

13  
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"ANALISIS Y EVALUACION PARA 1994 DEL  
ESQUEMA DIRECTOR NACIONAL DE  
CARRETERAS"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A:**

**BERNARDO BARANDA SEPULVEDA**



México, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-164/95

Señor  
**BERNARDO BARANDA SEPULVEDA**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. GONZALO CRUZ BERISTAIN**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"ANÁLISIS Y EVALUACION PARA 1994 DEL ESQUEMA DIRECTOR NACIONAL DE CARRETERAS"**

- INTRODUCCION**
- I. ANTECEDENTES**
- II. EL ESQUEMA DIRECTOR NACIONAL DE CARRETERAS**
- III. EVALUACION DEL ESQUEMA DIRECTOR PARA 1994**
- IV. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universidad, a 8 de abril de 1996.  
EL DIRECTOR

  
ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*nl

**A mis padres**

**A mis hermanos**

**A mi familia**

**A mis amigos**

**A mis profesores**

**A la Facultad de Ingeniería**

**A mis padres**

**A mis hermanos**

**A mi familia**

**A mis amigos**

**A mis profesores**

**A la Facultad de Ingeniería**

## INTRODUCCIÓN

### I. ANTECEDENTES

- a) Concepto de planeación.
- b) La planeación en México.
- c) La planeación en el sector de transportes.
- d) Evolución de la red carretera en México.
- e) Participación de la Ingeniería Civil.
- f) Clasificación de las carreteras.

### II. EL ESQUEMA DIRECTOR NACIONAL DE CARRETERAS

- a) Introducción.
- b) Marco de referencia, objetivo y contenido del Esquema Director.
- c) La demanda de tránsito actual y futura.
- d) Zonificación.
- e) Estimaciones de tránsito promedio en cada tramo de la Red según los posibles niveles de acondicionamiento.
- f) Determinación para cada categoría de carreteras, de los volúmenes de tránsito factibles según los niveles de servicio deseados.
- g) El objetivo global del Esquema Director para 1994.

### III. EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DIRECTOR PARA 1994

### IV. CONCLUSIONES

### ANEXOS

### BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende ser una reflexión de lo que ha sido la planeación de carreteras en nuestro país y más específicamente, del Esquema Director de 1980. Para ello, comienzo con un capítulo dedicado a poner al lector al tanto de lo que ha sido esta planeación en nuestro país a través de los años, así como una introducción al tema de las carreteras. Esta introducción la hago presentando la evolución de la Red carretera, la participación de las diferentes especialidades de la Ingeniería Civil que intervienen en una carretera y la clasificación de las mismas.

El segundo capítulo es una explicación del Esquema Director de Carreteras y su metodología. Este Esquema busca proyectar, en base a modelos matemáticos, el tránsito y nivel de acondicionamiento necesario de la Red troncal para los años de 1988 y 1994.

En el tercer capítulo, hago una comparación entre lo que el Esquema proyecta como objetivo en cuanto a nivel de acondicionamiento de la Red troncal de acuerdo al tránsito para 1994 y lo hecho y transitado para ese mismo año. Cabe mencionar que escogí analizar únicamente los tramos de mayor tránsito por lo que esta comparación muestra nada más una parte de la Red troncal.

Finalmente, el último capítulo presenta algunas reflexiones y recomendaciones derivadas del estudio de los resultados de este Esquema, las cuales están encaminadas a buscar una mejora constante de algunos de los aspectos de este proceso de planeación carretero.

## I. ANTECEDENTES

### a) Concepto de planeación.

Mucho se habla acerca de la planeación. Para todos es sabido que la planeación es indispensable para lograr lo que nos proponemos, por lo que de alguna manera todos hacemos, en menor o mayor grado, algo de planeación. Ahora bien, qué es exactamente la planeación? Veamos algunas definiciones propuestas:

*"Planear es optimizar relaciones entre medios y fines."*

ILPES

*"La planeación es una fase del proceso administrativo en la que se busca la adecuada orientación de las acciones, el establecimiento de objetivos y la determinación de la forma en que se han de optimizar los recursos."*

José Antonio Aguilar

*"Un plan es un acto de la colectividad que somete las decisiones a objetivos corrientes a un plazo determinado."*

Pierre Bauchet

*"Planear es servirse de la inteligencia para examinar hechos de una manera realista y encontrar los medios para resolver los problemas."*

Nehru Lawarlal

*"Planificar es buscar que los recursos limitados que disponemos, nos proporcionen la máxima satisfacción."*

Claude David Balwin



*"La planeación es todo acto cuyo objetivo sea lograr resultados a un nivel superior a aquel que se obtendría en ausencia de un esfuerzo consciente."*

ONU

*"Planear es la aplicación racional de los conocimientos cuando se trata de establecer relaciones entre medios y objetivos con el propósito de alcanzar estos últimos a través del uso eficaz de los primeros."*

Sociedad Interamericana de Planeación

*"Planear significa una preparación mental para actuar."*

A. Glickson

*"Planeación es el proceso de análisis documentado sistemático y tan cuantitativo como sea posible previo al mejoramiento de cierta situación y a la definición y ordenamiento de las acciones a dicho mejoramiento."*

Facultad de Ingeniería

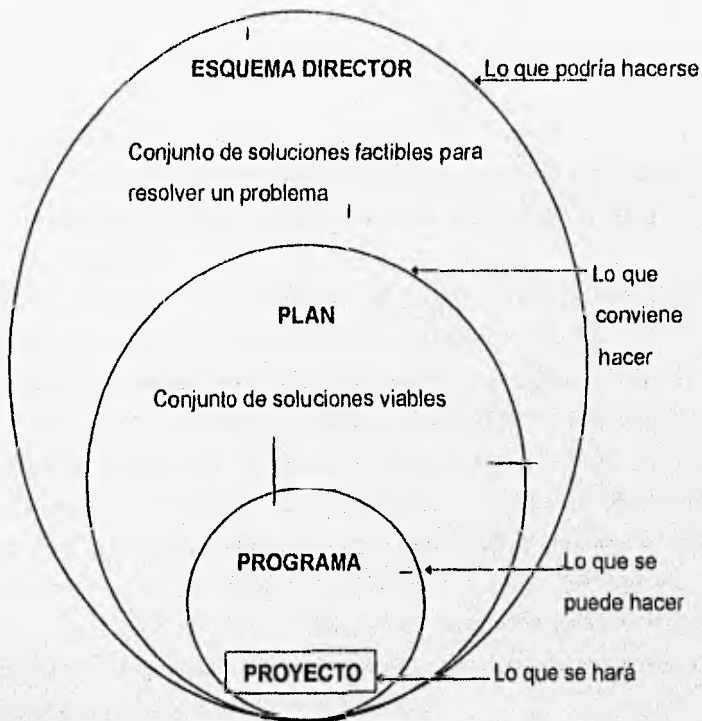
A pesar de la diversidad de enfoques que se le dan a la planeación, podemos resumir que en general, se entiende la planeación como el planteamiento de una situación actual, para obtener una mejor situación en el futuro.

Debido a que la planeación es un proceso, éste tiene varias etapas las cuales podemos enumerar como:

- 1.- *Diagnóstico.* Básicamente se trata de una fotografía de la situación actual.
- 2.- *Pronóstico.* Proyectar el funcionamiento del sistema con los parámetros de comportamiento actual (oferta vs. demanda).
- 3.- *Definición del problema.*
- 4.- *Deseo de la comunidad para resolver el problema.* Investigar qué obra quiere la gente y una vez conseguido esto, encontrar el apoyo político.
- 5.- *Definir el responsable de la planeación.*
- 6.- *Definición de objetivos y fijación de metas.*

- 7.- Generación de alternativas de solución.
- 8.- Evaluación de alternativas.
- 9.- Jerarquización de alternativas.
- 10.- Programa. Ordenar las acciones en el tiempo con sus debidos costos.
- 11.- Proyecto.
- 12.- Concurso.
- 13.- Construcción.
- 14.- Operación.
- 15.- Evaluación de resultados.

He aquí un diagrama que nos puede ayudar a comprender este proceso de planeación:



## b) La planeación en México.

En México, el desarrollo de actividades de planeación data de más de cincuenta años, y se les considera como necesarias para promover y orientar el desarrollo del país.

El primer antecedente de las actividades de planeación lo constituye la Ley de Planeación promulgada en 1930, en la que se estipulaba la necesidad de inventariar los recursos naturales del país y la reorganización de la actividad económica y social. Esta disposición legal pretendía coordinar y dirigir los esfuerzos de las distintas dependencias del Gobierno para conseguir el desarrollo "material y constructivo" del país, abarcando los siguientes aspectos:

1. División del territorio nacional en zonas, clasificándolas de acuerdo a sus distintas características.
2. Organización y control del sistema hidrológico del Valle de México.
3. Determinación y ubicación de la Red de vías de comunicaciones y transportes.
4. Programa de aprovechamiento de aguas y tierras que afectan los proyectos de riego de la Federación.
5. Control de obras de drenaje y saneamiento del Distrito y Territorios Federales.
6. Programa de reforestación, reservas forestales y parques nacionales.
7. Regulación de la ubicación de edificios federales en todo el país.

A su vez, esta Ley preveía el establecimiento de la Comisión Nacional de Planeación y de la Comisión de Programas, constituyéndose la primera con los representantes técnicos de las distintas dependencias federales, las organizaciones profesionales y organismos del sector privado, estando bajo la presidencia honoraria del Presidente de la República y la Ejecutiva a cargo del Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas. La segunda comisión encargada de elaborar los estudios, planos y programas que la Ley enumeraba, se integraría con el personal de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

Posteriormente el *Plan Sexenal 1934-1940* proporcionó una clara visión del cambio estructural que requería la sociedad en aquella época y tuvo el valor de haber

sido el primer documento elaborado a largo plazo; además de fijar las bases para que los siguientes gobiernos pusieran atención en la urgente necesidad de coordinar sus actividades tendientes a lograr un mayor desarrollo económico.

El siguiente paso importante en materia de planeación se da cuando el Gral. Cárdenas, durante su mandato, giró instrucciones a la Secretaría de Gobierno la que contaba con una oficina técnica para que elaborara el plan de gobierno a desarrollarse durante el período de 1941-1946 para llevarse a efecto en la siguiente administración. En este plan se reconoce que las garantías de eficiencias del régimen democrático no pueden crearse por el libre juego de la actividad privada de los hombres y no pueden subsistir si se abandona a las masas económicamente débiles.

A partir de entonces se desarrollaron las técnicas necesarias para programar la inversión pública. Los esfuerzos de planeación consideraron primordial la definición de marcos generales para fijar metas de crecimiento económico; en materia de planeación regional se obtuvieron valiosas experiencias, principalmente en la planeación de cuencas hidrológicas que abarcaban varias entidades federativas, como por ejemplo la del Lerma y la del Papaloapan.

En 1953, se crea la Comisión de Inversiones, la cual por acuerdo Presidencial, es la encargada de someter todos los proyectos de inversiones de los organismos y dependencias del Ejecutivo Federal. Las funciones de esta Comisión eran las siguientes:

- a) Estudiar y evaluar los proyectos de inversión según su importancia para las necesidades económicas y sociales inmediatas del país.
- b) Formular estudios económicos destinados a coordinar la prioridad, el volumen y el papel de las inversiones públicas, conforme a los objetivos de la política económica, fiscal y social.
- c) Someter a la consideración del Presidente de la República un plan coordinado de inversiones públicas.
- d) Sugerir al primer mandatario ajustes periódicos en el programa de inversiones en vista de nuevos desarrollos imprevistos.

La Comisión obtenía estimaciones de los recursos federales totales proporcionados por la Secretaría de Hacienda y de los presupuestos de capital dados a conocer por los organismos autónomos, así como también los créditos externos ya disponibles o en vías de negociarse. Sobre la base de todos estos datos que integraban el monto total de los recursos de inversión disponibles, la Comisión formulaba un plan preliminar para hacer la distribución de los fondos federales entre los proyectos propuestos, dependencia por dependencia y proyecto por proyecto, de acuerdo con la prioridad asignada por la Comisión. Las modificaciones y decisiones finales eran tomadas por el Presidente de la República.

Como consecuencia del cambio de administración, el primero de enero de 1959, se creó una nueva Secretaría de Estado, la Secretaría de la Presidencia, concebida para servir no solo como medio de enlace entre la Presidencia y las demás Secretarías de Estado respecto a asuntos políticos y económicos, sino también como la principal dependencia del Ejecutivo Federal encargada de coordinar la política económica del país.

La Ley de Secretarías y Departamentos de Estado especifica las siguientes a la Secretaría de la Presidencia:

- I. Estudiar y dar forma a los acuerdos presidenciales, para su debida ejecución.
- II. Recabar los datos para elaborar el Plan General del Gasto Público e Inversiones del Poder Ejecutivo y los programas especiales que fije el Presidente de la República.
- III. Planear obras, sistemas y aprovechamiento de los mismos; proyectar el fomento y desarrollo de las regiones y localidades que señala el Presidente de la República, para el mejor aprovechamiento general.
- IV. Coordinar los programas de inversión de los diversos órganos de la administración pública y estudiar las modificaciones que a ésta deban hacerse.
- V. Planear y vigilar la inversión pública y la de los organismos descentralizados y empresas de participación estatal.
- VI. Registrar la leyes y decretos promulgados por el Ejecutivo Federal, y los acuerdos y resoluciones del Presidente de la República.

VII. Los demás que le fijen expresamente las leyes y reglamentos o que le encomiende el Presidente de la República.

Las tareas fundamentales de la Secretaría de la Presidencia, comprendieron, por consiguiente, el estudio y atención de asuntos que facilitan el desempeño de las funciones del Ejecutivo Federal, así como la planeación del desarrollo económico y social del país.

En la década de los sesenta el *Plan de Acción Inmediata 1962-1964* y el *Plan de Desarrollo Económico y Social 1966-1970* establecieron lineamientos para la inversión pública y estímulos al sector privado por medio de marcos indicativos.

El 28 de diciembre de 1962, el Senado formó la "Comisión Senatorial de Planeación" con el encargo de elaborar el "Proyecto de la Ley Federal de Planeación", cuyo objetivo primordial fue el de coordinar y utilizar en forma óptima los recursos disponibles, buscando unión de los esfuerzos nacionales; aclarar y unificar la diversidad de criterios que existen en distintos organismos y dependencias del gobierno sobre esta materia y, en esta forma, acelerar el desarrollo económico y alcanzar una mayor justicia social.

El primer paso que dio esta Comisión fue hacer una auscultación que comprendió a las Secretarías de Estado ligadas, en una forma directa, con la planeación; al personal técnico especializado en esta materia; a los representantes de Confederaciones, Cámaras, etc., con el propósito de enfocar el problema y aclarar algunos puntos.

El modelo que se siguió para la elaboración de este proyecto de Ley, fue el de la Ley de Planeación Francesa, adaptándola a las necesidades socioeconómicas imperantes en el país.

Esta Comisión haría los ajustes necesarios al Plan de acuerdo con los cambios que experimentara el país.

Al iniciarse la década de los setenta se organizaron unidades de programación en todas las secretarías y departamentos de estado, así como en las principales entidades paraestatales, lo que permitió avanzar en la base administrativa de

planeación. Asimismo, se avanzó en el planteamiento de las técnicas de programación y en la elaboración de algunos planes sectoriales.

La reforma administrativa emprendida a partir de 1976, adaptó las instituciones públicas a las necesidades de una planeación estructurada en tres niveles: global, sectorial y estatal. Asimismo se difundió una metodología para la planeación que permitió que se generalizaran estas actividades en todas las dependencias federales y en la gran mayoría de los estados de la República.

En esta época, fueron elaborados diversos planes sectoriales que contribuyeron a la integración del *Plan Global de Desarrollo 1980-1982*. Simultáneamente, en los estados se emprendieron esfuerzos para hacer compatibles los planes estatales con este conjunto de planes y programas. Con el *Plan Global de Desarrollo 1980-1982* y los planes sectoriales se contempló la posibilidad de ordenar un sistema nacional de planeación.

En diciembre de 1982 a fin de consolidar la institucionalización de la planeación en México, fueron promovidas por el Ejecutivo Federal, diversas modificaciones y adiciones a los artículos 25, 26, 27 y 28 constitucionales y promulgada la Ley de Planeación en la que se establecieron entre otras disposiciones, las bases para la integración y funcionamiento del *Sistema Nacional de Planeación Democrática*.

### **c) La Planeación en el sector de transportes.**

Los antecedentes remotos de la planeación en el transporte en nuestro país, nos podrían remitir al año de 1842 en el cual Antonio López de Santa Anna promulgó dentro de las Bases de Tacubaya un decreto y su reglamento, en el cual se fijaban los lineamientos que deberían seguirse para la construcción de caminos.

En abril de 1899 se promulgó la primera *Ley General de Ferrocarriles*, cuando había algo más de 12,500 kilómetros de vía en el país. De acuerdo con esta Ley, las concesiones fueron menos generosas y se trató de dar preferencia a las llamadas vías Generales de Comunicación de importancia principal que unieran al Altiplano con

los principales puertos del Pacífico o que extendieran la comunicación a la frontera con Guatemala y Campeche.

Este primer programa de racionalización ferroviaria no tuvo el éxito previsto. Por ejemplo, hasta 1910, sólo tres de los siete proyectos de líneas principales incluidos en la Ley se terminaron: La línea que unió el Ferrocarril Mexicano con el de Tehuantepec (de Córdoba a Jesús Carranza, entonces Santa Lucrecia); de Guadalajara a Manzanillo por Colima y la del F.C. Panamericano (San Jerónimo hoy) de Ixtepec a Tapachula.

Cuando estalló la revolución, en México había algo más de 24,000 kilómetros de vías férreas y el ferrocarril se convirtió muy pronto en valioso instrumento estratégico y la lucha por controlarlo o cuando menos evitar que el enemigo lo manejara, significó su destrucción y deterioro.

La década de los años veinte se ubica como la época en que se inicia nuestra red actual de carreteras, y también en ella se empieza a dar la planeación de este modo de transporte, cuando el 22 de abril de 1926 el presidente de la República Gral. Plutarco Elías Calles expidió la *Ley de Caminos y Puentes* en la que, entre otros aspectos, se definen los caminos nacionales, se mencionan los caminos vecinales y se sientan las bases para la construcción de caminos por cooperación.

Se consideraron como caminos nacionales: los que comunicaban la capital con los puertos marítimos o fronterizos abiertos al tráfico internacional o con las capitales de los estados o territorios; y los que comunicaban a las capitales de los estados entre sí o con uno de los territorios; con lo cual se dieron los primeros lineamientos para el desarrollo de la actual red carretera.

Más tarde, en 1930, se promulgó la primera *Ley Sobre Planeación General de la República* que permitió la integración de una *Comisión de Programa en la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP)*, cuyo propósito fundamental era la elaboración de estudios, planes, y programas para coordinar el desarrollo material del país de manera ordenada y armónica.

A pesar de que la prioridad era la construcción de carreteras troncales, en 1932 se vio la necesidad de construir caminos secundarios que incrementaran la zona



de influencia de los primeros y comunicaran poblaciones importantes a nivel regional. En acuerdo presidencial del 22 de diciembre de ese año, se determinó que las carreteras se financiaran por partes iguales entre los gobiernos de los estados y la Federación.

Con la puesta en marcha del primer Plan Sexenal, durante el régimen del Presidente Cárdenas, comenzó una etapa en la que se impulsó el establecimiento de nuevas líneas ferroviarias, tratando de superar el aislamiento de algunas zonas.

Un gran avance fue la *Ley de Vías Generales de Comunicación* publicada el 19 de febrero de 1940, en la que se estipuló cuales eran estas vías (caminos, ferrocarriles, puentes, las corrientes fluviales navegables, mares territoriales, lagunas, lagos, las rutas del servicio postal, así como el espacio aéreo en el que transitaran las aeronaves). Esta Ley vino a cubrir una necesidad, convirtiéndose en elemento imprescindible en el ámbito de las comunicaciones y transportes, especialmente en los aspectos de planeación, construcción, establecimiento y explotación, dando preferencia a las zonas de mayor potencialidad económica, así como a las vías de enlace o alimentadoras de troncales. En materia de transportes, expone los lineamientos a que deben sujetarse los concesionarios ya establecidos y los que se establezcan en su calidad de oferentes de servicios públicos, teniendo la obligación de enlazar sus vías, líneas o instalaciones con las de otras empresas y con las del gobierno; así como combinar sus servicios entre sí, cuando el interés público así lo exija.

La red carretera nacional crecía y para 1947, se construían caminos nacionales y locales, pero aún hacían falta caminos que atendieran necesidades de poblaciones más pequeñas. Para satisfacer estos requerimientos, ese mismo año se creó el *Departamento de Planeación y Fomento de Carreteras Vecinales* dependiente de la *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP)*; que por limitaciones presupuestales empezó a operar a principios del siguiente año. Este departamento se encargó de patrocinar, planear y fomentar la red de caminos vecinales de la República.

La planeación del sector Comunicaciones y Transportes como un proceso ordenado surge desde 1950 con la definición de los primeros lineamientos de una política general dentro de la cual se evaluaban los proyectos particulares, y en 1953 se institucionalizan los estudios de planeación y localización de nuevos caminos. La planeación aterrizó a nivel de proyecto cuando para realizar el reconocimiento de ruta de las carreteras, este se analiza tomando en cuenta los aspectos económicos y de desarrollo regional, además de los tradicionales de trazo, hidrología y geología.

