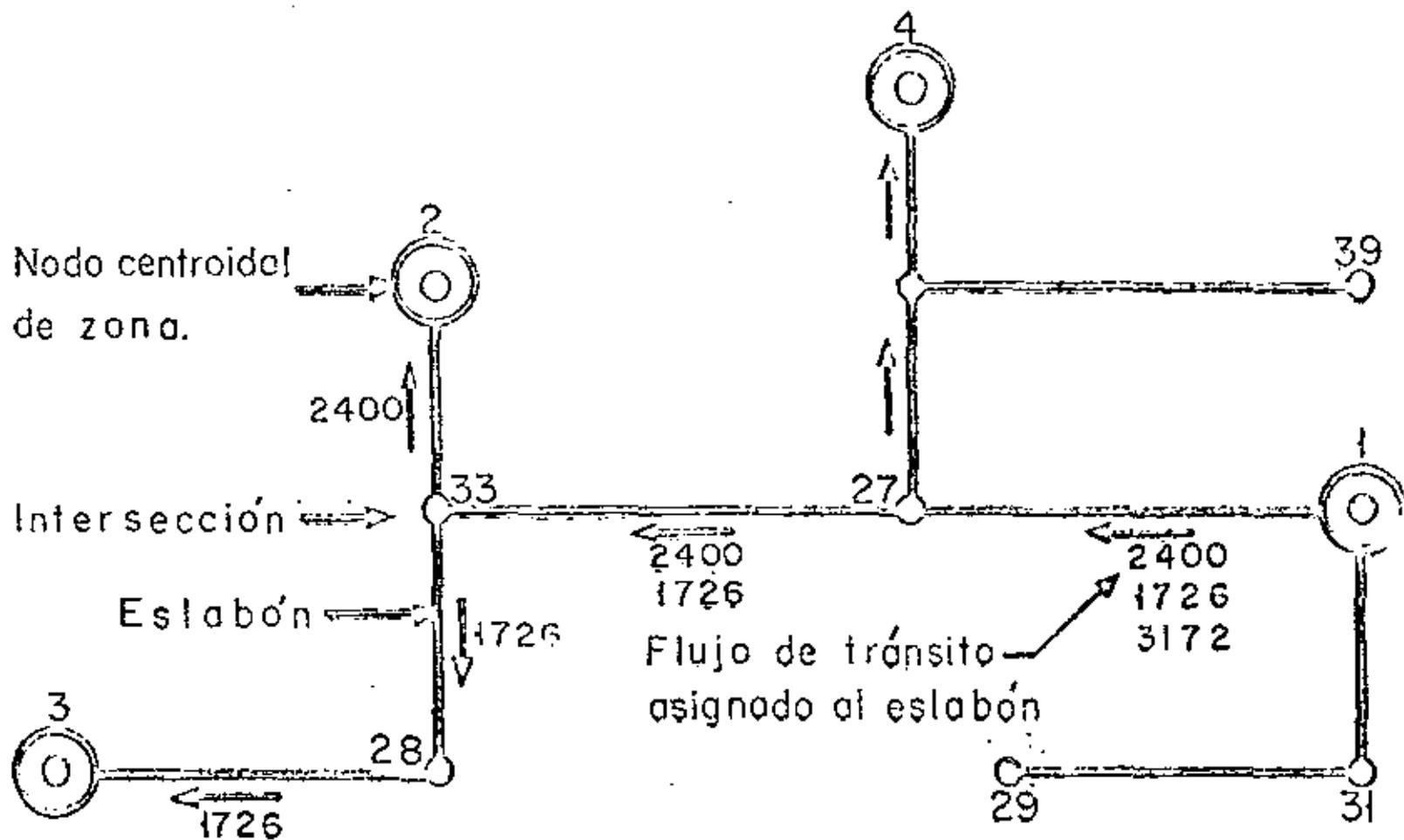
RED PARA CALCULO DE RUTA MINIMA

—  
AHORRO EN TIEMPO DE RECORRIDO AL USAR  
LA AUTOPISTA (en min)



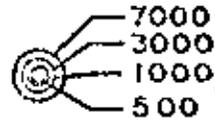
CURVAS DE DESVIACION PARA AHORRO DE TIEMPOS DE RECORRIDO Y DISTANCIA

Fuente: Moskowitz K. California method of assigning diverted traffic to proposed freeways. Highway Research Board, Bulletin No. 130 (1956).