Durante la administración del Presidente Adolfo Ruiz Cortines se formuló el *Plan Nacional de Comunicaciones*, que coordinó e integró recíprocamente los servicios de correos y telecomunicaciones con los caminos, ferrocarriles y aeropuertos. Sus objetivos eran: ligar las zonas de producción y consumo; unir las poblaciones situadas en las fajas costeras del Golfo de México, del Pacífico y del Caribe, vinculándolas con el interior; y conectar las principales ciudades de los estados mediante una red de cinco ejes longitudinales y siete circuitos transversales o ejes interoceánicos.

En 1959 se publicó el documento de *Planificación de las Vías Terrestres Nacionales*, realizado por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, que abarcó el estudio preliminar de las líneas aéreas nacionales; el de las telecomunicaciones nacionales e internacionales; y el de las vías terrestres nacionales que comprendió caminos, ferrocarriles y puertos. En el caso de los caminos se propuso una red mínima para el periodo 1959-1964, para lo cual se tomaron en cuenta la fisiografía, población, actividades productivas, vehículos existentes e importancia relativa de las zonas en que se dividió el país; se definió qué caminos deberían construirse, de qué tipo hacerlos y qué recursos requerirían.

A mediados de la década de los sesenta se realizaron en la Secretaría de Obras Públicas (SOP) los *Planes Estatales de Carreteras*, que desde los puntos de vista político-administrativo y económico, proponían para cada entidad federativa una red de caminos que aprovechando los recursos humanos, administrativos, ganaderos, silvícolas, industriales y turísticos, contribuyeran a su desarrollo acelerado.

La Secretaría de Obras Públicas contrató, en 1970, con el Instituto de Ingeniería de la UNAM, apoyada por Intertransportes de Francia, el estudio de Planeación de Carreteras en México, mediante el cual se analizó la forma en que la *Dirección General de Planeación y Programa* realizaba la planeación de estas vías y se proponía la forma de mejorar el inventario de la red carretera, aforos de vehículos, estudios de origen y destino, definición de la red deseable, promoción de caminos rurales, evaluación de proyectos y la elaboración de los planes sexenal y anual.

En este punto es importante destacar que el naciente *Programa de Caminos Rurales* contaba con *Catálogos de Comunidades* por entidad federativa que permitían seleccionar las localidades para la construcción de este tipo de caminos, si contaban entre 500 y 2,500 habitantes y su distancia a la red carretera fuera menor a 10 kilómetros.

En el año de 1975 la Dirección General de Planeación y Programa de la SOP realizó el *Esquema Director de Carreteras* con el que se definieron cuales serían las necesidades de la red de carreteras troncales para 1994, a partir de las tendencias de crecimiento del tráfico y de población, buscando evitar en lo posible el paso por la Ciudad de México; aplicando un modelo de redes con el algoritmo de Ford y Fulkerson se obtuvieron por tramo de carretera, para años específicos, el tipo de carretera requerido por año y su volumen de tráfico.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes elaboró el *Pan Nacional de las Comunicaciones "TELECOM 15, 1976-1990"*, cuyo propósito era establecer alternativas que proporcionaran servicios ágiles y adecuados. Se desarrolló y apoyó el estudio integral del Plan en la demanda y economía de los servicios, en la concepción e ingeniería de proyectos, en la organización y recursos estimados, y en la legislación y política federal. Tuvo especial atención el aspecto financiero y las acciones por tipo de servicio en el corto plazo; se previó adecuar cambios con las cifras propuestas de inversión, de acuerdo con las repercusiones y tendencias que tuvieran los servicios prestados y de preferencia recurrir al financiamiento externo y consolidar el régimen tarifario. Asimismo, elaboró el *Programa Nacional de Transportes* con el objetivo de establecer las bases para un crecimiento organizado

de los distintos modos de transporte. Se estableció la situación de los mismos mediante el estudio comparativo de su infraestructura, organización y reglamentación; se determinaron los indicadores macroeconómicos de evolución de la demanda, se diseñaron los modelos matemáticos para obtener los pronósticos y el análisis de las alternativas en el transporte de carga y de pasaje, y se hicieron las recomendaciones para el mejoramiento de este servicio.

Para continuar las acciones de planeación, en 1979 se realizó el estudio de *Modernización de la Red de Carreteras Troncales*, que permitió detectar los tramos que requerían ser modernizados urgentemente y preveía ya las acciones que se están llevando a cabo actualmente.

Como consecuencia de la aprobación de la nueva *Ley de Planeación* en 1982 se elaboró el *Programa Nacional de Comunicaciones y Transportes 1984-1988*, que tomando en cuenta los documentos de planeación sectoriales y específicos de cada modo de transporte, y habiendo considerado el diagnóstico de la situación prevaleciente en ese momento en el sector, fijó los objetivos, estableció las estrategias y definió líneas de acción y metas sectoriales, en congruencia con los lineamientos establecidos en el *Plan Nacional de Desarrollo 1982-1988*.

Para 1986 se revisó el *Esquema Director Nacional de Carreteras*, incluyendo criterios de análisis que determinan la influencia de las obras en el aparato económico y social, considerando distintas variables de crecimiento demográfico y productivo; se realizó el diagnóstico de las condiciones de servicio de la red en base a los análisis previamente efectuados y se incorporaron los pronósticos de crecimiento para integrar los programas de desarrollo específicos para los periodos 1989-1994 y 1995-2000. Este Esquema tiene como objetivo determinar la evolución de la red carretera en todos sus niveles, de acuerdo a la demanda en el mediano y largo plazo, y determina los montos de inversión requeridos. Los costos de operación que tendrá en conjunto la red; los principales proyectos de ampliación, modernización y obras nuevas necesarias para satisfacer la demanda de transporte y los proyectos operativos que son determinantes en la elaboración de los esquemas.

#### d) Evolución de la red carretera en México.

El primer esfuerzo caminero del país, realizado entre 1925 y 1930, produjo 1,420 kilómetros de carretera y que el 1% de nuestro territorio quedara vinculado a través del automóvil y el camión. Para ello se gastaron \$54 millones de pesos a precios corrientes.

Fueron tres las áreas que se comunicaron: la Ciudad de México con las ciudades de Pachuca, Puebla y Acapulco; la Ciudad de Mérida con el Puerto de Progreso y Valladolid, y por último Monterrey con Nuevo Laredo. Al construir esas carreteras, se capacitó a los primeros técnicos nacionales, se introdujo maquinaria y equipo de alto rendimiento que se desconocía en el país y se difundieron nuevas técnicas para la localización, proyecto y construcción de carreteras. (Ver lámina I del Anexo I).

En 1932 se inició la construcción de caminos en cooperación con los estados, mediante iguales aportaciones financieras de los gobiernos estatal y federal.

De 1931 a 1940 se agregaron a la red 8,500 kilómetros, con lo cual quedaba comunicado por el automóvil y el camión el 9% del área de la República Mexicana, con una erogación que había significado \$227 millones de pesos.

La Ciudad de México es el punto de partida de la mayoría de los caminos construidos en esa década. Así, parte el camino de México a Nuevo Laredo en la frontera con los Estados Unidos, pasando por las ciudades de Valles y Victoria; el de México a Veracruz pasando por Perote y Jalapa, en tanto que se unía a Córdoba con Veracruz, el de México con Guadalajara, de una enorme importancia y que pasaba por Morelia y Toluca, con un ramal importante a Irapuato, León, Aguascalientes y Zacatecas; y por último, el que partía de México al puerto de Tuxpan, pasando por Pachuca.

Hubo en esta década de 1930 a 1940 seis obras camineras que no se vinculaban, necesariamente, con la capital de la República. Cuatro daban servicio a poblaciones fronterizas con los Estados Unidos: el de Chihuahua con Ciudad Juárez; el de Saltillo con Piedras Negras; el de Monterrey con Reynosa y finalmente el de

Ciudad Victoria con Matamoros. Mediante estas obras quedaban vinculadas al territorio nacional cinco de las principales poblaciones fronterizas. Los otros tramos importantes construidos en esta época son: el de Torreón a Monterrey y el de Aguascalientes a Tampico pasando por San Luis Potosí. Además se había unido a la Ciudad de Oaxaca con Puebla y consecuentemente con la Ciudad de México.

En estos años el objetivo principal era integrar una red troncal que comunicara la capital del país con las capitales de los Estados y los principales puertos y aduanas fronterizas (Ver lámina II del Anexo I).

En la década de 1940 a 1950 se agregaron 12,530 kilómetros, con lo que se llegó a una red total de 22,450 kilómetros, con lo que quedaba comunicado por el automóvil y el camión el 17% del territorio del país. Las obras realizadas en este lapso implicaron una inversión de \$1,726 millones de pesos a precios corrientes. En 1947 se inició la construcción de caminos vecinales por cooperación tripartita, en la que los particulares y los gobiernos estatal y federal aportaban montos iguales para construir caminos.

Dos obras singulares sobresalen en esta época: la terminación de la Carretera Panamericana que unía a Ciudad Juárez, Chihuahua, en la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica, y Ciudad Cuauhtémoc, Chiapas, en la frontera con Guatemala, pasando por la Ciudad de México; y la terminación de la carretera México-Nogales en la frontera con los Estados Unidos, al terminarse el tramo de Tepic a Nogales, que fue pavimentado en la década siguiente.

Además de estas obras destaca la terminación de la carretera Durango-Torreón, la de Mérida a Campeche, la de Jiquilpan a Colima, la de Piedras Negras a Villa Acuña y la de Veracruz a Coatzacoalcos (Ver lámina III del Anexo I).

A pesar de los avances logrados, la red carretera no era suficiente para atender las necesidades del país, se requerían caminos vecinales y alimentadores a la red troncal que sirvieran para impulsar el desarrollo regional, facilitando actividades de extracción en intercambio comercial y para incorporar a la vida nacional regiones incomunicadas. En esencia, la tarea consistía en unir las principales ciudades a nivel estatal con su respectiva capital por medio de caminos cortos que, considerados por

separado tenían importancia marginal, pero que analizados como red eran fundamentales para apoyar a la economía nacional. Así durante los cincuenta y los sesenta se impulsó la construcción de vías de importancia regional para los diversos sectores económicos, aunque obviamente sin dejar de extender la longitud de la aún incompleta red troncal.

Como parte de ese esfuerzo se inició la construcción de carreteras de cuota, de las cuales la primera se puso en operación en 1952.

Entre 1950 y 1960 se construyeron 22,400 kilómetros más de carreteras, con lo que se duplica la red existente en 1950, alcanzando una longitud total de 44,890 kilómetros, con lo que quedaba vinculado por automóvil y camión el 27% del territorio del país, con una inversión que en esa década fue de \$5,000 millones de pesos a precios corrientes.

Entre las obras más relevantes de este período está la unión de San Luis Potosí con Piedras Negras pasando por Saltillo, la de Coatzacoalcos con Salina Cruz y la de Coatzacoalcos con Villahermosa, el Carmen y Champotón, así como el inicio de una mayor extensa red de caminos menores (Ver lámina IV del Anexo I).

En la década siguiente, que va de 1960 a 1970, se suman a la red carretera nacional 26,630 kilómetros más para culminar, en 1970 con una longitud total de 71,520 kilómetros, con lo que queda vinculado o comunicado a través del automóvil y el camión, el 31% del país. La erogación que significó esa obra fue de \$11 mil 959 millones de pesos a precios corrientes.

Para esta época, la mayor parte de los caminos troncales del país habían quedado terminados por lo que la obra caminera de 1960 a 1970 se significa, por la gran cantidad de caminos alimentadores y de interconexión con los troncales (Ver lámina V del Anexo I).

En el lustro que comprende de 1970 a 1975, se agregaron a la red caminera 113,480 kilómetros. Es decir, más de una vez y media de lo que había en 1970, para contar en esas fechas con una red total de 185,000 kilómetros con lo que queda comunicado por camión y automóvil el 57% del territorio del país. En la obra de estos cinco años destaca la carretera transpeninsular de Baja California, que une Cabo San

Lucas en la punta sur de la península, con Tijuana en la frontera con Estados Unidos y los 6,000 kilómetros de caminos de mano de obra.

Para la elaboración del programa de caminos de mano de obra, se hizo un análisis para establecer el criterio de selección de los caminos por construir.

Se decidió dar atención prioritaria a zonas en que hubiera, por un lado, disponibilidad de mano de obra, y por otra, la existencia de una brecha susceptible de adecuación a fin de proporcionar una comunicación permanente en toda época del año mediante obras pequeñas.

Los estudios realizados mostraron la existencia de un gran kilometraje de brechas originalmente construidas para el paso de bestias de carga, que habían sido adaptadas por los propios habitantes del medio rural, mediante técnicas rudimentarias, para permitir el paso de vehículos de tracción animal y automotores.

En los procedimientos constructivos se buscó, ante todo, que el mejoramiento de la brecha permitiera establecer una comunicación permanente mediante cambios mínimos en el alineamiento vertical u horizontal, modificando el trazo, sobre todo en las curvas, sólo cuando fue necesario, y construyendo las obras de drenaje indispensables. En todos estos se buscó utilizar al máximo los materiales de la región; y por último, mediante la protección de las terracerías con materiales adecuados provenientes de bancos cercanos.

Cabe destacar que mediante la creación de comités o asociaciones pro-construcción del camino, se lograron superar las dificultades de organización y administración propias de un sistema de uso masivo de mano de obra. Desde que se estableció el Programa de Caminos de Mano de Obra, hasta 1976 se construyeron más de 47 mil kilómetros de caminos, logrando comunicar al 50% de los poblados del país con población entre 500 y 2500 habitantes. En ese lapso el promedio diario anual de la fuerza de trabajo empleada fue de 75 mil personas.

La selección de caminos de mano de obra, que en los inicios del programa fue relativamente simple, para 1976 era ya difícil. Por ello se consideraron aspectos tales como: número de personas comunicadas, desarrollo agrícola y empleos generados. Los caminos de mano de obra se hicieron por lo general en terrenos poco



accidentados topográficamente, porque hacerlos en zonas montañosas, donde hay abundancia de mantos rocosos, además de la dificultad de acceso, implica no sólo mayores volúmenes de materiales para mover sino mayor trabajo en su extracción. Ello dejaba fuera de los beneficios del programa a cerca del 50% de la población rural del país asentada en zonas de topografía abrupta.

Se vislumbró entonces la conveniencia de combinar mano de obra con maquinaria para poder atender esos caminos, además de propiciar la evolución de una tecnología capaz de utilizar eficiente y razonablemente los abundantes recursos humanos y los escasos recursos económicos.

Surgió así el cambio del programa de caminos de mano de obra al programa de caminos rurales, y a éste se le dio una orientación acorde con los requerimientos generales de desarrollo. En lo esencial se mantuvieron las especificaciones, tanto de proyecto como de construcción, sin dejar de dar prioridad a la mano de obra, pero considerando el uso de maquinaria en los sistemas constructivos a fin de obtener el mayor aprovechamiento y la máxima productividad (Ver lámina VI del Anexo I).

Los objetivos del programa de caminos rurales son más amplios que tan sólo proveer comunicación. El programa busca apoyar a los programas de acciones para el incremento de la producción y la productividad del sector primario; contribuir al reordenamiento de la estructura física de los asentamientos humanos; integrar los grupos marginados del desarrollo nacional; consolidar y fomentar el uso de tecnologías acordes con la disponibilidad relativa de mano de obra y capital; y contribuir a equilibrar la polarización de la población.

Mientras ocurría lo anterior, en el ámbito de la red de caminos rurales, las carreteras troncales eran sometidas a cada vez mayores demandas.

Para atender los problemas que ya presentaban algunos tramos de la red, en 1978 se definió la Red Básica Nacional constituida por las carreteras en las que se presentan los niveles de tránsito más importantes y que por ello su ubicación desempeña un papel estratégico.

El análisis de la red hizo evidente la necesidad de modernizar algunos tramos que constituían verdaderos cuellos de botella por su insuficiencia de servicio, lo que

dió origen a que se pusiera en marcha el programa de modernización de la red carretera.

A medida que la red de carreteras se ha extendido por todo el país, las necesidades han ido cambiando, de tal forma que algunos criterios empleados en el pasado han resultado anticuados, generando a su vez otro tipo de problemas. Tal es el caso de los accesos carreteros a las principales ciudades de la República, donde durante muchos años se aplicó el criterio de hacer pasar la carretera por el centro de la actividad económica de la localidad, comúnmente, la plaza principal. Con el tiempo, esto provocó congestionamientos, disparidades muy graves en el valor de la propiedad urbana, deterioro de las condiciones ambientales y gran número de accidentes, consecuencias todas ellas de muy elevado costo social para las comunidades afectadas. Entonces se creó el programa de carreteras urbanas, cuyo objetivo fue contribuir a integrar un sistema troncal continuo y homogéneo que facilitara el paso y el acceso del tránsito por medio de libramientos que reduzcan el congestionamiento en calles urbanas, así como las molestias provocadas por el tránsito interurbano

En 1983 la red carretera de México alcanzó los 213,238 kilómetros; de los cuales 44,340 kilómetros (21%) corresponden a carreteras federales y de cuota, 52,692 kilómetros (25%) pertenecen a carreteras de las redes estatales y vecinales, 84,709 kilómetros (40%) se identifican como caminos rurales y 31,497 kilómetros (14%) corresponden a brechas mejoradas.

La crisis económica sufrida por el país entre 1982 y 1988 afectó severamente a la infraestructura carretera e impidió su crecimiento, modernización y conservación, además de provocar que la Red Troncal redujera la calificación de su nivel de servicio, con gran deterioro en la calidad que requería para atender la creciente demanda de unidades de unidades de carga y pasaje, incrementada en número y en peso de los vehículos. Sin embargo, de esta época, destaca, por su importancia, la construcción de dos puentes: el Antonio Dovalí Jaime, también conocido como Coatzacoalcos II, y el Tampico.

El parque vehicular nacional de 1988 estaba compuesto por 7.4 millones de unidades de las cuales 5.2 eran automóviles y 2.2 camiones. De éstos, el autotransporte público federal contaba casi 160 mil vehículos de carga y 35 mil de pasajeros.

A partir de ese año fueron tomadas medidas tendientes a recuperar el ritmo de crecimiento de manera que se logaran tasas de incremento entre el cuatro y el seis por ciento en el autotransporte.

Se vio entonces que las necesidades de inversión para la construcción de infraestructura carretera, a mediano plazo, contrastaban con el monto de recursos que el gobierno federal podía asignar por lo que se buscaron nuevas fuentes de financiamiento privado que permitieran modernizar la Red Vial para adecuarla a las cargas y volúmenes que circulaban por ellas. Para ello, se creó el Programa Nacional de Autopistas el cual logró construir más de 6,000 kilómetros financiados a través del sistema de concesión a la empresa constructora y con el apoyo de la banca y de un fideicomiso encargado de administrar cada proyecto.

Para 1994, de acuerdo a la SCT, la red carretera de México había alcanzado un total de 307,142 kilómetros de los cuales 48,960 kilómetros (16%) corresponden a carreteras federales y de cuota, 57,364 kilómetros (19%) corresponden a carreteras de las redes estatales y vecinales, 160,374 kilómetros (52%) se identifican como caminos rurales, y 40,474 kilómetros (13%) corresponden a brechas mejoradas.

#### **e) La participación de la Ingeniería Civil.**

Como casi todas las obras de infraestructura tipo irrigación, instalación de energía eléctrica, introducción de agua potable y obras de drenaje, por mencionar algunas, las carreteras requieren de una conjunción de conocimientos por parte de Ingenieros especialistas en diversas áreas. Estos Ingenieros especialistas tienen una participación fundamental para lograr que el proyecto, construcción, operación y mantenimiento de una carretera se vuelva una realidad.

El primer paso para la realización de un proyecto carretero es la elección de la ruta. En esta etapa intervienen Ingenieros especialistas en proyecto, en planeación y geólogos. Para esto se hace un exhaustivo acopio de datos de la región, que pueden ser mapas con curvas de nivel, de clima, geológicos, planos fotogramétricos, fotografías aéreas; todo este material es analizado por los especialistas, quienes proponen varias alternativas hasta encontrar la más viable. Posteriormente, se hacen los estudios de anteproyecto, que consisten en conocer con detalle la topografía, en un ancho de 100 m. aproximadamente, a cada lado de la línea aceptada como probable en la primera etapa. Estos estudios se realizan generalmente por el medio tradicional de brigadas terrestres o por medios fotogramétricos electrónicos; los Ingenieros geólogos realizan inspecciones a diferentes puntos de control para verificar y afinar la fotointerpretación hecha y estudiar con detalle algunos fenómenos que consideren de importancia. En esta etapa, intervienen también Ingenieros hidrólogos que detallan las características de drenaje y de hidrología a lo largo de la ruta, siendo importante que obtengan los datos de la precipitación pluvial. También inician sus estudios los especialistas en mecánica de suelos, quienes se encargarán de realizar estudios generales para familiarizarse con la zona que atraviesa el camino.

Después viene el proyecto definitivo en el cual se hacen los estudios necesarios para obtener los planos detallados que servirán para la construcción de la obra, como son: los de proyecto horizontal; perfil en el que se incluye la posición, tipo y dimensiones de las obras de drenaje; y la curvamasa, en al que se indican los movimientos de tierra con los acarrees correspondientes, que deben realizarse para que la obra sea económica. Asimismo, se harán las exploraciones necesarias para proporcionar los bancos adecuados para capas subrasantes y las de base, subbase y carpeta, de acuerdo a las funciones que vaya a tener cada una de ellas. Con los datos anteriores, en esta etapa también se deben proporcionar los planos definitivos para la construcción de drenaje mayor y menor, así como los correspondientes a procedimientos de construcción de las terracerías y el pavimento.