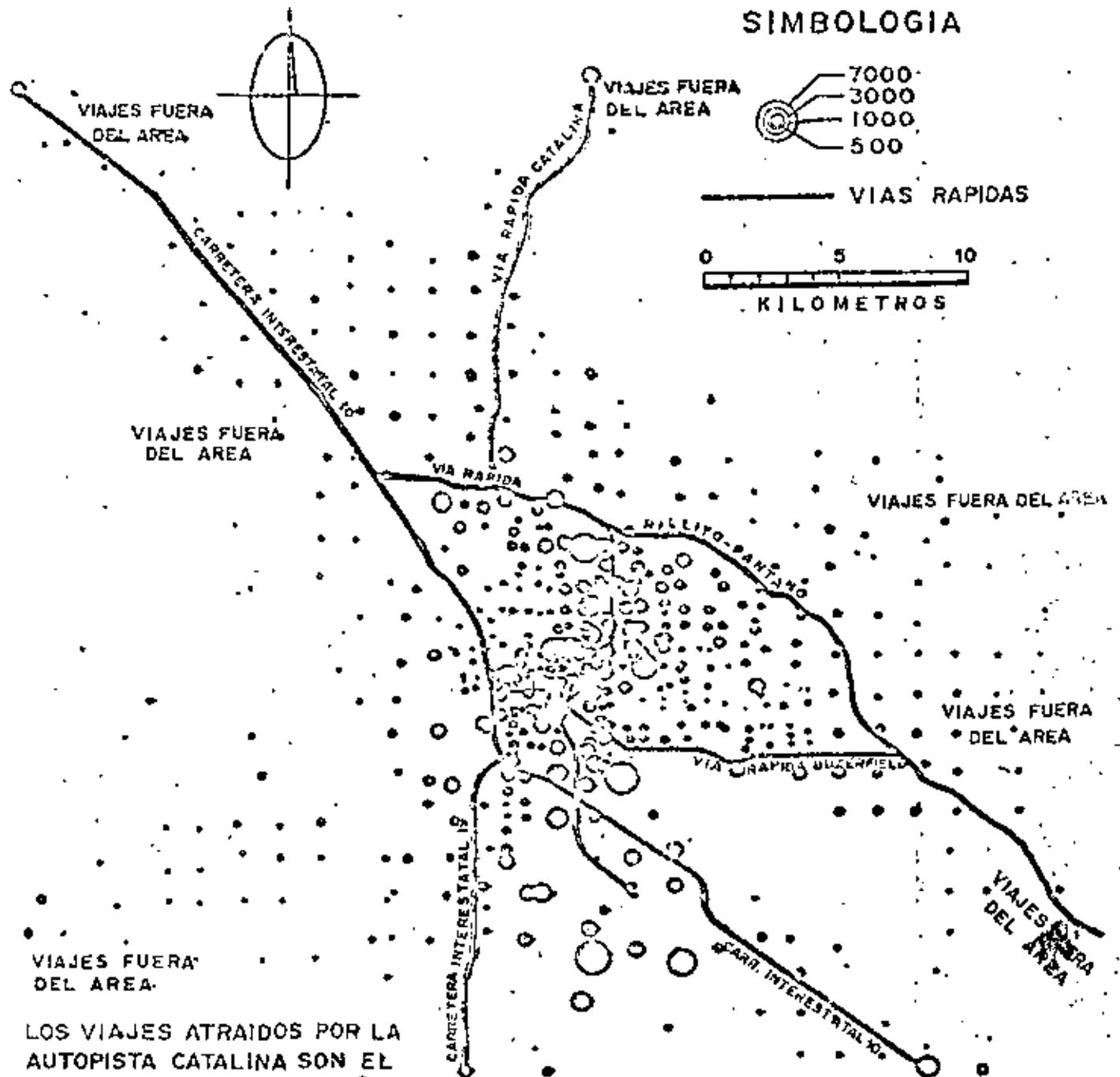
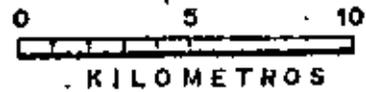