El agua es posiblemente el elemento que mayor daño le causa a un camino ya que por lo general provoca la disminución de la resistencia de los suelos. Esto se debe a que en un suelo fino, al aumentar el grado de saturación, se aumenta la "presión neutral" la cual se le resta al esfuerzo total para conocer la resistencia efectiva de un suelo. De ahí la importancia de contar con un buen drenaje. Al construirse un camino, se busca por lo general cortar el escurrimiento natural, permitiéndose el paso de agua, sólo en los sitios elegidos por el proyectista. El drenaje artificial se clasifica en superficial y subterráneo, según si el escurrimiento se realiza o no a través de las capas de la corteza terrestre. El superficial se clasifica según la posición que las obras guardan con respecto al eje del camino, en paralelo o trasversal.

El drenaje longitudinal es aquel que tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en él; quedan comprendidos en este tipo las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento. Se llaman de drenaje longitudinal porque están situadas más o menos en forma paralela al eje del camino.

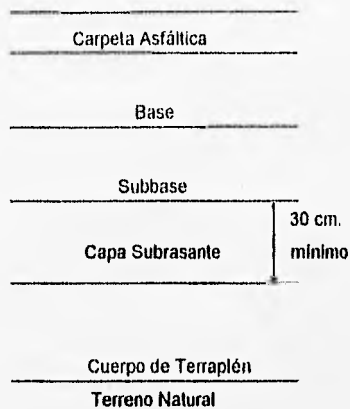
El drenaje trasversal es el que tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien retirar lo más pronto posible el agua de su corona; quedan comprendidos en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, lavaderos, vados, sifones invertidos, puentes y el bombeo de la corona.

De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje trasversal, se ha convenido a dividir éste en mayor o menor. El drenaje mayor es aquel que requiere obras con claro mayor a 6 m. A las obras de drenaje mayor se les denomina puentes y a las de drenaje menor alcantarillas.

Para construir la cimentación de las obras de drenaje y en especial la de los puentes, se realizan estudios de mecánica de suelos, los cuales dan como resultado la resistencia del suelo, las recomendaciones para la profundidad de desplante y las de los tipos de cimentación más adecuados para el caso particular.

En cuanto a los materiales que se utilizan en la construcción de la sección trasversal de una carretera, están los materiales pétreos, térreos, asfálticos e

industriales, los cuales para aprovecharse deben cumplir los requisitos marcados en las normas de calidad. Una típica sección transversal en terraplén se compone de las siguientes capas:



Para la construcción del cuerpo del terraplén, dependiendo del tipo de terreno en que se construya, se utilizan materiales provenientes de los cortes o de préstamos. Si el terreno es plano, en general, la construcción se realiza utilizando materiales de préstamo. Si el terreno es de lomerío, los terraplenes se construyen con materiales provenientes de los cortes. En terreno montañoso, en general, no se construyen terraplenes sino al contrario, por el exceso de cortes se tiene un volumen fuerte de desperdicio. El acomodo de los materiales puede realizarse de tres maneras diferentes:

1. Cuando los materiales son compactables, se les debe dar este tratamiento con el equipo que corresponde según su calidad; en general, el grado de compactación de estos materiales en el cuerpo del terraplén será del 90%; el espesor de las capas será de acuerdo al equipo de construcción.
2. Si los materiales no son compactables, se forma una capa cuyo espesor sea casi igual al del tamaño de los fragmentos de roca, pero no menos de 15 cm.

3. Si se requiere realizar rellenos en barrancas angostas y profundas, en donde no sea fácil el acceso del equipo de acomodo o compactación, se permite que el material se coloque a volteo, hasta una altura en que ya pueda operar el equipo.

Para la construcción de la capa subrasante, en general, se utilizan materiales de banco que tengan las características adecuadas. Estas características se pueden conocer gracias a pruebas como pueden ser granulometría, plasticidad, resistencia, expansión y dureza. Si el material que se extrae de los cortes cumple con estas características, se puede utilizar (escarificando, conformando y compactando) para construir esta capa subrasante la cual generalmente consta de dos capas de 15 cms. de espesor mínimo. Cuando los materiales que se encuentran en las zonas cercanas a la obra no cumplan con las características marcadas en las normas, se requiere estabilizarlos en forma adecuada, ya sea mecánica o químicamente.

Los materiales para la construcción de las capas del pavimento siempre provienen de banco, pudiéndose utilizar aglomerados de arroyos y depósitos. También se pueden utilizar conglomerados suaves o duros y rocas que puedan ser fisuradas o sanas, y en general requieren de uno o más tratamientos (cribado, triturado...). Los materiales de tipo industrial como cemento Portland, cal, acero, asfalto, se adquieren en las empresas estatales o particulares que los producen y deben cumplir los requerimientos necesarios de acuerdo al uso que van a tener. El procedimiento constructivo para las bases y las subbases consiste en:

- a) Acarreo a la obra. Los materiales tratados previamente, o los que se pueden llevarse en forma directa del banco, se acarrean a la obra, en donde se acamellonan, es decir, se hace un acordonamiento de sección constante para medir su volumen, y en caso de que falte, se deben realizar los recargues necesarios. Para acamellonar los materiales se utilizan motoconformadoras.
- b) Tratamientos en la obra. En seguida, a los materiales que lo necesitan, se les efectúan los tratamientos en el tramo, que en general son estabilizaciones mecánicas aunque a veces también son de tipo químico.

c) Compactación. A continuación se efectúa la compactación del material, para lo cual se requiere humedecerlo con una cantidad de agua cercana la óptima. El agua no se riega una sola vez, sino que se distribuye en varias pasadas de la pipa

d) Riego de impregnación. Una vez alcanzada en las bases el grado de compactación de proyecto, se dejan secar superficialmente durante varios días. Una vez que se tiene a la capa en esa condición, se barre para retirar de ella la basura, polvo y partículas sueltas que pueda haber. En seguida, se debe proporcionar a la base un riego llamado de impregnación, que se realiza distribuyendo asfalto FM-1 en proporción de 1.5 l/m<sup>2</sup>. Este riego de impregnación sirve para tener una zona de transición, entre la base de materiales naturales y la carpeta asfáltica. Esta carpeta asfáltica se construye de la siguiente manera:

1. Transporte a la obra. Se utiliza el mismo procedimiento que en las bases y subbases para si el volumen acarreado es el necesario.
2. Una vez que se ha calculado la cantidad de asfalto para regarse en un tramo de longitud determinada, se va abriendo con la motoconformadora el material pétreo, cubriendo parte de la corona. Sobre este material se riega asfalto por medio de una petrolizadora. La motoconformadora volverá a abrir material acamellonado y la petrolizadora regará otra parte del asfalto calculado. Estas operaciones se volverán a realizar hasta que se incorpore, en pasadas completas de la petrolizadora, todo el asfalto necesario. A partir de este momento, la motoconformadora empezará a mezclar el material pétreo y el asfalto, pasándolos de un lado a otro de la corona, hasta que se homogeneice completamente el asfalto.
3. Una vez alcanzado anterior, se procede a dar sobre la base impregnada y barrida, un riego de liga con rebajado asfáltico FR-3 en proporción de 0.7 l/m<sup>3</sup>, y de inmediato se extiende la mezcla sobre la corona con un espesor constante.
4. Ya extendida la mezcla, se procede a compactarla, para lo cual se pueden utilizar rodillos neumáticos, o rodillos lisos o ambos, con pesos entre 8 y 15 toneladas, hasta alcanzar 95% con el peso volumétrico de la prueba de Porter estándar. Al final de la compactación, se borran las huellas de los neumáticos por medio de un rodillo liso, que cierre a media rueda toda la superficie compactada.



En cuanto a la operación y mantenimiento de las carreteras, son fases de mucha importancia en las cuales otra vez más se requiere de la participación conjunta de Ingenieros especializados en diversas áreas. Es durante estas fases en donde una carretera sirve el propósito para por lo cual fue creada, por lo que es necesario una atención constante para el buen funcionamiento de la misma. Veamos algunas de las fallas más comunes en pavimentos y sus probables causas:

- *Roderas*. Son deformaciones longitudinales, que se presentan en la superficie de rodamiento, en la zona de mayor incidencia de las ruedas de los vehículos. Si son menores a 1 cm se deben a deformación de la carpeta asfáltica, pero si son mayores se debe a una insuficiencia en la base, o a que ésta no es de la calidad adecuada.
- *Superficie de rodamiento lisa*. Este defecto se debe a exceso de asfalto en el riego de liga, en la mezcla asfáltica o en el riego de sello. El exceso de asfalto por acción del tránsito se bombea hacia la superficie de rodamiento, provocando su alisamiento y aún se puede tener una capa de asfalto de 1 ó 2 mm. en forma de nata. Esto es muy peligroso porque los vehículos derrapan con facilidad.
- *Pequeñas deformaciones trasversales rítmicas*. Esta falla, que es muy molesta al tránsito, se presenta cuando la base no está adecuadamente cementada, o que en definitiva se construyó con materiales inertes, y se debe a las deformaciones de esta capa, producidas por la vibración y esfuerzos tangenciales provocados por los vehículos y se reflejan hacia la superficie de rodamiento.
- *Desintegración de la carpeta*. Se presenta en carpetas asfálticas antiguas, por oxidación del asfalto o en carpetas relativamente recientes con insuficiente contenido de asfalto.
- *Grietas longitudinales a la orilla de la carpeta*. Este problema se presenta en las terracerías, ya sea por contracciones que se presenten en ellas o por estar construidas sobre terrenos blandos; también puede deberse a que el tránsito se acerca mucho a las orillas cuando la carpeta cubre toda la corona de la vía, en cuyo caso no se tiene suficiente confinamiento lateral.

- *Presencia de calaveras.* Las calaveras son huecos que se presentan en la superficie de rodamiento y que pueden llegar a ser muy numerosos; su tamaño no es mayor a 15 cm. Se deben a una insuficiente calidad en la base o a carpetas con contenido de asfalto menor al óptimo.
- *Baches.* Se deben a la desintegración de la carpeta y base por mala calidad en los materiales inferiores, incluyendo las terracerías con alto contenido de agua.
- *Descarnado de la carpeta.* Se debe al uso de aditivos inadecuados en las mezclas. Se presentan en zonas de fuertes esfuerzos horizontales provocados por el tránsito como en la zona de arranque y frenado, en avenidas o calles de ciudades.
- *Deformaciones fuertes de la superficie de pavimento.* Se deben a insuficiente espesor o mala calidad de los materiales del pavimento, y mala calidad de las terracerías a menudo con una notable falta de compactación desde la construcción. Casi siempre se tiene la presencia de una gran cantidad de agua por falta de cunetas, subdrenaje u otras obras para el control del agua.
- *Deformaciones de la corona junto a las cunetas.* Se debe a un exceso de humedad en el terreno natural por no existir cunetas revestidas y a falta o mal funcionamiento del subdrenaje.

La construcción de las vías terrestres debe ser tal, que con una conservación normal y las rehabilitaciones programadas se soporte el tránsito durante el tiempo que se le ha considerado de vida útil sin que los tramos presenten deformaciones apreciables.

#### **f) Clasificación de las carreteras.**

De acuerdo a la función que desempeñan o a los efectos que tienen, las carreteras se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a) *De función social.* Son las que se construyen con el fin primordial de integrar al resto del país, las zonas de bajo potencial económico, pero tomando en cuenta a los núcleos de población de cierta importancia. Se busca que a partir de la existencia de una vía de comunicación permanente, ésta entrañe un cambio

decisivo en el modo de vida de sus habitantes, al hacerles llegar los beneficios que representa la educación, la justicia, la salubridad, las relaciones con nuevos mercados y otros servicios.

- b) *De penetración económica.* Su principal objetivo será el de romper la situación de autoconsumo e incorporar las zonas potencialmente productivas a la economía del mercado nacional, debido a que éstas son obras de iniciación al desarrollo que establecen las bases para que, en esas regiones, se efectúen inversiones en otros sectores, a diferentes escalas, con el consecuente impacto económico y social para sus habitantes y el beneficio que implica en la economía nacional, la introducción de productos en la nueva zona.
- c) *En zonas desarrolladas.* Las obras viales para zonas desarrolladas tiene como efecto principal, la reducción de insumos, al proporcionar en los costos de transporte, ya sea que este ahorro se obtenga individualmente (caso de los usuarios en carreteras), o por conducto de una institución gubernamental, siendo la colectividad en todo caso, el sujeto que ahorra. Los beneficios directos que las carreteras aportan a la colectividad son: ahorros en costo de tracción, ahorros en tiempos de recorrido y supresión de pérdidas motivadas por el posible congestionamiento de las carreteras de la región.

De acuerdo al financiamiento u operación de los caminos, las carreteras se pueden clasificar en:

- a) *Carreteras Federales.* Son costeadas totalmente por el Gobierno Federal desde su construcción, hasta su conservación.
- b) *Carreteras Estatales.* El Gobierno Federal coopera con un 50% del costo y el otro 50%, el Gobierno Estatal.
- c) *Caminos en cooperación.* La participación es tripartita, es decir Federación, Estado y Particulares.
- d) *Carreteras Paraestatales.* Es una red privada que pertenece principalmente a Petróleos Mexicanos (Pemex), a Comisión Federal de Electricidad (CFE) y a Caminos y Puentes Federales (CAPUFE).

e) *Carreteras concesionadas*. Se construyen con financiamiento de la Iniciativa Privada y en menor grado (25% máximo) del Gobierno Federal. Su conservación corre a cargo de la Iniciativa Privada mientras que la reglamentación a cargo del Gobierno Federal.

Desde el punto de vista de proyecto o especificaciones geométricas, las carreteras se han clasificado en:

- a) *Especiales*.
- b) *Tipo A*.
- c) *Tipo B*.
- d) *Tipo C*.
- e) *Tipo D*.
- f) *Tipo E*.

Las especiales son aquellas que se proyectan para zonas determinadas y cuando se tiene la necesidad de movilizar un volumen de tránsito grande como sucede generalmente en el acceso a poblaciones de importancia o a zonas muy productivas. Dentro de este grupo quedan comprendidas las autopistas que generalmente son de cuota. He aquí una tabla clasificatoria:

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	ESPECIAL	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D	TIPO E
Carriles de circulación	#	más de 2	2	1 ó 2	1 ó 2	1	1
Ancho de corona	m	22.5 (4 carr.)	8 a 9	7 a 8	7	6	4.5
Velocidad máxima de proyecto	km/h	110-60	110-50	80-30	70-25	60-20	60-30
Grado máximo de curvatura	°	3 a 11	3 a 18	5.5 a 64	7.3 a 70	12 a 70	11 a 62
Pendiente máxima	%	2.75 a 4.25	2.75 a 11	2.75 a 17	3.25 a 30	7.5 a 60	7.5 a 60
Volumen Promedio Diario Anual	veh./día	más de 3,000	3,000	1,500	1,000	500	400
Bombeo	%	2	2	2	2 a 3	2 a 3	3

Por su superficie de rodamiento, las carreteras pueden ser:

- *Pavimentadas.*
- *Revestidas.*
- *Terracerías.*
- *Brechas.*

Finalmente, por su importancia, las carreteras se clasifican como sigue:

- *Troncales o primarias.* Soportan grandes volúmenes de tráfico y son las que se pueden considerar interestatales o de largo itinerario.
- *Alimentadoras o Secundarias.* Son las que funcionan como tributarias de las troncales; y a su vez éstas tienen ramales de toda la región a que dan servicio.
- *Vecinales o Terciarias.* Son ramales de poco tránsito y bajas especificaciones, con acceso a las carreteras Troncales y Alimentadoras.

## II. EL ESQUEMA DIRECTOR NACIONAL DE CARRETERAS

### a) Introducción.

Como ya se vio en el capítulo anterior, nuestra infraestructura carretera ha tenido un desarrollo muy importante en las tres últimas décadas. Gran parte de este avance en carreteras federales y troncales (Red Básica), se planeó a través del *Esquema Director Nacional de Carreteras* de 1980. Este Esquema Director realizado por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, es un conjunto de estudios cuyo fin era:

- a) Conocer las implicaciones, cuantitativas y cualitativas, que para la red carretera iba a tener el nuevo sistema de ciudades definido por el Plan Nacional de Desarrollo Urbano.
- b) Identificar los principales polos generadores de tránsito del país, así como el grado de interrelación que existe entre cada par de ellos.
- c) Pronosticar la demanda nacional de carreteras que se tendría en el mediano y largos plazos.
- d) Determinar las características geométricas que deberían tener los tramos que liguen entre sí a cada par de ciudades.
- e) Definir criterios que permitan jerarquizar los tramos y establecer una programación anual de las obras.
- f) Estimar las necesidades presupuestales que de ello se deriven.

Los antecedentes de este Esquema son el *Plan de Carreteras de la Red Federal (1964)* cuya meta era la definición de enlaces deseables conforme a criterios político-administrativos y económicos y el *Esquema Director de la Red Carretera (1975)* que buscaba principalmente la definición de la demanda de tránsito en función de la tasa de motorización y el crecimiento demográfico.

### b) Marco de referencia, objetivo y contenido del Esquema Director

*El Esquema Director Nacional de Carreteras*, toma como base de los flujos interurbanos, una estructura urbana de 99 ciudades que genera y aglutina a más del 80% del tránsito que circula por la Red Básica considerada en el estudio (35,000 Kms.) y al 94% de la población urbana de 1980.

Esta red básica comprende exclusivamente aquellas carreteras calificadas cuyo funcionamiento incidía en forma apreciable en la economía nacional; el resto de ellas, las de influencia regional o rural, pertenecían a otro rango, con procedimientos de análisis y estudios específicos. Sin embargo, para fines presupuestales globales de carácter programático-presupuestal, el monto de las inversiones para obras de este último debería ser siempre considerado, dada la posible influencia que pudiese tener sobre los requerimientos presupuestales de la Red Básica del país.

El Esquema Director determina, dentro de las estrategias de programación a nivel nacional, los tipos de acciones a realizar en cada itinerario o ruta, así como el volumen de recursos que a esas acciones corresponda. La generalización en el análisis no permite definir con mucho detalle los proyectos; no obstante, conviene que éstos se apeguen al nivel de acondicionamiento que el propio Esquema define y dentro del monto de inversión que en él se expresa con el objeto de asegurar la congruencia del proyecto en el contexto de las necesidades y posibilidades a nivel nacional.

El Esquema Director trató de dimensionar la Red Vial en su conjunto y a nivel nacional, a partir del análisis de la demanda transporte, expresada ésta en términos del número de vehículos de tipo ligero y de vehículos de tipo pesado (considerando en estos últimos los camiones y autobuses) que circulan o circularán según proyecciones bien fundadas, en los diversos elementos que integran la Red Básica.

La precisión de los datos que involucra el Esquema Director, es la requerida a escala nacional, esto es:

a) La descripción de la red actual y de futuros proyectos, y los costos correspondientes de obra, son indicativos ya que no toman en cuenta con precisión las condiciones locales, las que deberán de ser consideradas en la concepción definitiva del proyecto.

- b) Los tránsitos involucrados son a nivel de intercambios interurbanos, es decir, entre ciudades que desempeñan un papel significativo a nivel nacional; los tránsitos locales se consideran en el Esquema Director, como un porcentaje del tránsito total variable según la región.

El estudio del Esquema Director comprendió dos etapas: la primera consistió en el estudio de la demanda de transporte actual y futura, a nivel nacional, de vehículos automotores y la segunda, en el estudio de las obras que progresivamente se irán requiriendo para satisfacer esa demanda de transporte terrestre tomando en cuenta las condiciones económicas del país.

La Primera Etapa, denominada "La Demanda", contiene:

- a) Un estudio de los flujos interurbanos, basados en los aforos Origen-Destino y la concepción de un modelo matemático de simulación.
- b) Un estudio de proyección de la demanda para los años 1988 y 1994, basado en un análisis de la evolución global del tránsito nacional a una tasa del orden del 9.5% anual, que resulta confiable para los 15 próximos años; y en un análisis de la evolución regional que toma en cuenta las metas del PNDU, a partir de las cifras contenidas en el censo de 1980.

La Segunda Etapa, denominada "Las Obras Necesarias", contiene:

- a) Un rango factible de inversiones destinadas a las carreteras de la Red Básica entre 1981 y 1994, cuyo monto sería del orden de 314 mil a 385 mil millones de pesos, a precios de 1980.
- b) La elección del nivel deseado de acondicionamiento de la Red, acorde con las posibilidades presupuestales (nivel de servicio C).
- c) La definición de las acciones "objetivo" en la Red Básica para los años de 1994 y 1988, según el nivel de servicio deseado.
- d) La programación año por año de las obras de cada tramo, para lograr el objetivo 1988.

**c) La demanda de tránsito actual y futura.**



Un estudio de tránsito, debe apoyarse en un buen conocimiento de los tránsitos en todo el país, durante un periodo de más de cinco años. La evolución del tránsito tiene que analizarse en relación con numerosos datos estadísticos como la población, la tasa de motorización y otros datos socioeconómicos. El período intercensal es en México de 10 años. Consecuentemente, el análisis del tránsito y de su evolución debe abarcar, cuando menos, un período de 10 años. En este caso, para el Esquema Director, el período elegido fue el comprendido entre 1968-1980. El censo sobre datos estadísticos de tránsito permitió establecer una estimación de los diversos flujos de tránsito para el año 1977 con una buena confiabilidad.