ARBOL DE RUTA MINIMA CALCULADO DESDE EL NODO 1  
 EN LA MUESTRA DE RED INDICADA

## SIMBOLOGIA



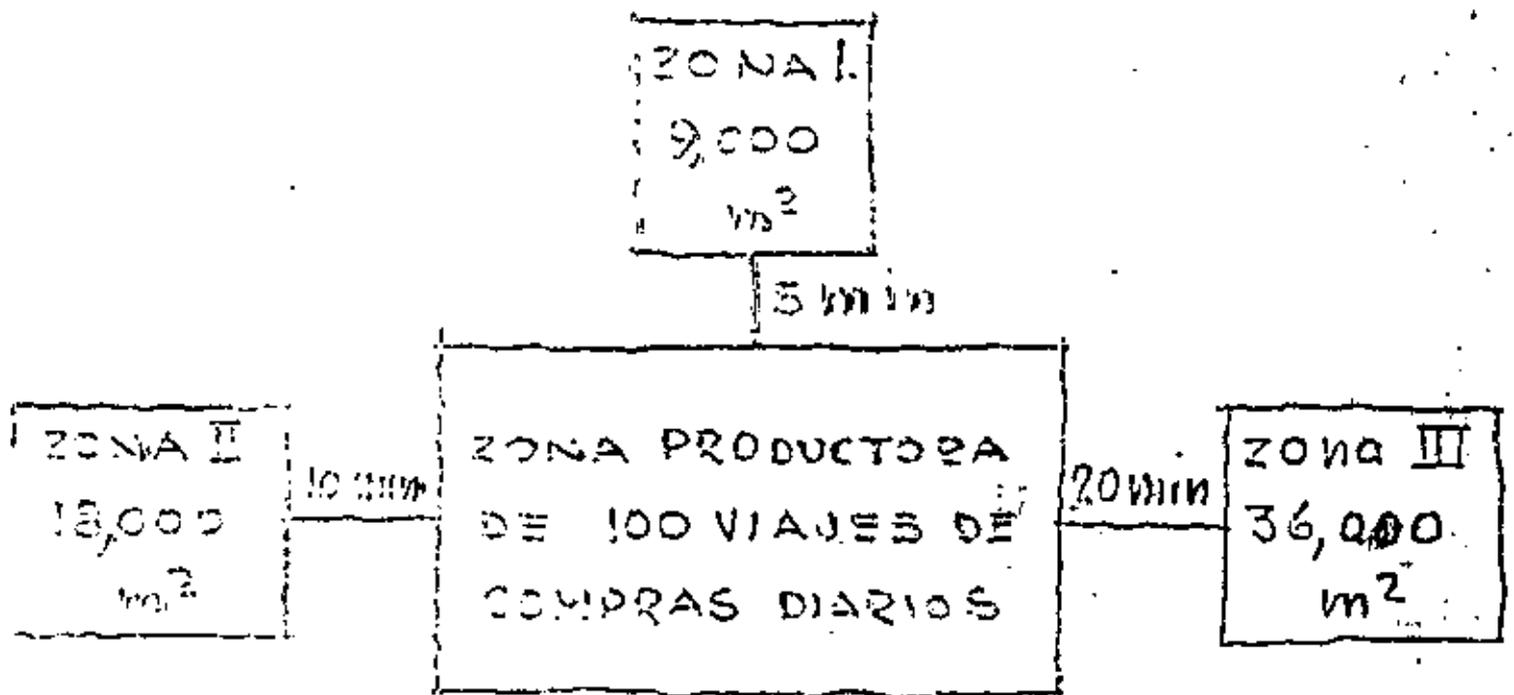
VIAS RAPIDAS



LOS VIAJES ATRAIDOS POR LA AUTOPISTA CATALINA SON EL PLAN ALTERNO A.