La base del estudio la constituye una estructura urbana formada por 99 ciudades, siendo éstas las que conformaban los sistemas urbanos integrados del país, tal como los definía el Plan Nacional de Desarrollo Urbano. He aquí la lista de ciudades consideradas:

NÚMERO	CIUDAD	ESTADO
1	Aguascalientes	Aguascalientes
2	Ensenada	Baja California Norte
3	Mexicali	Baja California Norte
4	Tijuana	Baja California Norte
5	La Paz	Baja California Sur
6	Campeche	Campeche
7	Cd. del Carmen	Campeche
8	Villa Acuña	Coahuila
9	Monclova	Coahuila
10	Saltillo	Coahuila
11	Torreón	Coahuila
12	Colima	Colima
13	Tecomán	Colima
14	Tapachula	Chiapas
15	Tuxtla Gtz.	Chiapas

16	Cd. Cuauhtémoc	Chihuahua
17	Chihuahua	Chihuahua
18	Cd. Delicias	Chihuahua
19	Hidalgo del Parral	Chihuahua
20	Cd. Juárez	Chihuahua
21	Cd. de México	Distrito Federal
22	Durango	Durango
23	Celaya	Guanajuato
24	Irapuato	Guanajuato
25	León	Guanajuato
26	Moroleón	Guanajuato
27	Silao Gto.	Guanajuato
28	Acapulco	Guerrero
29	Chilpancingo	Guerrero
30	Iguala	Guerrero
31	Taxco	Guerrero
32	Pachuca	Hidalgo
33	Tulancingo	Hidalgo
34	Cd. Guzmán	Jalisco
35	Guadalajara	Jalisco
36	Lagos de Moreno	Jalisco
37	Ocotlán	Jalisco
38	Pto. Vallarta	Jalisco
39	San Juan del Río	Querétaro
40	Toluca	México
41	Morelia	Michoacán
42	La Piedad	Michoacán
43	Cd. Sahagún	Hidalgo
44	Uruapan	Michoacán

45	Zacápu	Michoacán
46	Zamora	Michoacán
47	Zitácuaro	Michoacán
48	Cuauhtla	Morelos
49	Cuernavaca	Morelos
50	Zacatapec	Morelos
51	Tepic	Nayarit
52	Monterrey	Nuevo León
53	Oaxaca	Oaxaca
54	Tehuantepec	Oaxaca
55	Izúcar de Matamoros	Puebla
56	Puebla	Puebla
57	Tehuacán	Puebla
58	Querétaro	Querétaro
59	Chetumal	Quintana Roo
60	Cd. Valles	San Luis Potosí
61	San Luis Potosí	San Luis Potosí
62	Los Mochis	Sinaloa
63	Culiacán	Sinaloa
64	Mazatlán	Sinaloa
65	Cd. Obregón	Sonora
66	Guaymas	Sonora
67	Hermosillo	Sonora
68	Navjoa	Sonora
69	Nogales	Sonora
70	San Luis Río Colorado	Sonora
71	Villahermosa	Tabasco
72	Cd. Mante	Tamaulipas
73	Matamoros	Tamaulipas

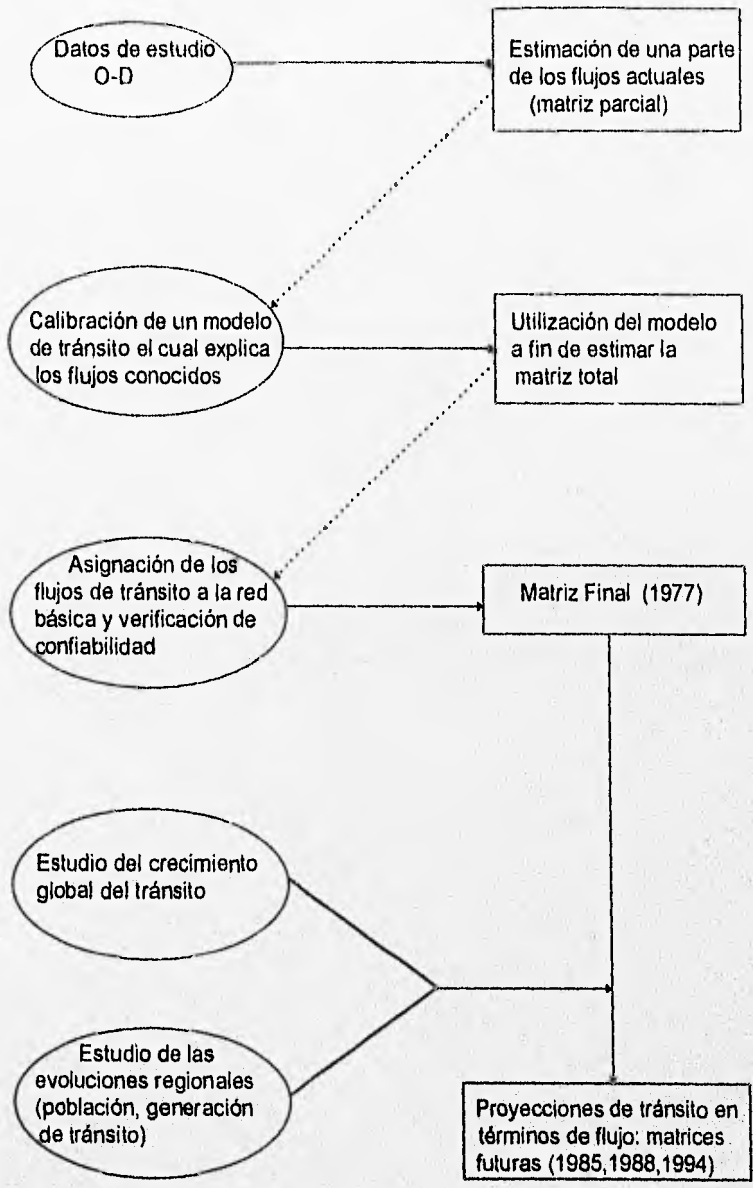
74	Nuevo Laredo	Tamaulipas
75	Reynosa	Tamaulipas
76	Tampico	Tamaulipas
77	Cd. Victoria	Tamaulipas
78	Tlaxcala	Tlaxcala
79	Minatitlán	Veracruz
80	Córdoba	Veracruz
81	Jalapa	Veracruz
82	Poza Rica	Veracruz
83	Veracruz	Veracruz
84	Mérida	Yucatán
85	Fresnillo	Zacatecas
86	Zacatecas	Zacatecas
87	Cancún	Quintana Roo
88	Lázaro Cárdenas	Quintana Roo
89	Juchitán	Oaxaca
90	Acayúcan	Veracruz
91	Orizaba	Veracruz
92	Túxpan	Veracruz
93	Piedras Negras	Coahuila
94	Nueva Rosita	Coahuila
95	Manzanillo	Colima
96	Zihuatanejo	Guerrero
97	Matehuala	San Luis Potosí
98	Apizaco	Tlaxcala
99	Cárdenas	Tabasco

Por otra parte, algunas de las ciudades existentes de 30,000 habitantes no fueron elegidas, dado que su influencia en la generación de tránsito resulta un tanto

marginal sobre el que generan las ciudades de que son vecinas (esto ocurre por ejemplo en la región del Bajío); no obstante, ciertas ciudades existentes de rango de 30,000 habitantes si fueron elegidas en otras regiones, en las que se consideró que tienen una participación significativa en el tránsito (Fresnillo, Zac. y Cárdenas, Tab. son ejemplos de este fenómeno).

La Red Básica considerada en el Esquema Director, se estableció agregando al conjunto de carreteras definidas en el "*Programa de Modernización de Red Carretera*", aprobado en Septiembre de 1980 y constituido por 25,000 Km., las rutas que hacen posible la comunicación entre cada par de ciudades de las 99 de la estructura urbana. Esta operación dio como resultado una Red Básica del orden de los 35,000 Km. de carreteras, de las cuales sólo 1,000 Km., tienen más de 2 carriles. En cuanto a la Red Básica futura, ésta se determinó agregando a la existente tramos de itinerarios posibles que sumaron 10,500 Km.

Los datos existentes de tránsito permitieron, por medio de la actualización, una estimación de una parte de la demanda entre las 99 ciudades. Permitieron asimismo, estudiar un modelo matemático de simulación (relación entre la demanda y sus polos de generación y las características de estos mismos, como por ejemplo: la población y la motorización), que hizo posible estimar los intercambios no conocidos mediante aforos, y efectuar una estimación de la matriz total de intercambios para 1977 entre las 99 ciudades, cuya confiabilidad pudo asegurarse mediante una simulación en la Red Básica y una confrontación con la realidad (datos viales). La matriz actual sirve de base para estimar la demanda futura, mediante factores globales y posteriormente regionales de crecimiento que se deben estudiar en forma particular. He aquí un esquema ilustrativo del procedimiento:



Para elegir la información de tránsito que fue posteriormente utilizada, se tomó en cuenta que desde 1962 se han realizado numerosas encuestas Origen-Destino en la Red Básica; que éstas se suspendieron en 1972, y que cinco años después se reanudaron.

El Instituto de Ingeniería de la UNAM, definió entonces una estrategia de ubicación de estaciones de Origen y Destino, proponiendo cerca de 40 sitios en los que sería posible captar datos que permitieran apreciar cuantitativamente los intercambios en el país.

Conforme a esta estrategia, se eligieron, de entre los 40 mencionados, solamente 14 sitios sobre los cuales se disponía de datos posteriores a 1968. A estos 14 se añadieron 17 sitios más, en los que se contó con datos a nivel regional y que resultan bastante significativos en aras de precisar la situación real en la Red Básica. Estos 31 puestos de encuesta fueron los que finalmente sirvieron para determinar la matriz parcial la base del modelo ya mencionado. He aquí la ubicación y la fecha de encuesta de los 31 puestos:

No. de puesto	UBICACIÓN	Fecha de encuesta
110	Carretera de cuota México-Querétaro	1970
106	Carretera libre México-Puebla	1970
108	Carretera de cuota México-Puebla	1970
114	Carretera libre México-Cuernavaca	1970
117	Carretera de cuota México-Cuernavaca	1970
103	Carretera Toluca-México	1969
109	Carretera Toluca-Naucaipan	1970
112	Carretera libre México-Pirámides	1970
113	Carretera de cuota México-Pirámides	1970
2	Carretera Torreón-Chihuahua	1977
115	Carretera Matehuala-Salttillo	1970
14	Carretera Minatitlán-Acayucan	1979
73	Carretera Ciudad Victoria-Mante	1968

85	Carretera Saltillo-Monterrey	1968
1	Carretera Torreón-Cuencame	1977
3	Carretera Monclova-San Pedro de las Colonias	1977
4	Carretera Saltillo-Torreón	1977
13	Carretera Coatzacoalcos-Cárdenas	1979
15	Carretera Cárdenas-Villahermosa	1979
123	Carretera Acayucan-Paso del Toro	1971
102	Carretera Culiacán-Guamuchil	1969
67	Carretera La Zarca-Parral	1968
81	Carretera Monterrey-Cd. Victoria	1968
82	Carretera San Fernando-Reynosa	1968
97	Carretera Lagos de Moreno-Sn. Juan	1969
98	Carretera Lagos de Moreno-Aguascalientes	1969
99	Carretera Lagos de Moreno-León	1969
90	Carretera Santa Cruz-Guadalajara	1969
111	Carretera México-Pachuca	1970
44	Carretera Hermosillo-Santa Ana	1966
49	Carretera Juchitan-Tuxtla	1966

Los dos últimos puestos, a pesar de sus fechas anteriores al año 1968, fueron elegidos por tener una información muy completa de diversos regiones del país.

Para cada puesto de aforo se constituyó un fichero de los datos censados, de la siguiente manera:

1. Origen-Destino.
2. Volumen de autos registrados.
3. Volumen de buses registrados.
4. Volumen de camiones registrados.

Para cada uno de los 31 sitios o estaciones de encuesta, fue posible referir sus datos a 1977, por ser el año base de los datos existentes. Para ello, se utilizó un



factor de ajuste específico para cada estación, basado en el conocimiento y estudio de las estadísticas viales correspondientes a las carreteras que rodean el punto de Origen y Destino. Esto permitió considerar 380 flujos interurbanos los cuales sirvieron para constituir una matriz parcial de flujos para cada tipo de vehículo.

Con los 99 polos se pueden establecer 4,851 relaciones teóricas de las cuales sólo un 8% (380) se estimó por encuestas. Sin embargo, los 380 flujos representan:

- En términos cuantitativos, una gran parte del volumen total de tránsito interurbano del orden del 50%, cantidad suficiente para determinar un modelo de tránsito representativo.
- En términos cualitativos, una gran variedad de flujos que permitieron el análisis de tipo geográfico útil para mejorar el modelo gravitacional inicial que se había hecho en el Esquema Director de 1975.

Por otra parte, hay que considerar que los resultados obtenidos dan una buena y confiable estimación de la composición del tránsito, según los tipos de vehículo:

AÑO	AUTOS	BUSES	CAMIONES
1970	65.7%	11.6%	22.7%
1977	68.7%	10.2%	21.2%

Mientras que el tránsito de vehículos pesados creció a un ritmo anual de 8% el tránsito de autos creció a un ritmo de 10% anual.

Como ya se dijo, el conocimiento de los 380 flujos interurbanos a nivel nacional permitió, afinar y completar el modelo de tránsito de tipo gravitacional desarrollado en el estudio anterior (1975) y cuya expresión matemática fue la siguiente:

$$T_{ij} = \frac{K \cdot (P_i \cdot P_j)}{f_{ij}}$$

En la que:

**T<sub>ij</sub>**: es el flujo vehicular entre i y j, expresado en tránsito promedio diario anual.

**P<sub>i</sub>, P<sub>j</sub>**: son las poblaciones entre las ciudades i y j.

**f<sub>ij</sub>**: es una función de resistencia que depende a su vez del tiempo de recorrido entre i y j.

K: es un factor promedio nacional denominado "coeficiente de generación".

Este modelo se ajustó separadamente para los diferentes tipos de vehículos: automóviles y vehículos pesados.

En los trabajos de actualización del Esquema Director se consideró necesario efectuar ciertas modificaciones a dicho modelo en razón de los resultados obtenidos del estudio correspondiente al diagnóstico efectuado. Estas modificaciones consistieron en lo siguiente:

- Mejoramiento de la función de resistencia  $f_{ij}$ , mediante el aprovechamiento de nuevos datos.
- Tomar en cuenta las disparidades existentes entre las ciudades, asignando a cada una de ellas un parámetro K de generación de tránsito, el cual se calculó con base en los datos de aforo más recientes.

La justificación teórica de la evidencia empírica se basó en el hecho de que el factor K representa cierta "movilidad" (número de viajes por persona), cuya variabilidad, a nivel regional, puede ser significativa debido a la motorización local (número de vehículos por habitante), que por lo general es variable de ciudad a ciudad. Dicha motorización es función de otras variables que se enmarcan dentro del espacio socioeconómico.

La utilización de un factor de movilidad por ciudad  $K_i$ , en vez de un factor promedio K dio lugar a otra expresión matemática de la forma:

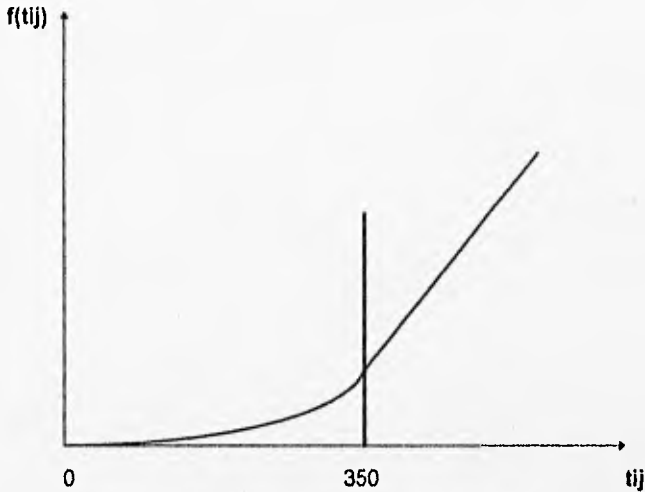
$$T_{ij} = \frac{K_i \cdot K_j \cdot (P_i \cdot P_j)}{f_{ij}}$$

donde:

$K_i$ ,  $K_j$ : son valores o parámetros que dependen de las características socio-demográficas y económicas propias de las ciudades  $i$  y  $j$ .

En este caso, una vez introducida la información, se observó que la función de resistencia  $f_{ij}$ , al representarla como el eje de las ordenadas y graficarla contra los tiempos de recorrido  $t_{ij}$  en las abscisas, no presenta una sola expresión matemática sino dos o tres, lo cual corresponde a comportamientos variables de los usuarios de la Red, como lo muestran las gráficas a continuación.

Para el tránsito de automóviles, resultaron dos funciones de resistencia: una para las distancias que pueden ser recorridas en menos de 350 minutos y la otra para distancias mayores. Su expresión gráfica se ilustra a continuación:



El espacio comprendido entre 0 y 350 minutos, puede interpretarse como intervalo de tiempo dentro del cual la sensibilidad del tránsito a la distancia, alcanza un valor máximo. Para las distancias mayores a 350 minutos, un aumento de la distancia tiene un efecto constante en la disminución del tránsito, mientras que para distancias inferiores, un aumento de distancia tiene un efecto marginal variable (creciendo según las distancias).

Asimismo se observaron cambios de comportamiento del usuario a partir de dos horas y después de catorce de tiempo de recorrido en el caso de los vehículos pesados.

En forma numérica los comportamientos observados pueden expresarse en la forma siguiente:

Para los automóviles:

Si  $0 < t \leq 350$  minutos, entonces  $f(t_{ij}) = K t_{ij} e^{-\alpha t_{ij}}$

y se obtiene  $K = 11.3522$

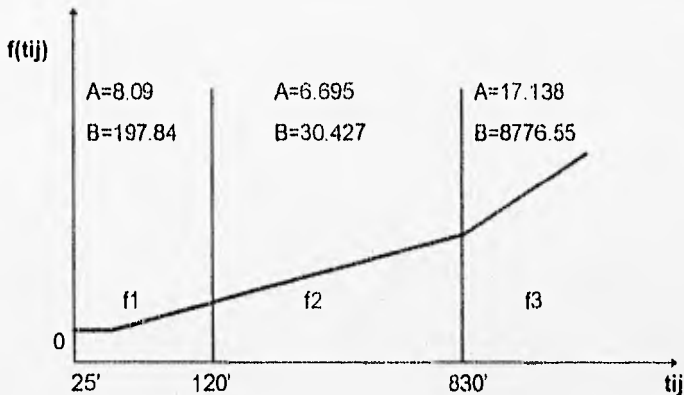
y  $\alpha = 5.66446 \times 10^{-3}$  mediante un análisis de regresión.

Si  $350 \text{ minutos} \leq t$ , entonces  $f(t_{ij}) = (A \cdot t_{ij}) - B$

y se obtiene  $A = 246$

y  $B = 57250$  mediante un análisis de regresión.

Para los vehículos pesados, las leyes de comportamiento son las siguientes:



En los tres comportamientos, los valores de A y B fueron determinados mediante el análisis de regresión correspondiente.

Como puede observarse, la sensibilidad del tránsito o flujo de vehículos pesados se caracteriza por tres intervalos de distancia dentro de los cuales se conserva un valor constante, dado que un aumento de distancia provoca una disminución proporcional del tránsito.

Calibrando expresiones matemáticas para cada uno de los rangos de tiempo de recorrido señalados, fue posible establecer una ley de resistencia  $f_{ij}$  del tránsito, cuya validez ha permitido aumentar la confiabilidad del modelo, puesto que se lograron coeficientes de correlación del 92% para el caso de los automóviles (en el estudio de 1975 fue de 77%) y de 87% para los vehículos pesados (que fue de 70% en 1975).

Con respecto a los coeficientes de generación  $K_i$  de cada una de las ciudades, fue posible derivar del cálculo respectivo valores confiables para 40 de estas ciudades, dando como resultado una serie de valores de rango de 1 a 20, que resulta coherente con la gama estimada atendiendo a las tasas de motorización de esas 40 ciudades, las que varían igualmente entre una serie de valores de 1 a 20. Estos resultados justifican un estudio tendiente a la desagregación regional del coeficiente  $K$ , promedio nacional, inicialmente calculado para 1975 y anteriormente explicado.

Para las 59 ciudades restantes, el coeficiente de generación  $K_i$  se estimó mediante consideraciones de tipo geográfico, basándose para fijarlo principalmente en la similitud entre ciudades.

Utilizando los coeficientes regionales  $K_i$  y la nueva función de resistencia, se alcanza un coeficiente de correlación de 97% para automóviles y de 93% para vehículos pesados, merced a los 380 flujos calculados de los 31 estudios Origen-Destino.

De hecho, generalmente se observa que la modelización de los flujos de automóviles resulta más sencilla que la de los vehículos pesados, en razón de que el tránsito de automóviles corresponde a un fenómeno estadístico dentro del concepto de masa, mientras que el tránsito de vehículos pesados pertenece a un fenómeno de carácter discrecional en el sentido matemático, por lo que dadas las características de composición del tránsito, se hace necesario elaborar cálculos por separado.

El conocimiento de las tasas de motorización por ciudad, atendiendo a su tamaño y morfología geográfica así como a la distinción entre el medio urbano y el medio rural, merece ser profundizado, ya que con el conocimiento riguroso de estas tasas se podría emprender un análisis detallado de los coeficientes de generación por ciudad, que son funciones de la motorización y de otros parámetros de carácter geográfico.

El modelo de tránsito finalmente obtenido, permitió estimar las matrices de flujos correspondientes a 1977, utilizándose para tal fin la estimación de aforos cuando ello fue posible o bien adoptando el valor teórico calculado conforme el modelo, para los flujos cuyo valor se desconocía.

La asignación a la red de los flujos así determinados, dio lugar en consecuencia a una verificación de los mismos, mediante su comparación con los tránsitos registrados en 1977 y publicados al año siguiente como Datos Viales. En esta verificación se observó que la diferencia existente entre lo registrado directamente y lo calculado se debe a que ésta no se incluye en la generación operada para las 99 ciudades, debido a que se trata de tránsito local.

Esta diferencia varía entre 0% para regiones con baja densidad de población y de carreteras, hasta un 30% para las regiones con alta densidad en ambos aspectos, siendo un ejemplo de este último caso, el de los alrededores de la Ciudad de México. De hecho, si la diferencia observada puede ser explicada conciliando los tránsitos locales reales derivados de aforos con lo calculado, entonces es posible asegurar la confiabilidad de la matriz de 1977.

En cuanto al pronóstico de la demanda, podemos decir que la previsión del tránsito en el país juega un papel importante por su carácter determinante en la proyección de la demanda, con la cual se establece el volumen total de las matrices futuras de flujos.

Tomando el método clásico, consistiría en estimar la motorización de un país como una función del Producto Interno Bruto (PIB).

$$m = f(\text{PIB})$$

Este método proporciona resultados con un grado importante de incertidumbre en lo relativo a las proyecciones a corto y a largo plazo, debido principalmente al conocimiento inadecuado de la función que tiene un carácter inestable, tal y como se observó para el caso de varios países, en los que durante los diez últimos años hubo una tasa de recesión en el PIB que no se tradujo necesariamente en una baja de la motorización y, por otra parte, la propia incertidumbre al tratar de hacer proyecciones a largo plazo del mismo Producto Interno Bruto.

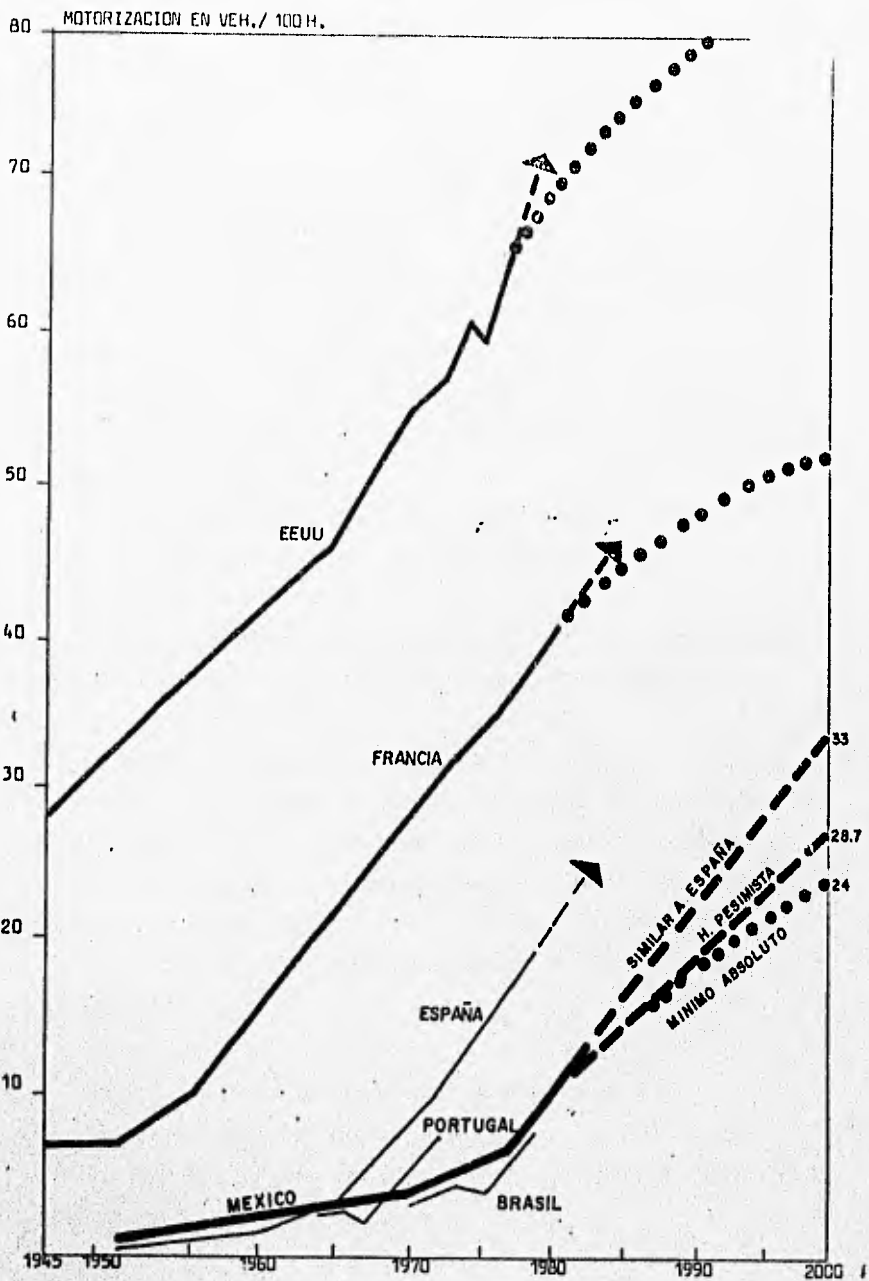
El carácter más estable y más continuo del proceso de motorización de un país puede mostrarse, como es el caso, con un análisis histórico detallado y comparativo de lo ocurrido a ese respecto en algunos países.

De este análisis comparativo, que se ilustra en la gráfica siguiente, se puede estimar una motorización de entre 24 y 33 vehículos por cada 100 habitantes a fin de siglo, lo que correspondería a un crecimiento promedio anual de 9.2% del tránsito total, tomando en cuenta el crecimiento de la población a un intervalo de confianza de un 15%. Esto significa multiplicar por 4.5 los volúmenes de tránsito entre 1977 y 1994.

En esta tasa de 9.2% se ha tomado en cuenta el hecho de que el crecimiento es diferente según el tipo de vehículos. Así, a los automóviles les correspondería la tasa de 9.6%; en tanto que la de los camiones, resulta menor, al llegar a solo 8.1%. Estos valores modificarán igualmente la composición del tránsito, ya que llegará hasta un 27% el porcentaje de vehículos pesados en el tránsito total del año de 1994, mientras que en 1970 y en 1977 este porcentaje fue de 37% y 33% respectivamente. Sería conveniente llevar a cabo un análisis más detallado de los transportes con el propósito de afinar las previsiones globales.

Por otra parte, estas previsiones permiten señalar que la evolución de los otros modos de transporte no tendrán en lo que se refiere a la demanda de transporte carretero, una influencia generalizada. Sin embargo, a nivel local, esta influencia puede ser significativa en el caso de algunas rutas sin ir más allá del 10%, de acuerdo a las perspectivas establecidas en este estudio, lo cual no justifica mayores investigaciones en el Marco del Esquema Director, puesto que esta influencia no cambiará las necesidades de acondicionamiento de Red, sino que solamente influirá parcialmente en la programación de tales acondicionamientos.

Para ilustrar lo expresado en cuanto al proceso de motorización, se presenta la siguiente gráfica, la cual representa lo ocurrido en diversos países, y lo que puede esperarse ocurra en México.





Es importante señalar que la distribución geográfica del crecimiento global del tránsito y la capacidad de generación de tránsito vehicular dependen de la evolución de la población urbana. En lo que se refiere a la población total del país, se aceptó como hipótesis de trabajo que el país tendrá 116 millones de habitantes en el año 2000, con una población urbana que significará cerca del 76% del total.

La repartición geográfica de esta población futura entre las 99 ciudades, requirió la aplicación de ciertos procedimientos para ajustar cifras ya establecidas, es decir, la hipótesis de trabajo elegida corresponde en su origen, a las metas del *Programa Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU)*, sin embargo, en algunos casos y atendiendo al aspecto evolutivo de las necesidades, las cifras de dicho plan fueron ajustadas, tomando en cuenta la situación prevaleciente en 1980, para tratar de lograr proyecciones más confiables.

Se consideró, asimismo, utilizar una hipótesis alternativa de distribución de la población, siendo ésta la que corresponde a una evolución más acorde con la tendencia histórica mostrada.

Esta hipótesis deberá permitir estimar la diferencia con aquella demanda de transporte carretero que se generaría según la distribución prevista en el *PNDU* para 1994.

La evolución relativa de los coeficientes de generación de tránsito, fue investigada a partir de un análisis cualitativo de las perspectivas económicas de las ciudades, tomando en cuenta, desde luego, las orientaciones señaladas en el *PNDU*.

Los flujos futuros fueron calculados siguiendo un proceso que puede resumirse mediante la siguiente expresión:

$$T_{ij}(H) = A \cdot C_i \cdot C_j \cdot T_{ij}$$

En donde:

**H** : es el horizonte de proyección.

**T<sub>ij</sub>(H)** : es el tránsito en el horizonte H, entre las ciudades i y j.

**T<sub>ij</sub>** : tránsito actual entre las ciudades i y j.

**A** : coeficiente de ajuste, que permite lograr la concurrencia con la evolución global del tránsito, estudiada por separado.

$C_i$  : coeficiente de evolución relativa, calculado a partir de la evolución de la población  $i$  y del coeficiente de generación del tránsito por habitante.

$C_j$  : coeficiente de evolución relativa, calculado a partir de la evolución de la población  $j$  y del coeficiente de generación del tránsito por habitante.

Una vez determinados los valores de los coeficientes  $A$  y  $C$  y conocido el tránsito actual, es posible calcular las matrices de flujo en el futuro, utilizando la expresión matemática anterior tanto para automóviles como para los vehículos pesados.

La sensibilidad o variación de los resultados obtenidos al utilizar las hipótesis de trabajo adoptadas, o las hipótesis globales de crecimiento poblacional o vehicular, resultó poco significativa; sin embargo, ésta podría ser mayor si se presenta una distribución geográfica de impulso a la inversión. Por ello, al analizar las posibilidades de variación, se calculó la matriz de demanda de tránsito para el año de 1994, a partir de una repartición geográfica alternativa de la población.

Según lo anterior y teniendo en cuenta un crecimiento de tránsito mayor al 9% anual, los efectos que podrían presentarse se manifestarían seguramente en un desfase de 2 ó 3 años en cuanto a la realización de los objetivos; pudiéndose combinar los errores posibles, a nivel global o volumen total, y a nivel regional.

Los errores máximos (teóricamente posibles) de las estimaciones por relaciones Origen-Destino (33%), se compensan parcialmente al asignarse, por ejemplo, a la Red carretera, el tránsito vehicular en un tramo determinado, que viene siendo básicamente una combinación de relaciones Origen-Destino.

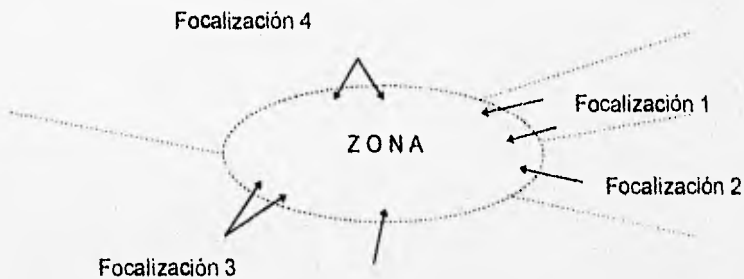
Por otra parte, haciendo las asignaciones en los casos extremos, se puede observar un error máximo de 25% con respecto al tránsito previsto con las hipótesis elegidas para estos casos, lo que da lugar a una nueva repartición de poblaciones con estas bases y a una nueva estimación de distribución regional de la matriz O-D, que muestra un error posible del orden del 18% con respecto al valor promedio elegido.

#### d) Zonificación.

Con el propósito de poder estimar submatrices regionales más simples que la matriz nacional y de poder estudiar algunos fenómenos regionales de manera más práctica, se hizo una zonificación en áreas de estudio.

El principio de zonificación para facilitar los cálculos de tránsitos es el siguiente:

1) Los límites de cada zona deben permitir conservar una matriz interna de los flujos Origen-Destino a la cual se agregarán de la manera más sencilla posible los flujos de intercambio entre esa misma zona y el resto del país, por medio de una focalización adecuada a dicha zona. Lo más difícil es justamente la definición de esta "focalización" que corresponde a conjuntos de centros generadores de tránsito que tienen el mismo comportamiento (o comportamientos muy parecidos) en cuanto a las elecciones de itinerario hacia los centros que pertenecen a la zona estudiada.



Cuanto más numerosos sean los tramos de la red intersectados por el límite de la zona, más difícil será la focalización (las posibilidades geográficas de intercambio con el exterior van creciendo). Por tanto, un requerimiento importante en la zonificación del país, es el minimizar el número de tramos cortados por los límites zonales.

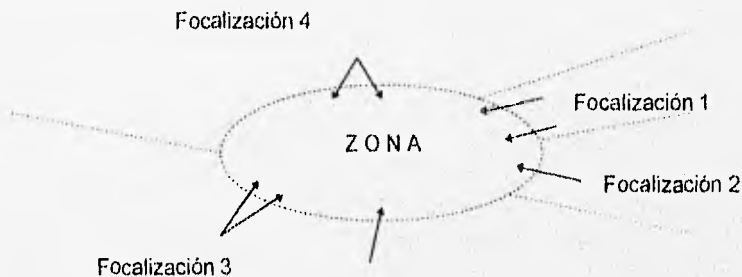
2) Se deberá mantener en una misma zona los grandes proyectos de modernización o de obras nuevas que se pueden considerar. En efecto, las alternativas de diseño o de

#### d) Zonificación.

Con el propósito de poder estimar submatrices regionales más simples que la matriz nacional y de poder estudiar algunos fenómenos regionales de manera más práctica, se hizo una zonificación en áreas de estudio.

El principio de zonificación para facilitar los cálculos de tránsitos es el siguiente:

1) Los límites de cada zona deben permitir conservar una matriz interna de los flujos Origen-Destino a la cual se agregarán de la manera más sencilla posible los flujos de intercambio entre esa misma zona y el resto del país, por medio de una focalización adecuada a dicha zona. Lo más difícil es justamente la definición de esta "focalización" que corresponde a conjuntos de centros generadores de tránsito que tienen el mismo comportamiento (o comportamientos muy parecidos) en cuanto a las elecciones de itinerario hacia los centros que pertenecen a la zona estudiada.



Cuanto más numerosos sean los tramos de la red intersectados por el límite de la zona, más difícil será la focalización (las posibilidades geográficas de intercambio con el exterior van creciendo). Por tanto, un requerimiento importante en la zonificación del país, es el minimizar el número de tramos cortados por los límites zonales.

2) Se deberá mantener en una misma zona los grandes proyectos de modernización o de obras nuevas que se pueden considerar. En efecto, las alternativas de diseño o de

ubicación de un proyecto dentro de una zona no deben influir de manera significativa sobre los resultados (cálculos de tránsito, definición del programa de carreteras) obtenidos para las otras zonas. Por ello, la Red Básica propuesta constituye un cuadro relativamente inflexible para la zonificación.

Por ejemplo, el parteaguas de la Sierra Madre Occidental, no puede constituir un límite de zona porque en la Red Básica existen por lo menos tres proyectos de enlaces atravesándolo.

3) Se deberá limitar el número de zonas a una decena y considerar la región de México (Distrito Federal + Ciudades Satélites) como una zona única.

4) Hacer coincidir lo más posible los límites de las zonas con los límites estatales para que las conclusiones del esquema director puedan ser utilizados directamente a nivel de cada estado.

5) Acercarse lo más posible a la configuración de sistemas urbanos integrados resultantes del *Plan Nacional de Desarrollo Urbano*. Esta congruencia con el *PNDU* se justifica por el análisis de los principales enlaces (de primer o segundo orden) interregionales que se toman en cuenta en el Esquema Director y también por la serie de datos (cuantitativos o cualitativos) propios de cada sistema que servirán para definir las diversas hipótesis de crecimiento del tránsito. La zonificación fue la siguiente:

ZONAS	CENTROS URBANOS INCLUIDOS
1.- Baja California	La Paz, Ensenada, Tijuana, Mexicali, San Luis Rio Colorado.
2.- Norte	Nogales, Hermosillo, Guaymas, Cd. Obregón, Navojoa, Los Mochis, Culiacán, Mazatlán, Cuahtemoc, Cd. Juárez, Chihuahua, Delicias, Hidalgo del Parral, Torreón, Durango.
3.- Noreste	Villa Acuña, Piedras Negras, Nueva Rosita, Nuevo Laredo, Monclova, Saltillo, Monterrey, Reynosa, Matamoros, Cd. Victoria, Cd. Mante, Tampico, Cd. Valles, Tuxpan, Poza Rica.
4.- Centro Norte y Pacífico	Matehuala, Fresnillo, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Lagos de Moreno, León, Guanajuato, Irapuato, Celaya, Querétaro, San Juan de los Lagos.

	Tepic, Guadalajara, Ocotlán, Zamora, Morelia, Puerto Vallarta, Uruapan, Cd. Guzmán, Colima, Tecomán, Manzanillo, Moreleón, La Piedad, Zacapu.
<b>5.- Centro</b>	México, Pachuca, Tulancingo, Cd. Sahagún, Cuautla, Cuernavaca, Iguala, Taxco, Toluca, Zitácuaro.
<b>6.- Centro Golfo</b>	Puebla, Tlaxcala, Apizaco, Izúcar de Matamoros, Tehuacán, Orizaba, Córdoba, Jalapa, Veracruz, Zacatepec.
<b>7.- Centro Pacífico</b>	Lázaro Cárdenas, Zihuatanejo, Acapulco, Chilpancingo.
<b>8.- Sur</b>	Oaxaca, Tehuantepec, Juchitán, Acayucan, Minatitlán, Cárdenas, Villahermosa, Tuxtla Gtz., Tapachula, Campeche, Mérida, Cancún, Chetumal, Cd. del Carmen.

La zona 1 corresponde a la península de Baja California. El estado de Baja California Sur se agregó al de Baja California Norte porque los únicos enlaces por carretera previstos, tienen que pasar por este último Estado, aunque el PNDU propone una agregación con el sistema Noroeste.

La zona 2 constituye un agrupamiento de 3 sistemas del PNDU (Chihuahua, Cd. Obregón, Torreón) ó de 2 zonas de la zonificación inicial de la SAHOP (Norte y Noroeste). Este agrupamiento se justifica por la necesidad de suprimir la frontera natural de la Sierra Madre para estudiar los proyectos que la atraviesan.

La zona 3 corresponde a la zona Noreste de la zonificación inicial SAHOP a la cual se agregaron las ciudades de Poza Rica y Tuxpan que pertenecen al sistema urbano integrado de Tampico.

La zona 4 reúne las zonas "Centro Norte" y "Centro Pacífico" definidas por SAHOP a las cuales se agregaron los Estados de Nayarit (Tepic) y de Querétaro, las cuales pertenecen a los sistemas urbanos integrados del Pacífico y del Bajío Posteriormente, según las necesidades del estudio, la zona 4 podrá ser dividida en dos partes: Pacífico y Centro.

La zona 5 corresponde al conjunto de ciudades que pertenecen al área de influencia directa de México (sistema urbano del centro). Si es necesario, la zona 5 se agregará a las zonas vecinas (4 ó 6 ó 7) para las asignaciones de tránsito.

La zona 6 reúne los sistemas urbanos de Veracruz (Golfo) y de Puebla (Oriente). No está en congruencia con la zonificación inicial SAHOP, pero se justifica por criterios propios del estudio técnico de tránsito (configuración de la Red, proyectos de libramiento Norte o Sur de México).

La zona 7 corresponde al sistema urbano de Lázaro Cárdenas (Pacífico Centro).

Finalmente, la zona 8 reúne los sistemas urbanos de Mérida (Peninsular) y de Minatitlán-Coatzacoalcos (Istmo).

En conclusión, la zonificación del país en 8 zonas coincide en su gran mayoría con los límites estatales. Para las zonas más alejadas de la Ciudad de México, coincide también con la zonificación inicial de la SAHOP y con los límites de los sistemas urbanos del PNDU. Para la región central, los límites han sido determinados refiriéndose en primer lugar a criterios técnicos de cálculo de tránsito y en segundo lugar a criterios cualitativos según la jerarquía urbana definida en el PNDU.

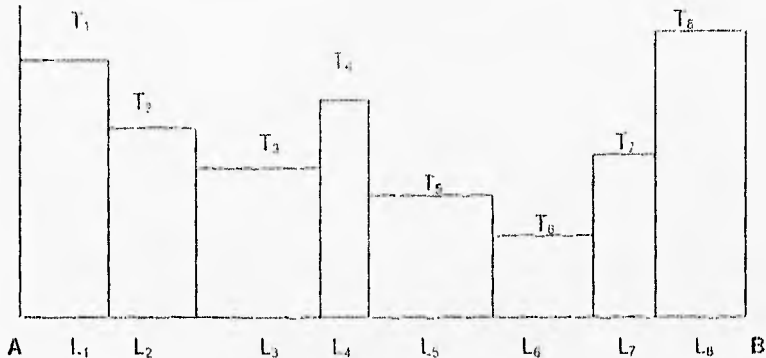
En todo caso, esta zonificación no es más que una base de trabajo para las investigaciones propias de un sistema de enlaces que está todavía por definirse.