NOTA: Los viajes atraídos ilustrados son volúmenes de viajes para 1980 en y fuera de los centroides de la zona de asignación para aquellos viajes que usan cualquier porción de la vía rápida Catalina entre la vía rápida Viallito - Pantano y la carretera interestatal 10

## GENERACION DE VIAJES



Si  $x=2$ :

$$T_{p-1} = 100 \times \frac{\frac{9,000}{5^2}}{\frac{9,000}{5^2} + \frac{18,000}{10^2} + \frac{36,000}{20^2}} = 57$$

$$T_{p-2} = 100 \times \frac{\frac{18,000}{10^2}}{\frac{9,000}{5^2} + \frac{18,000}{10^2} + \frac{36,000}{20^2}} = 29$$

$$T_{p-3} = 100 \times \frac{\frac{36,000}{20^2}}{\frac{9,000}{5^2} + \frac{18,000}{10^2} + \frac{36,000}{20^2}} = 14$$

ZONA	VIAJES GENERADOS. (PRODUCCIONES Y ATRAÍDOS)	FACTORES DE CRECIMIENTO	NÚMERO DE VIAJES PRESENTES ENTRE ZONAS			
			A.	B.	C.	D.
A	40	2.0	—	10	12	18
B	38	3.0	10	—	14	14
C	32	1.5	12	14	—	6
D	38	1.0	18	14	6	—
TOTAL			40	38	32	38

VIAJES GENERADOS POR LA ZONA CONSIDERADA (A o B) EN EL FUTURO X VIAJES PRESENTES ENTRE A Y B X FACTOR DE CRECIMIENTO DE LA ZONA PROPUESTA.

$T_{AB} =$  SUMA DE LOS PRODUCTOS DE LOS VIAJES PRESENTES DE LA ZONA CONSIDERADA (A o B) POR SUS RESPECTIVOS FACTORES DE CRECIMIENTO OPUESTO

LA DISTRIBUCIÓN FUTURA A-B SERÁ EN A:

$$T'_{AB} = \frac{80 \times 10 \times 3}{10 \times 3 + 12 \times 1.5 + 18 \times 1} = 36.4 \text{ VIAJES.}$$

ESA MISMA DISTRIBUCIÓN SERÁ EN B:

$$T''_{AB} = \frac{114 \times 10 \times 2}{10 \times 2 + 14 \times 1.5 + 14 \times 1} = 41.5 \text{ VIAJES.}$$

Y EL PROMEDIO DE AMBAS.

$$T_{AB} = 36.4 + 41.5 = 39.0 \text{ VIAJES.}$$

ZONA	VIAJES QUE SE GENERARÁN EN EL FUTURO.	NÚMERO DE VIAJES FUTUROS ENTRE ZONAS			
		A	B	C	D
A	40 x 2 = 80.0	—	39.0	18.9	18.8
B	38 x 3 = 114.0	39.0	—	35.7	23.6
C	32 x 1.5 = 48.0	18.9	35.7	—	4.0
D	38 x 1.0 = 38.0	18.8	23.6	4.0	—
TOTALES		76.7	98.3	58.6	46.4

$$\frac{80.0}{76.7} = 1.04$$

$$\frac{114.0}{98.3} = 1.16$$

$$\frac{48.0}{58.6} = 0.82$$

$$\frac{38.0}{46.4} = 0.86$$