#### **e) Estimaciones de tránsito promedio en cada tramo de la Red según los posibles niveles de acondicionamiento.**

El examen de los datos viales de 1977 sirvió para determinar los volúmenes de tránsito en un mismo tramo. De hecho, entre los puntos extremos de un tramo existen a veces localidades que generan un tránsito local bastante importante.

Este tránsito no se debe tomar en cuenta de manera absoluta para estimar un promedio diario. Por ello, para cada tramo de la Red, se estimó un tránsito promedio mediante un cálculo sencillo de ponderación de los datos viales por la distancia correspondiente, los cuales fueron registrados, según se muestra en el ejemplo a continuación:

Tránsito observado



Para el tramo A-B, en este caso, la estimación del tránsito promedio real se hizo de la manera siguiente:

$$T_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^8 T_i L_i}{\sum_{i=1}^8 L_i}$$

En algunos casos raros, los datos viales no parecieron muy confiables (tránsito demasiado importante en algunos puntos de la Red) por ser muy diferentes de otros datos viales en lugares próximos. No se tomaron en cuenta esos datos en las estimaciones.

El tránsito promedio real, así estimado, representa para cada tramo la suma de tránsito interurbano y del tránsito local.

La diferencia entre el tránsito observado y el tránsito interurbano no representa más del 10% del tránsito total en muchas partes del país. Sin embargo, el tránsito local puede rebasar el 30% del tránsito total en algunas regiones como:

- Los alrededores de la Cd. de México.
- La región del Bajío, la cual tiene una densidad importante de población.
- Carreteras que ligan dos ciudades importantes bastante próximas entre ellas: Monterrey-Saltillo, Córdoba-Orizaba, Tuxpan-Poza Rica, Tehuantepec-Juchitán.



La asignación de la demanda futura se hizo considerando la Red Básica futura, esto es la Red actual a la cual se agregaron nuevos tramos para absorber los volúmenes de tránsito del año 1994.

Considerando todos estos nuevos tramos, se constituyó una Red Básica ficticia en 1977 para la estimación de:

- ◆ Un tránsito ficticio en 1977 para cada tramo en proyecto cuya realización se propuso para antes de 1994.
- ◆ Los desplazamientos de tránsito en los tramos existentes en 1977, debidos a la creación de nuevos tramos.

Para la asignación de la demanda de tránsito de 1977, se consideraron los nuevos tramos como carreteras de 2 carriles con bajas especificaciones. Del análisis de la asignación de tránsito en 1977 se estimaron los tránsitos ficticios de cada tramo según la fórmula siguiente:

$$T \text{ ficticio } 1977 = T \text{ observado } 1977 + (TSf77 - TSr77)$$

donde:

**TSf77** = tránsito asignado a la Red ficticia en 1977.

**TSr** = tránsito asignado a la Red existente en 1977.

En el caso de los nuevos tramos, los tránsitos observados y asignados a la Red de 1977 eran naturalmente iguales a cero.

Para la estimación de los tránsitos futuros en una Red acondicionada, primeramente se define una hipótesis de acondicionamiento de la Red Básica para la fecha F estudiada. Cada tramo de la Red tiene entonces dos niveles de acondicionamiento (Red ficticia 1977 y Red futura a la fecha F). Mediante la asignación de la demanda relativa de la demanda relativa a cada fecha (1977 y 1994 por ejemplo) se calcularon para cada tramo de la Red el tránsito asignado en 1977 (TS77) y el tránsito asignado a la fecha F estudiada (TSF). La diferencia entre la Red ficticia 1977 y la Red a la fecha F no proviene de configuraciones diferentes (tramos nuevos, etc..) sino se explica por diferentes niveles de acondicionamiento de los mismos tramos. En este caso, la relación TSF/TS77 representa el factor de crecimiento del tránsito del tramo estudiado entre 1977 y la fecha F.

La estimación del tránsito de un tramo, se hace de la manera siguiente:

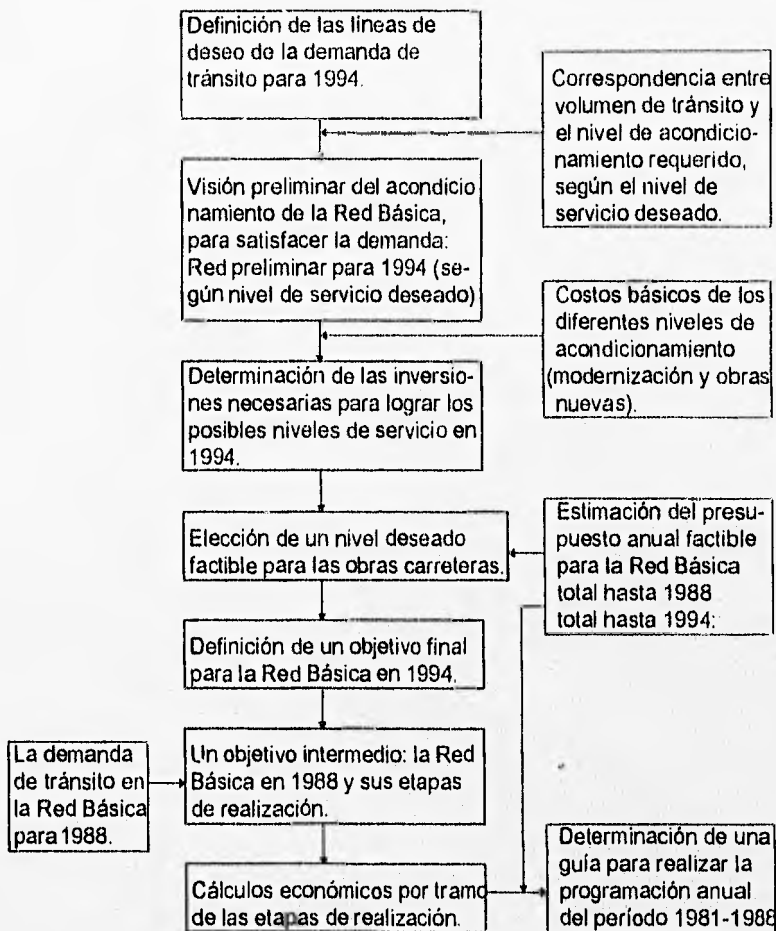
$$T_{est. (F)} = T_{ficticio (77)} \times \frac{T_{SF}}{T_{S77}}$$

Las asignaciones de tránsito sólo sirven para determinar una tasa de crecimiento por tramo. Esto equivale a considerar que el tránsito local y el tránsito interurbano crecen al mismo ritmo. Es la única hipótesis que se tiene que adoptar dado el hecho de que hacen falta estudios regionales más detallados.

Las fechas estudiadas fueron 1988 y 1994, es decir las etapas del Esquema Director de Carreteras.

**f) Determinación para cada categoría de carreteras, de los volúmenes de tránsito factibles según los niveles de servicio deseados.**

La asignación en la Red Básica de la demanda estimada para 1994, permite definir los volúmenes de tránsito en las diversas formas que integrarán dicha Red. Para otorgar a estos volúmenes un nivel de servicio específico (A, B, C, D, E, F) es necesario definir niveles de acondicionamiento que correspondan básicamente a cada uno de estos niveles de servicio. Lo anterior permite, que para cada uno de estos niveles se pueda tener una opción distinta de la Red Básica en 1994, cuyo logro correspondiente se puede valorar mediante costos básicos de obra. He aquí un diagrama en el que se detallan las etapas metodológicas y la programación anual de las inversiones correspondientes:



El análisis de la Red mostró que las especificaciones de las carreteras de 2 carriles son relativamente bajas para 65% de ellas, mientras las carreteras de 4 carriles o más tienen altas especificaciones. El análisis de las condiciones de circulación en carreteras de bajas especificaciones muestra que los volúmenes de

vehículos que pueden transitar en estas carreteras son bastante débiles debido a las dificultades obvias para o la obligación de manejar a baja velocidad.

El Esquema Director de la Red Básica propone una serie de obras cuyo objetivo es de mejorar los enlaces entre las ciudades, en particular reducir en lo posible los tiempos de recorrido. La Red Básica futura no debe tener tramos con bajas especificaciones.

Las categorías de carretera consideradas para el futuro son las siguientes:

Carretera de 2 carriles:

Ancho de carriles: 3.5m por lo menos

Ancho de acotamiento: 2.5m por lo menos

Cuando el volumen previsto para 1994 no justifica altas especificaciones, el ancho de carril puede reducirse a 3 metros y el ancho de acotamiento puede también reducirse a lo mínimo.

Carreteras de 3 carriles:

En muchos casos, las malas condiciones de tránsito en varias partes del país se explican por las condiciones topográficas. A veces, aunque el tránsito diario parezca débil en un tramo montañoso, la velocidad de los vehículos es muy baja. En esta categoría de carreteras, es conveniente adoptar una solución adecuada, esto es una solución que permita mejorar las velocidades sin invertir demasiado. La realización de carreteras de 3 carriles en terreno montañoso o tomerlo abrupto debe adoptarse en los tramos en los cuales los niveles de servicio no justifican carreteras de 4 carriles a largo plazo.

Carreteras de 4 carriles o Vías rápidas:

La longitud actual de las carreteras de 4 carriles parece muy pequeña, si se consideran los niveles de tránsito que se registran en los datos viales. Se señala que este tipo de infraestructura necesita un camellón central sin el cual la circulación se vuelve muy riesgosa. Además en estas vías rápidas, se tiene en algunos puntos que realizar pasos y entronques a desnivel para facilitar los movimientos de vehículos en los cruces más importantes. No se prevén vías rápidas de más de 4 carriles.

Autopistas:

Las autopistas serán de 4, 6, y 8 carriles con camellón central, todos los cruces a desnivel y todos los accesos controlados.

Considerando las categorías de carreteras previstas en el marco del Esquema Director, se analizaron los volúmenes de tránsito que cada una puede soportar según los niveles de servicio posible en cualquier tipo de terreno.

Cada nivel de servicio (A, B, C, D, E) corresponde a una velocidad promedio y a un valor de la tasa de saturación (relación entre el volumen de tránsito y la capacidad de la carretera). Del análisis de la relación velocidad-flujo establecida en la primera etapa del estudio, se calcularon los valores límite de los volúmenes de tránsito que cada tipo de infraestructura puede soportar para cada tipo de nivel de servicio.

Las carreteras que aparecen en el cuadro a continuación tienen como número clave los siguientes:

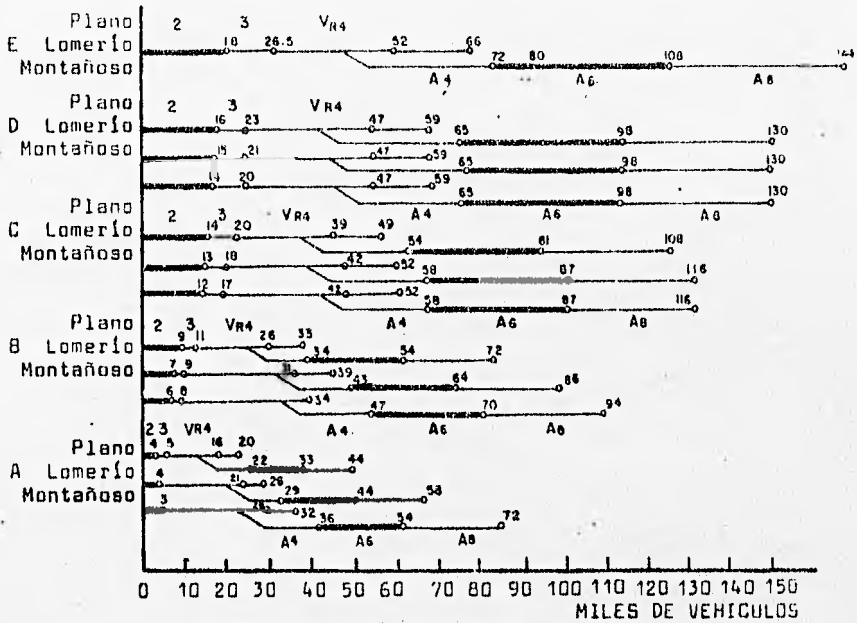
- 1: Autopistas de 4 carriles (A4).
- 2: Autopistas de 6 carriles (A6).
- 3: Autopistas de 8 carriles (A8).
- 4: Vías rápidas de 4 carriles (VR4).
- 9: Carreteras de 2 carriles (C2).
- 10: Carreteras de 3 carriles (C3).

Estas claves corresponden solo a las carreteras propuestas en el Esquema Director. Sin embargo la Red Básica consta de otras categorías de carreteras tales como:

- 6: Vías rápidas de 8 carriles (alrededores del Distrito Federal).
- 7: Carretera de 4 carriles (sin camellón central).
- 11: Carreteras de 2 carriles con bajas especificaciones.
- 12: Carreteras en proyecto.

ANALISIS TRANSITO-SERVICIO-ACONDIC  
 CUADRO-BASICO

NIVELES DE SERVICIO



- 2 2 CARRILES Altas Especificaciones C<sub>2</sub>  
 3 3 CARRILES Bajas Especificaciones C<sub>2</sub>  
 4 4 CARRILES (C<sub>4</sub>)  
 VR4 VIA RAPIDA CON 4 CARRILES (VR<sub>4</sub>)  
 VR6 VIA RAPIDA CON 6 CARRILES (VR<sub>6</sub>)  
 VR8 VIA RAPIDA CON 8 CARRILES (VR<sub>8</sub>)  
 A4 AUTOPISTA CON 4 CARRILES (A<sub>4</sub>)  
 A6 AUTOPISTA CON 6 CARRILES (A<sub>6</sub>)  
 A8 AUTOPISTA CON 8 CARRILES (A<sub>8</sub>)

Esta gráfica permite fijar para cualquier carretera el nivel de acondicionamiento requerido para lograr uno de los niveles de servicio (A, B, C, D, E) para un tránsito dado. Por ejemplo, una carretera en terreno lomerío soporta un tránsito de 140,000 vehículos equivalentes. Para lograr el nivel de servicio B se necesita un acondicionamiento de 4 carriles (vía rápida) mientras el nivel C se logra solamente con una buena carretera de 2 carriles.

**g) El objetivo global del Esquema Director para 1994.**

Finalmente, el mejoramiento de la Red preliminar previsto para 1994 al nivel de servicio C elegido, permitió determinar la Red "Objetivo 1994", cuya evolución global puede resumirse según el cuadro que a continuación se presenta, tomando como fecha de referencia 1977.

DESCRIPCIÓN DE LA RED	1977	1994
<u>Carreteras sencillas</u>		
Carr. de 2 carriles con bajas espec.	19,844 Km.	2,011 Km.
Carr. de 2 carriles con altas espec.	10,723 Km.	19,501 Km.
Carr. de 3 carriles.	0	4,496 Km.
<u>Vías Rápidas y Autopistas</u>		
Carr. De 4 Carriles (Vías Rápidas).	367 Km.	9,536 Km.
Autopistas de 4 carriles.	536 Km.	3,156 Km.
Autopistas de 6 y 8 carriles.	0	614 Km.
<b>TOTAL</b>	<b>31,470 Km.</b>	<b>39,314 Km.</b>

### III. EVALUACIÓN DEL ESQUEMA DIRECTOR

A continuación se hará una comparación del nivel de acondicionamiento y aforo para 1994 de los tramos de mayor volumen vehicular según el *Esquema Director Nacional de Carreteras* de 1980 y lo real para ese mismo año:



CARRETERAS QUE ESTAN ARRIBA DEL NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDNC				
CARRETERA	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO NECESARIO PARA 1994 SEGÚN EL EDNC	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO EXISTENTE EN 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL ESTIMADO EN EL EDNC PARA 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL REAL PARA 1994 <sup>1</sup>
Ensenada-Tijuana	Carretera de 4 carriles	Autopista <sup>2</sup>	6,719	6,335
Tijuana-Mexicali	Carretera 4 carriles	Autopista hasta Tecate y en construcción una autopista hasta Mexicali con un tramo de 25 Kms. ya terminado	17,522	8,678
Cd. Juárez-Chihuahua	Carretera de 2 carriles hasta Villa Ahumada, Carretera de 4 carriles hasta Sacramento y Carretera de 2 carriles hasta Chihuahua	Carretera de 4 carriles hasta Villa Ahumada, Autopista hasta El Sueco, Carretera de 4 carriles hasta Sacramento y autopista hasta Chihuahua	6,578	2,757
Chihuahua-Torreón	Carretera de 4 carriles hasta Delicias y Carretera de 2 carriles hasta Torreón	Carretera de 4 carriles hasta Delicias y autopista hasta Torreón	7,795	4,767
Chihuahua-Cauhtémoc	Carretera de 4 carriles	Autopista	13,597	3,200
Santa Ana-Hermosillo	Carretera de 4 carriles	Autopista	12,618	5,282
Cd. Obregón- Hermosillo	Carretera de 4 carriles	Autopista	11,404	3,901
Cd. Obregón-Los Mochis	Carretera de 4 carriles	Autopista	7,491	5,664
Los Mochis-Culiacán	Carretera de 4 carriles	Carretera de 4 carriles hasta Guamúchil y después autopista hasta Culiacán	11,912	8,360
Culiacán-Mazatlán	Carretera de 4 carriles	Autopista	8,679	6,997
Durango-Gómez Palacio	Carretera de 2 carriles excepto el tramo Pedriceña-Cuencamé carretera de 3 carriles	Autopista	4,518	6,144

<sup>1</sup> Este tránsito se calculó promediando los tramos y el tránsito con la longitud total como se puede ver en el Anexo II.

<sup>2</sup> La diferencia entre la carretera de 4 carriles y la autopista en el EDNC radica en que en esta última se controlan los accesos mientras que actualmente la diferencia real es que en la autopista se cobra una cuota al usuario.

Estas carreteras se les sumó los vehículos que transitan por la de cuota y por la libre ya que el Esquema nada más tenía contemplado una alternativa.

Nuevo Laredo-Monterrey	Carretera de 2 carriles hasta Hidaigo Sabina y de 3 carriles hasta Monterrey	Carretera de 4 carriles hasta La Jarita y autopista hasta las afueras de Monterrey	8,131	8,412
Monterrey-Reynosa	Carretera de 4 carriles y autopista en el tramo Cadereyta-China	Carretera de 4 carriles hasta Cadereyta y autopista hasta Reynosa	19,123	8,808
Reynosa-Matamoros	Carretera de 4 carriles	Autopista en construcción	30,590	8,850
Guadalajara-León	Autopista hasta Zapotlanejo y Carretera de 4 carriles hasta León	Autopista hasta León	13,262	9,021
Aguascalientes-Querétaro	Carretera de 4 carriles hasta León, autopista hasta Irapuato y Carretera de 4 carriles hasta Querétaro	Autopista hasta León, Carretera de 4 carriles hasta Irapuato y autopista hasta Querétaro	19,535	7,716
Durango-Zacatecas	Carretera de 2 carriles hasta Fresnillo y carretera de 4 carriles hasta Zacatecas	Carretera de 2 carriles hasta Fresnillo y autopista hasta Zacatecas	5,912	3,063
Cuernavaca-Acapulco	Carretera de 4 carriles	Autopista	10,652	8,599
Tlaxcala-Puebla	Carretera de 2 carriles	Carretera de 4 carriles	18,860	18,023
Puebla-Tehuacán	Carretera de 4 carriles	Autopista	16,760	9,306
Tehuacán-Oaxaca	Carretera de 4 carriles hasta Huautla y de 2 carriles hasta Oaxaca	Autopista	13,859	2,815
Jalapa-Veracruz	Carretera de 4 carriles hasta Puente Nacional y carretera de 2 carriles hasta Veracruz	Autopista	17,600	6,523
Veracruz-Minatitlán	Autopista hasta San A. Tuxtla y Carretera de 4 carriles hasta Minatitlán	Autopista	19,605	No se encontró

ESTE TEXTO NO DEBE SER USADO PARA LA ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS

**CARRETERAS QUE CUMPLEN CON EL NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDNC**

CARRETERA	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO NECESARIO PARA 1994 SEGÚN EL EDNC DE 1980	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO EXISTENTE EN 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL ESTIMADO EN EL EDNC PARA 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL REAL PARA 1994
Mexicali-San Luis Rio Colorado	Autopista	Carretera de 4 carriles	26,105	5,052
Monterrey-Cd. Victoria	Carretera de 4 carriles, excepto en el tramo Hidalgo-Linares	Carretera de 4 carriles hasta Linares y después de 2 carriles hasta Cd. Victoria	7,573	5,684
Monterrey-Sallillo	Autopista	Carretera de 4 carriles	36,673	8,472
Tepic-Guadalajara	Autopista	Autopista	17,366	9,118
Guadalajara-México	Autopista	Autopista	20,442	No se encontró
Guadalajara-Colima	Autopista hasta Sayula y Carretera de 4 carriles hasta Colima	Carretera de 4 carriles hasta Acatlán de Juárez y autopista hasta Colima (autopista de 2 carriles a partir de Usmajac hasta Colima)	26,064	4,675
Aguascalientes-Zacatecas	Carretera de 2 carriles	Carretera de 2 carriles	7,798	7,202
San Luis Potosí-Querétaro	Autopista	Autopista	21,095	8,719
México-Querétaro	Autopista	Autopista	18,143	15,210
México-Toluca	Autopista	Autopista	26,171	23,255
México-Pachuca	Autopista	Autopista hasta Tizayuca y después carretera de 4 carriles	48,944	7,593
México-Puebla	Autopista	Autopista	34,466	11,896
México-Cuernavaca	Autopista	Autopista	25,725	11,701
Minatitlán-Villahermosa	Autopista	Carretera de 4 carriles hasta el entronque con Agua Dulce, autopista en construcción hasta Cárdenas y carretera de 4 carriles hasta Villahermosa	18,909	16,815

**CARRETERAS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE CON EL NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDNC**

CARRETERA	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO NECESARIO PARA 1994 SEGÚN EL EDNC DE 1980	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO EXISTENTE EN 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL ESTIMADO EN EL EDNC PARA 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL REAL PARA 1994
Ensenada-Chapala	Carretera de 2 carriles hasta Villa Hidalgo y después carretera de 4 carriles hasta Chapala	Carretera de 2 carriles	8,150	2,519
San Luis Río Colorado-Sonoyta	Carretera de 2 carriles hasta Los Vidrios y carretera de 4 carriles hasta Sonoyta	Carretera de 2 carriles	7,806	2,819
Durango-Mazatlán	Carretera de 2 carriles hasta La Ciudad y Carretera de 3 carriles hasta Mazatlán	Carretera de 4 carriles los primeros 6 kilómetros y después carretera de 2 carriles	3,897	1,915
Mazatlán-Tepic	Carretera de 4 carriles y autopista en el tramo Escuinapa-Tuxpan	Carretera de 4 carriles hasta Villa Unión y carretera de 2 carriles hasta El Jicote y Autopista hasta Tepic	15,687	6,856
Piedras Negras-Nueva Rosita	Carretera de 3 carriles	Carretera de 2 carriles excepto un tramo de 4 carriles entre Nava y Allende	7,573	5,515
Santa Ana-Cd. Juárez	Carretera de 2 carriles excepto el tramo de Cananea-Agua Prieta de 4 carriles	Carretera de 2 carriles	9,597	2,666
Cd. Victoria-Tampico	Carretera de 2 carriles hasta Gonzalez y después autopista hasta Tampico	Carretera de 2 carriles hasta unos 50 kilómetros adelante de Manuel y después Carretera de 4 carriles hasta Tampico	8,893	3,928
Colima-Lázaro Cárdenas	Carretera de 4 carriles hasta Maruata y después carretera de 2 carriles hasta Lázaro Cárdenas	Carretera de 2 carriles	10,379	1,816

**CARRETERAS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE CON EL NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDNC**

CARRETERA	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO NECESARIO PARA 1994 SEGÚN EL EDNC DE 1980	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO EXISTENTE EN 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL ESTIMADO EN EL EDNC PARA 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL REAL PARA 1994
Ensenada-Chapala	Carretera de 2 carriles hasta Villa Hidalgo y después carretera de 4 carriles hasta Chapala	Carretera de 2 carriles	8,150	2,519
San Luis Río Colorado-Sonoyta	Carretera de 2 carriles hasta Los Vidrios y carretera de 4 carriles hasta Sonoyta	Carretera de 2 carriles	7,806	2,819
Durango-Mazatlán	Carretera de 2 carriles hasta La Ciudad y Carretera de 3 carriles hasta Mazatlán	Carretera de 4 carriles los primeros 6 kilómetros y después carretera de 2 carriles	3,897	1,915
Mazatlán-Tepic	Carretera de 4 carriles y autopista en el tramo Escuinapa-Tuxpan	Carretera de 4 carriles hasta Villa Unión y carretera de 2 carriles hasta El Jicote y Autopista hasta Tepic	15,687	6,856
Piedras Negras-Nueva Rosita	Carretera de 3 carriles	Carretera de 2 carriles excepto un tramo de 4 carriles entre Nava y Allende	7,573	5,515
Santa Ana-Cd. Juárez	Carretera de 2 carriles excepto el tramo de Cananea-Agua Prieta de 4 carriles	Carretera de 2 carriles	9,597	2,666
Cd. Victoria-Tampico	Carretera de 2 carriles hasta Gonzalez y después autopista hasta Tampico	Carretera de 2 carriles hasta unos 50 kilómetros adelante de Manuel y después Carretera de 4 carriles hasta Tampico	8,893	3,928
Colima-Lázaro Cárdenas	Carretera de 4 carriles hasta Maruata y después carretera de 2 carriles hasta Lázaro Cárdenas	Carretera de 2 carriles	10,379	1,816

**CARRETERAS QUE CUMPLEN PARCIALMENTE CON EL NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDNC**

CARRETERA	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO NECESARIO PARA 1994 SEGÚN EL EDNC DE 1980	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO EXISTENTE EN 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL ESTIMADO EN EL EDNC PARA 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL REAL PARA 1994
Ensenada-Chapala	Carretera de 2 carriles hasta Villa Hidalgo y después carretera de 4 carriles hasta Chapala	Carretera de 2 carriles	8,150	2,519
San Luis Río Colorado-Sonoyta	Carretera de 2 carriles hasta Los Vidrios y carretera de 4 carriles hasta Sonoyta	Carretera de 2 carriles	7,806	2,819
Durango-Mazatlán	Carretera de 2 carriles hasta La Ciudad y Carretera de 3 carriles hasta Mazatlán	Carretera de 4 carriles los primeros 6 kilómetros y después carretera de 2 carriles	3,897	1,915
Mazatlán-Tepic	Carretera de 4 carriles y autopista en el tramo Escuinapa-Tuxpan	Carretera de 4 carriles hasta Villa Unión y carretera de 2 carriles hasta El Jicote y Autopista hasta Tepic	15,687	6,856
Piedras Negras-Nueva Rosita	Carretera de 3 carriles	Carretera de 2 carriles excepto un tramo de 4 carriles entre Nava y Allende	7,573	5,515
Santa Ana-Cd. Juárez	Carretera de 2 carriles excepto el tramo de Cananea-Agua Prieta de 4 carriles	Carretera de 2 carriles	9,597	2,666
Cd. Victoria-Tampico	Carretera de 2 carriles hasta González y después autopista hasta Tampico	Carretera de 2 carriles hasta unos 50 kilómetros adelante de Manuel y después Carretera de 4 carriles hasta Tampico	8,893	3,928
Colima-Lázaro Cárdenas	Carretera de 4 carriles hasta Maruata y después carretera de 2 carriles hasta Lázaro Cárdenas	Carretera de 2 carriles	10,379	1,816

Lázaro Cárdenas- Acapulco	Carretera de 4 carriles hasta Atoyac de Alvarez y Carretera de 2 carriles hasta Acapulco	Carretera de 2 carriles	18,068	4,779
------------------------------	--	-------------------------	--------	-------

**CARRETERAS QUE ESTÁN ABAJO DEL NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDNC**

CARRETERA	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO NECESARIO PARA 1994 SEGÚN EL EDNC DE 1980	NIVEL DE ACONDICIONAMIENTO EXISTENTE EN 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL ESTIMADO EN EL EDNC PARA 1994	TRANSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL REAL PARA 1994
Sonoyta-Nogales	Carretera de 4 carriles	No existe	10,730	
Nuevo Laredo-Reynosa	Autopista hasta Cd. Mier y Carretera de 4 carriles hasta Reynosa	Carretera de 2 carriles	20,918	3,174
Reynosa-Cd. Victoria	Carretera de 4 carriles hasta Santander Jiménez, carretera de 3 carriles hasta Nueva Villa de Padilla y después autopista hasta Cd. Victoria	Carretera de 2 carriles	12,088	3,600
Cd. Victoria-Cd. Valles	Carretera de 3 carriles hasta las afueras de Cd. Mante en donde se vuelve autopista	Carretera de 2 carriles	5,228	3,624
Cd. Valles-Tampico	Carretera de 4 carriles	Carretera de 2 carriles	16,368	5,694
Tampico-Tuxpan	Autopista	Carretera de 2 carriles	8,930	3,869
Zihuatanejo-Cd. Altamirano	Carretera de 4 carriles	Carretera de 2 carriles	13,779	3,630
Villahermosa-Catazajá	Carretera de 4 carriles	Carretera de 2 carriles	10,805	5,073



A continuación se presenta una tabla que resume lo visto anteriormente:

Número de tramos analizados	Número de carreteras que están arriba del nivel de acondicionamiento del <i>EDNC</i>	Número de carreteras que cumplen con el nivel de acondicionamiento del <i>EDNC</i>	Número de carreteras que cumplen parcialmente el nivel de acondicionamiento del <i>EDNC</i>	Número de carreteras que están abajo del nivel de acondicionamiento del <i>EDNC</i>
54	23	14	9	8

#### IV. CONCLUSIONES

Una vez presentada la metodología general de este "Esquema Director Nacional de Carreteras" de 1980, sería conveniente destacar algunas reflexiones derivadas del estudio del mismo.

En lo general, hay que estar consciente de que el Esquema Director sólo comprende un porcentaje (15% aproximadamente) del total de kilómetros que integran la Red Nacional de Carreteras, por lo que, para vislumbrar el porvenir del 85% restante habría necesidad de instrumentar métodos de previsión y programación de acuerdo a la zona. Es decir, cada tipo de carretera debe tener su propia planeación.

Por otro lado, es importante no perder el concepto de la carretera como un medio de transporte y no verlo simplemente como una obra de la Ingeniería Civil. No nada más deben importar los volúmenes de tránsito, sino que hay que estar conscientes que sobre estas carreteras van a transportarse personas y carga. De ahí la importancia de contar con estudios socioeconómicos para cada región que complementen el aspecto técnico.

En lo particular y en virtud de que los tráficós estimados son en general muy altos con relación a la realidad, hay una serie de medidas que podrían ayudar a mejorar este Esquema Director como serían:

- a) El mejoramiento de la matriz O-D, en función de datos más actualizados y abundantes.
- b) El estudio detallado de la motorización de las ciudades de acuerdo con sus características y, asimismo de la motorización en el medio rural.
- c) El estudio detallado de la capacidad de tránsito en las ciudades, con respecto a dicha motorización y otros aspectos de tipo geográfico.
- d) El estudio de transporte de las consecuencias del alto crecimiento del tránsito (en particular del parque automotor) en el consumo hogareño y en el aumento de capacidad en la producción de vehículos.

e) El estudio para la determinación precisa de los costos de obra de todo tipo de acciones (modernización y obra nueva), incluyendo los costos de conservación.

No hay que olvidar que este Esquema fue realizado en una época en que la economía llevaba mucho años de estabilidad, por lo que muchos de los supuestos basados en un crecimiento del Producto Interno Bruto sostenido, cambiaron. Esto nos deja como experiencia la importancia de estar actualizando continuamente los modelos matemáticos lo cual nos permitiría una mayor correlación entre lo planeado y la realidad. Los modelos deben ser dinámicos y estar siempre enriqueciéndose de las experiencias pasadas.

En cuanto a las autopistas concesionadas a particulares que tuvieron un gran auge durante el sexenio 1988-1994, podemos concluir que se presentaron muchos problemas que nos deberán servir de lección para el futuro. Se puede observar en el cuadro del capítulo anterior que las acciones de ampliación de capacidad planteadas en el Esquema Director para algunas carreteras, se llevaron a cabo; sin embargo los volúmenes de tráfico son mucho menores en la realidad que los estimados, lo cual explica de alguna manera los problemas que estas carreteras presentan actualmente. En promedio, hacia diciembre de 1994 las cuotas cobradas a los automóviles fueron 157 por ciento superiores a las de Capufe; 154 por ciento en el caso de los autobuses; y 125 por ciento más elevadas tratándose de camiones. Los volúmenes de tránsito reales han sido, en promedio, inferiores a los previstos en los títulos de concesión: 16 por ciento en el caso de automóviles; 27 por ciento en lo que toca a autobuses; y 70 por ciento en lo que respecta a camiones. Además, los costos de construcción de las autopistas concesionadas superaron las previsiones, debido principalmente a la realización de obras inducidas no consideradas en el proyecto original; a costos adicionales en la liberación del derecho de vía; y, en algunos casos, a cambios en los volúmenes de proyecto. Como resultado del efecto conjunto de los incrementos en los costos de construcción, los bajos ingresos obtenidos y el mayor peso de las cargas financieras, varios de los proyectos han tenido que ser reestructurados financieramente.

Por último, con el gran auge de la computación y de los sistemas en general, se ha abierto un horizonte impresionante de aplicaciones a los problemas planteados en el área de planeación y sus posibles soluciones. Tenemos hoy más que nunca las herramientas para afrontar algunas de las necesidades sociales más importantes. Los modelos matemáticos empleados en este Esquema son una de esas herramientas. Sin embargo, no hay que olvidar que estos modelos deben ser tomados como tales: herramientas orientadoras en la toma de decisiones hechas por el hombre para el beneficio de la mayoría, y no como guías inflexibles de lo que se debe hacer.

**RED DE CARRETERAS  
TRONCALES  
1930**



**ANEXO I**

**LÁMINA I**

**RED DE CARRETERAS  
TRONCALES  
1940**



LÁMINA II

**RED DE CARRETERAS  
TRONCALES  
1950**

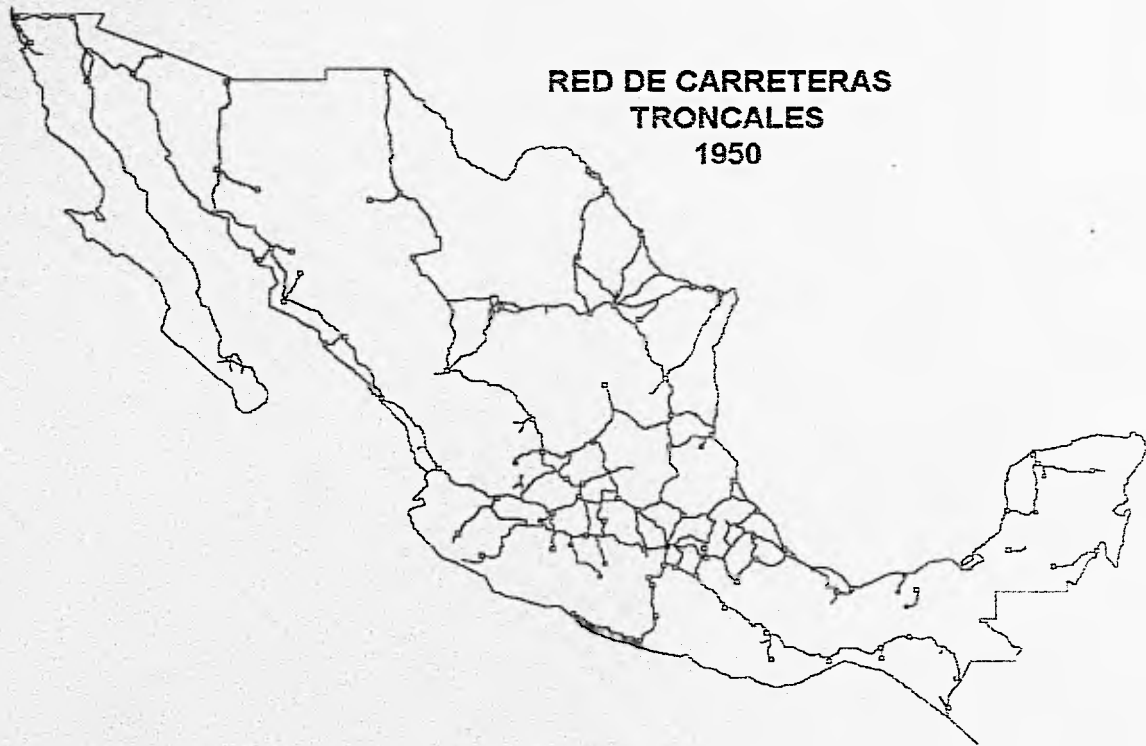


LÁMINA III

**RED DE CARRETERAS  
TRONCALES  
1960**

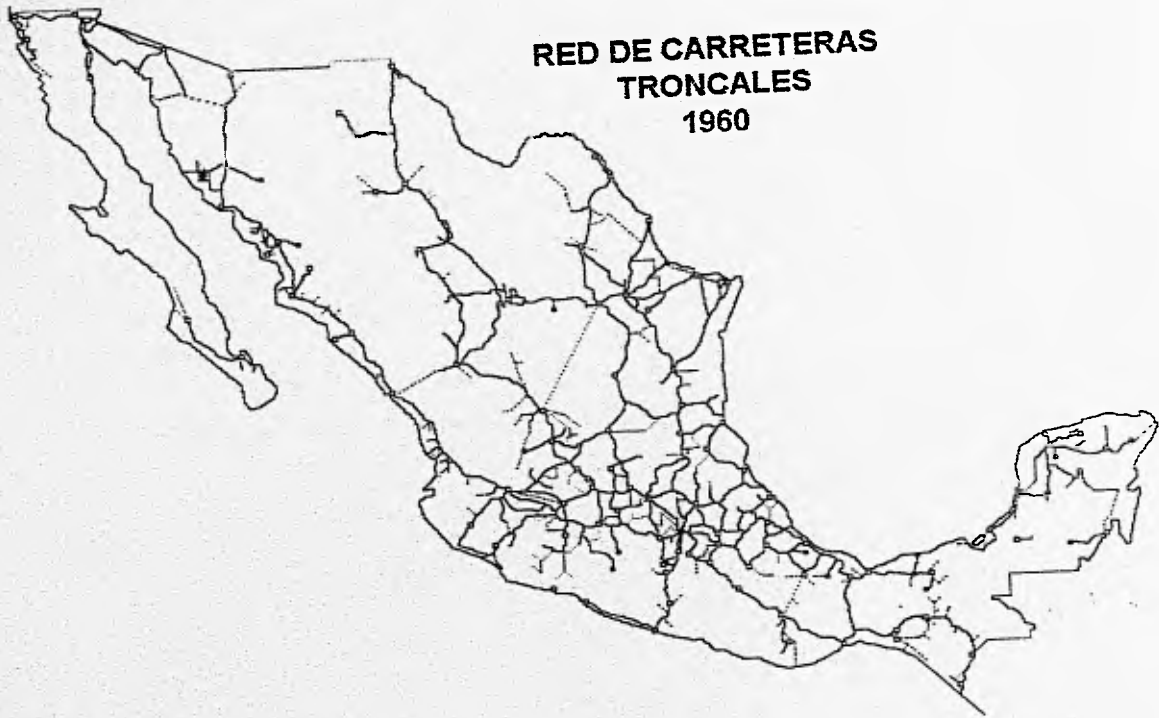


LÁMINA IV



**RED DE CARRETERAS  
TRONCALES  
1970**

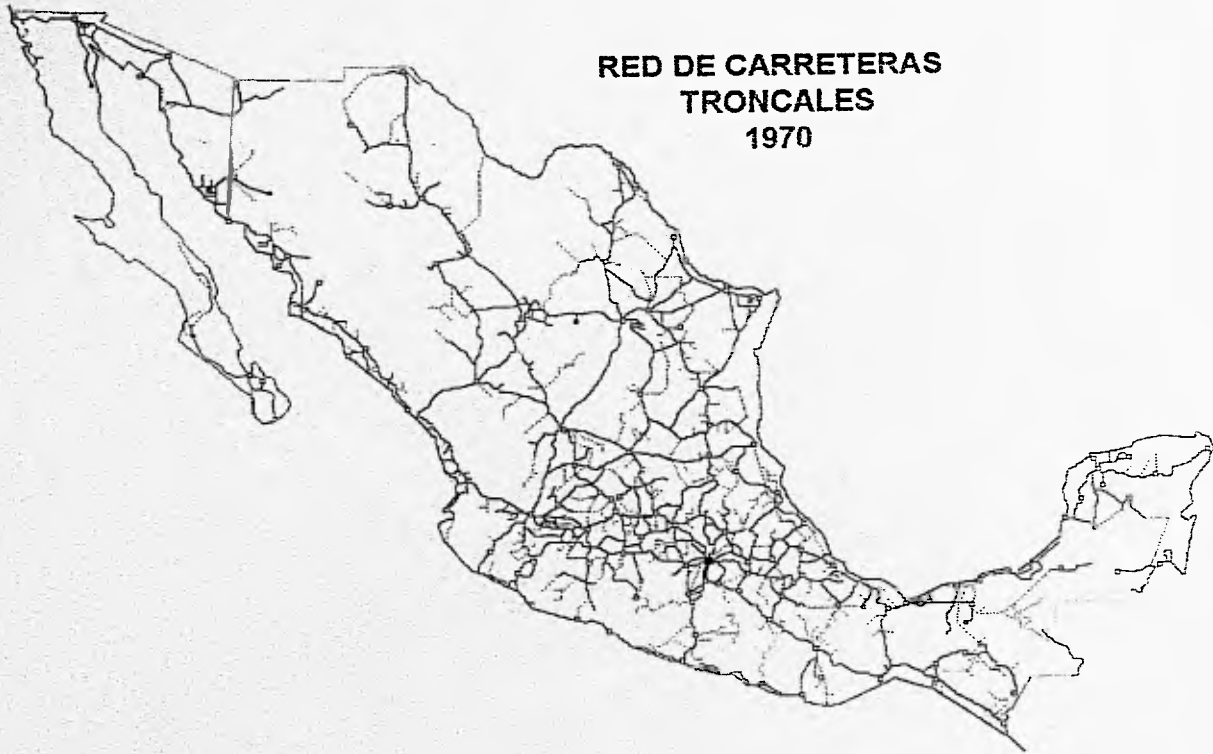


LÁMINA V

**RED DE CARRETERAS  
TRONCALES  
1980**

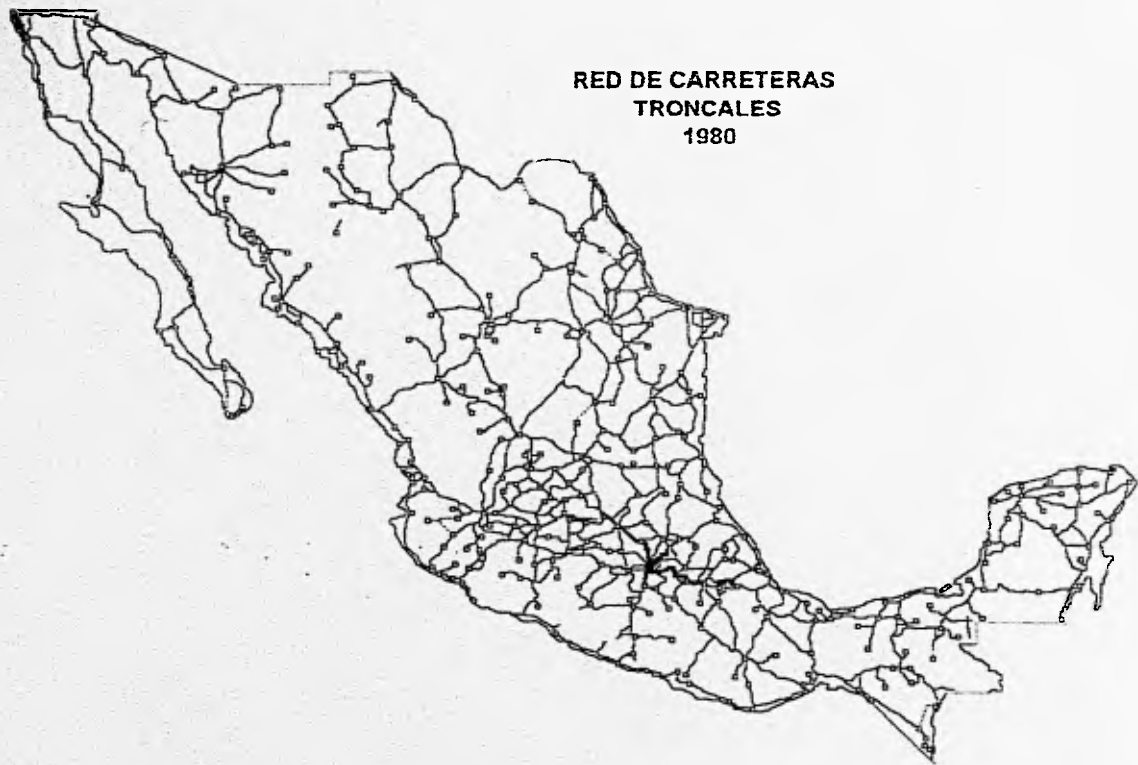


LÁMINA VI

ANEXO II

TRAMO	LONGITUD	LONG EF	REAL TDPA	(LONG )(TDPA)	PROYECTADO LONG EF TOPA	(LONG )(TDPA)
Tijuana-Ensenada	0					
	9.93	0	9.93	3500	34755	111 6719 749809
	35.42	9.93	25.49	4019	102444.31	6719
	102.1	35.42	66.68	7475	498433	
	111	102.1	8.9	7565	67506.5	
		111	111		703138.81	
			0		6335	
Mexicali-Tijuana	0		0		0	
	1.8	0	1.8	8545	15381	25 22721 5680.25
	7.8	1.8	6	6056	30338	42.6 22721 967914.6
	25	7.8	17.2	4368	75129.6	64.4 16036 1032718.4
	67.6	25	42.6	5260	224076	50.6 12466 630779.6
	69.62	67.6	2.02	5692	11497.84	182.6 319438
	87	69.62	17.38	5665	98457.7	17522
	112.15	87	25.15	6370	160205.5	
	132	112.15	19.85	6430	127635.5	
	165	132	33	6420	211860	
	182.6	165	17.6	4886	85993.6	
		182.6	182.6		1046573	
					8732	
Cd. Juárez-Chihuahua	0					
	7.2	0	7.2	4046	29131.2	55.30 2625 145372.5
	10	7.2	2.8	2950	8260	184.12 10670 1966217.48
	55.30	10	45.30	2985	135459.3	135.67 2625 356133.75
	60.48	55.30	5.1	2875	14662.5	375.17 2467723.73
	155.87	60.48	95.39	3104	296090.56	6678
		155.87	155.87		483603.56	
	0				3103	
	83.63	0	83.63	2034	170103.42	
	197.02	83.63	114.29	2440	278867.6	
	201.35	197.02	3.43	3610	12382.3	
	219	201.35	17.65	5026	88708.9	
		219	219		550062	
					2512	
					2767	
Chihuahua-Torreón	0					
	10.96	0	10.96	12140	133054.4	39.3 6272 246489.6
	26.27	10.96	15.31	8423	128956.13	194.72 5990 1166372.8
	39.3	26.27	13.03	8150	106194.6	138 6682 922116
	40.89	39.3	1.59	8612	10513.08	84.56 14474 1223921.44
	107.95	40.89	67.06	5701	382309.06	456.56 3558889.84
	127.2	107.95	19.25	3946	75960.5	7796
	146.15	127.2	18.95	5672	107484.4	
	160.89	146.15	14.74	5339	78696.88	
	234.02	160.89	73.13	4677	342029.01	
		234.02	234.02		1365197.94	
	0				5834	
	68.98	0	68.98	3319	228944.62	
	111.5	68.98	42.52	2942	125093.84	
	138	111.5	26.5	3954	104781	
	166.37	138	28.87	4570	131935.9	
	210	166.37	43.13	3771	162643.23	
	222.56	210	12.56	4816	57976.96	
		222.56	222.56		811375.55	
					3648	
					4767	

ANEXO II

Chihuahua-Cuauhtémoc	0							
	10.5	0	10.5	4420	46410	103.5	13597	893101.5
	36.2	10.5	25.7	3810	97017			13607
	50	36.2	13.8	2980	41124			
	103.5	50	53.5	2725	145787.5			
		103.5	103.5		331238.5			
					3200			
Santa Ana-Hermosillo	0							
	8.9	0	8.9	9940	88466	168	12618	2119824
	67.05	8.9	58.05	7510	442714.5			12618
	123.3	67.05	55.45	3400	188530			
	168	123.3	44.7	3750	167625			
		168	168		887335.5			
					6282			
Cd. Obregón-Hermosillo	0							
	7.66	0	7.66	6440	49330.4	7.66	13023	99758.18
	13.8	7.66	6.14	4087	25094.18	84.34	14441	1217953.94
	25.46	13.8	11.66	3977	46371.62	23.02	14441	332431.82
	57.1	25.46	31.64	3120	98716.8	58.08	8935	501074.8
	92	57.1	34.9	3033	105851.7	81	8935	723735
	115.02	92	23.02	3796	87383.92	252.1		2874951.74
	132.2	115.02	17.18	3247	55783.46			11484
	171.1	132.2	38.9	3182	123779.8			
	252.1	171.1	81	4830	391230			
		252.1	252.1		983542			
					3801			
Cd. Obregón-Loa Mochis	0							
	17.13	0	17.13	9432	161570.16	154.97	5781	802782.17
	87.8	17.13	50.67	6926	350940.42	87.78	11445	775742.1
	68.84	87.8	1.04	4800	4992	222.75		1668524.27
	70.8	68.84	1.96	2340	4588.4			7491
	128	70.8	57.2	2370	135564			
	154.97	128	26.97	5119	138059.43			
	222.75	154.97	67.78	8810	461581.8			
		222.75	222.75		1257294.21			
					8444			
Loa Mochis-Culiacan	0							
	4	0	4	9633	36532	27.2	12460	338912
	27.2	4	23.2	7475	173420	18.4	12460	204344
	43.8	27.2	16.4	8283	103041.2	81.1	11760	718536
	104.7	43.8	61.1	9348	571162.8	41.58	11760	488980.8
	122.2	104.7	17.5	5868	102855	55.89	11782	655025.78
	133.17	122.2	10.97	4980	54830.6	201.97		2405798.50
	148.26	133.17	13.11	7097	93041.87			11812
	201.97	148.26	55.89	9910	551887.9			
		201.97	201.97		1688371.17			
					8380			
Culiacan-Mazatlan	0							
	6.4	0	6.4	10216	65382.4			
	10.92	6.4	4.52	5453	24647.58	215.7	8679	1872060
	11.08	10.92	0.16	4320	691.2			8879
	33	11.08	21.82	4295	94148.4			
	48	33	15	4134	62010			
	66.77	48	18.77	4358	81782.12			
	73.96	66.77	7.19	4482	32225.58			
	91.92	73.96	17.96	4184	75144.84			
	175.24	91.92	83.32	5590	465758.8			
	210.4	175.24	35.16	6408	225305.28			
	215.7	210.4	5.3	6408	33962.4			

ANEXO II

		215.7			1161036.38			
					6383			
Durango-Gomez Palacio					440			4518
(Cuota)								
Durango-Gomez Palacio	0							
	9	0	9	5320	47880			
	9.42	9	0.42	4870	2045.4			
	56.29	9.42	46.87	3270	153264.9			
	144.1	56.29	87.81	6042	530548.02			
	171.41	144.1	27.31	5247	143295.57			
	229.38	171.41	57.97	6889	398195.93			
	244.6	229.38	15.22	7889	120070.58			
		244.6			1395300.4			
					6704			
Nuevo Laredo-Monterrey	0							
(Cuota)	59	0	59	1854	92824	56	4610	258160
	80.7	59	24.7	1342	33147.4	98	4610	437950
	100	80.7	19.3	1190	22967	43	21062	905666
	116	100	16	1201	19216	197		1601776
	154	116	38	1642	62396			8131
	197	154	43	1885	81055			
		197			311405.4			
					1681			
Nuevo Laredo-Monterrey	0							
	12.1	0	12.1	9120	110352			
	16	12.1	3.9	6636	25880.4			
	20.19	16	4.19	5922	24813.18			
	28.18	20.19	7.97	5114	40758.58			
	32	28.18	3.84	10020	38476.8			
	78.23	32	46.23	7563	349637.49			
	98.9	78.23	20.67	5128	105985.76			
	124.4	98.9	25.5	5560	141780			
	156.8	124.4	32.4	7419	240375.6			
	205.9	156.8	49.1	7708	378482.8			
	228	205.9	22.1	4570	100997			
		228			1557529.61			
					6831			
Monterrey-Roynosa	0							
	19.1	0	19.1	21589	412349.9	33	24370	804210
	33	19.1	13.9	18276	254036.4	60	24871	1989680
	60.74	33	35.74	9419	336635.08	79	13471	1064209
	86.4	60.74	17.68	5580	88542.0	33	13471	444543
	113	86.4	26.8	5768	153428.8	225		4302642
	125	113	12	5852	70224			19123
	192.55	125	67.55	6150	415432.5			
	225	192.55	32.45	7430	241103.5			
		225	-225		1981752.96			
					8808			
Matamoros-Reynosa	0							
	38	0	38	4950	188100	98	30590	2998114
	57	38	19	6372	121068			38890
	67	57	10	9528	95280			
	85.65	67	18.65	12206	228760.9			
	98	85.65	12.35	18955	234094.25			
		98	88		887303.15			
					8850			

ANEXO II

Guadalajara-Leon	0							
	11	0	11	7869	86559	45.28	19516	883684.48
	45.28	11	34.28	7400	256620.08	159.46	13378	2133255.88
	47.98	45.28	2.7	7702	21011.4	41.54	6000	249240
	89.64	47.98	41.66	7100	295786	246.28		3266180.36
	105.58	89.64	15.94	7244	115469.36			13282
	108.78	105.58	3.2	7200	23040			
	153.33	108.78	44.55	7681	342188.55			
	162.63	153.33	9.3	7745	72028.5			
	204.74	162.63	42.11	11983	504604.13			
	219.28	204.74	14.54	10900	158486			
	231.45	219.28	12.17	12637	153792.29			
	246.28	231.45	14.83	12960	192196.8			
		246.28			2221782.11			
					8021			
Aguascalientes-Queretaro	0							
	44.1	0	44.1	7380	324576	44.1	13560	597096
	81.54	44.1	37.44	6396	239468.24	63.8	18465	1178067
	96	81.54	14.46	5760	83578.8	36.85	34890	1285696.5
	104.7	96	8.7	5820	50634	32.14	29616	951658.24
	113.5	104.7	8.8	8529	75055.2	45.28	19516	883684.48
	131.14	113.5	17.64	7640	134789.6	64.1	12910	1085731
	141.55	131.14	10.41	7455	77606.55	308.27		5983033.22
	162.47	141.55	20.92	11804	248613.26			18835
	173.69	162.47	11.22	12492	140160.24			
	184.69	173.69	11	7869	86550			
	185.69	184.69	1	7320	7320			
	218.97	185.69	33.28	7486	249134.08			
	260.37	218.97	41.4	7510	310914			
	262.87	260.37	2.5	9720	24300			
	283.84	262.87	20.97	6035	126553.95			
	284.69	283.84	0.85	7845	6668.25			
	292.09	284.69	7.4	8270	61198			
	303.07	292.09	10.98	8310	91243.8			
		303.07			2338350.99			
					7718			
Zacatecas-Durango	0							
	7	0	7	10762	75334	31.5	11678	367857
	18	7	11	8372	70082	30	12155	364850
	31.5	18	13.5	8212	83882	18.5	10287	169405.5
	37.35	31.5	5.85	8216	36363.6	88.11	3698	325830.78
	81.5	37.35	24.15	5770	139345.5	122.74	3910	479913.4
	78	81.5	16.5	2404	39666	288.85		1707658.68
	125.85	78	47.65	1839	78088.35			8912
	166.11	125.85	40.48	1879	76024.34			
	178.13	166.11	10.02	1810	18138.2			
	206.98	178.13	30.85	1784	54110.9			
	210	206.98	3.02	1629	5523.58			
	231.51	210	21.51	2032	43708.32			
	236.11	231.51	4.6	2284	10508.4			
	240.6	236.11	4.49	2719	12208.31			
	250.8	240.6	10.2	2454	25030.8			
	281.68	250.8	10.88	2569	27950.72			
	278.58	281.68	14.9	2801	41734.9			
	278.83	278.58	2.25	3453	7769.25			
	288.84	278.83	10.01	3908	39119.08			
		288.84			804584.25			
					3083			

ANEXO II

<b>Cuernavaca-Acapulco</b>	<b>0</b>							
(Cuota)	17.5	0	17.5	15567	272422.5	24.95	23105	576469.75
	24.95	17.5	7.45	6860	51107	64.48	5022	323818.56
	89.43	24.95	64.48	4471	288290.08	93.74	10673	1000487.02
	183.17	89.43	93.74	8751	820318.74	93.99	11187	1051466.13
	199.77	183.17	16.6	14093	233943.8	277.16		2952241.46
	231.89	199.77	31.92	9268	296834.56			10662
	276.13	231.69	44.44	9267	411825.48			
	277.16	276.13	1.03	9267	8545.01			
		277.16			2303287.17			
					8699			
<b>Iguala-Acapulco</b>	<b>0</b>							
	20.65	0	20.65	11643	240427.95			
	49.9	20.65	29.25	6700	185975			
	65.91	49.9	16.01	7411	118650.11			
	99.72	65.91	33.81	7180	242755.8			
	103.92	99.72	4.2	5089	21373.8			
	111.73	103.92	7.81	7853	61331.93			
	150.4	111.73	38.67	6006	232252.02			
	160.9	150.4	10.5	5781	60700.5			
	164.06	160.9	3.96	7938	31434.40			
	221.87	164.86	57.01	8803	501859.03			
		221.87			1706760.62			
					7693			
<b>Puebla-Tlaxcala</b>	<b>0</b>							
(Cuota)	5.41	0	5.41	13350	72223.5	33.2	18690	626816
	13.14	5.41	7.73	12215	84421.95			18880
	22.99	13.14	9.85	10227	100735.95			
	24.97	22.99	1.98	9937	19675.26			
	32.45	24.97	7.48	15180	113548.4			
	33.22	32.45	0.77	16240	12504.8			
		33.22			413107.86			
					12436			
<b>Puebla-Tlaxcala</b>	<b>0</b>							
	4	0	4	5130	20520			
	18.7	4	12.7	4960	62992			
	28.8	18.7	12.1	4730	57233			
	33.35	28.8	4.55	10340	47047			
	34.62	33.35	1.27	5110	6499.7			
	35.99	34.62	1.37	4950	6701.5			
		35.99			201063.2			
					6687			
<b>Puebla-Tehuacan</b>	<b>0</b>							
	5.83	0	5.83	18700	109021	57.4	15500	889700
	8.4	5.83	2.57	12275	31546.75	58.3	18000	1049400
	17.86	8.4	9.46	12369	117010.74	115.7		1939100
	35.3	17.86	17.44	11630	202827.2			16760
	41.8	35.3	6.5	11050	71825			
	45.25	41.8	3.45	11289	38947.05			
	55	45.25	9.75	11153	108741.75			
	57.4	55	2.4	11120	26688			
	81.3	57.4	23.9	5854	139910.6			
	97.4	81.3	16.1	5683	91496.3			
	115.7	97.4	18.3	7580	138714			
		115.7			1076728.39			
					8306			

ANEXO II

Jalapa-Veracruz	0							
	4.14	0	4.14	8190	33939.72	16	14310	228960
	16	4.14	11.88	6290	74599.4	37.82	18793	748571.26
	38.62	16	22.62	7940	179602.8	60.55	17100	1035405
	53.82	38.62	15.2	7930	120538	114.37		2012638.26
	58.52	53.82	4.7	7826	36782.2			17600
	93.7	58.52	35.18	4830	169919.4			
	102.63	93.7	8.93	5240	46793.2			
	108.79	102.63	4.16	7000	29120			
	114.37	108.79	7.58	7220	54727.6			
		114.37			746020.32			
					6623			
Mexicalt-Sn. Luis Rio Col.	0							
	8.44	0	6.44	2464	15868.16	64.78	26105	1691081.9
	14.48	6.44	8.02	5148	41286.06			26106
	28.29	14.48	13.83	4968	68707.44			
	56.13	28.29	27.84	5580	155347.2			
	64.78	56.13	8.65	5321	46026.65			
		64.78			327236.41			
					6062			
Monterrey-Saltillo	0							
	4.25	0	4.25	12300	52275	79.2	36673	2904501.6
	11.3	4.25	7.05	9541	87264.05			36673
	13	11.3	1.7	9459	16080.3			
	18	13	3	9155	27465			
	26.3	18	10.3	6698	68898.4			
	54	26.3	27.7	8488	235062.2			
	62.46	54	8.46	8000	67880			
	65	62.46	2.54	8118	20619.72			
	79.2	65	14.2	8137	115545.4			
		79.2			670981.07			
					8472			
Cd. Victoria-Monterrey	0							
	19.8	0	19.6	5110	100156	154	5558	855624
	27.35	19.6	7.75	4692	36363	51	6003	309213
	39	27.35	11.65	3993	48518.45	62	12300	1008600
	77.5	39	38.5	3306	127261	287		2173437
	106	77.5	28.5	3410	97185			7873
	110	106	12	2780	33360			
	154	118	36	3820	137520			
	166	154	12	4066	46792			
	205	166	39	6062	236418			
	227.45	205	22.45	4720	105984			
	249	227.45	21.55	6004	194036.2			
	287	249	38	12310	467780			
		287			1631373.65			
					6884			
Guadalajara-Tepic	0							
	8.3	0	8.3	12356	102554.8	38.2	24265	879117
	20.5	8.3	12.2	6980	109556	182.9	15996	2025668.4
	36.2	20.6	15.7	8626	135428.2	218.1		3804785.4
	57.5	36.2	21.3	9025	192232.5			17366
	76.8	57.5	19.3	7592	146525.6			
	138.84	76.8	62.04	9490	586759.8			
	152	138.84	13.16	9052	119124.32			
	176.5	152	23.5	8570	201395			
	219.1	176.5	43.6	9226	402253.6			
		219.1			1997829.62			
					8118			



ANEXO II

Guadalajara-Colima	0							
	12	0	12	17225	206700	15 04	28345	426308 8
	35 04	12	23 04	7901	182039.04	20	35617	712340
	35 24	35 04	0 2	2562	512 4	85 6	32787	2806567 2
	45 84	35 24	10 6	2541	26934 6	61 4	13022	799550 8
	102 84	45 84	57	2435	139795	182 04		4744766 8
	120 64	102 84	17 8	4319	76878 2			26064
	175 74	120 64	55 1	3435	189268 5			
	182 04	175 74	6 3	4739	29855 7			
		182 04			850983.44			
					4676			
Aguascalientes-Zacateca	0							
	6	0	6	12178	73068	8 64	3430	29635 2
	9 83	6	3 83	12386	47438 38	116 2	6117	959429 4
	16	9 83	6 17	7268	44831 22	126 84		989064 6
	22 73	16	6 73	11650	78404 5			7798
	31	22 73	8 27	11571	95692 17			
	40 9	31	9 9	6636	65696 4			
	56	40 9	15 1	4900	753 9			
	65	56	9	4475	40275			
	100 9	85	35 9	5459	195978 1			
	118 2	100 9	17 3	6100	105530			
	126 84	118 2	8 64	10560	91238 4			
		126 84			913501 17			
					7202			
Queretaro-Sn. Luis	0							
	6 28	0	6 28	9950	82488	86 68	24344	2110137 92
	8 7	6 28	2 42	9820	23764 4	69 2	14904	1031356 8
	26 53	8 7	19 83	7682	152334 00	28 92	20472	592050 24
	46 83	28 53	18 3	6047	110660 1	19 45	29571	575155 95
	81 93	46 83	15 1	5088	76798 6	204 25		4308700 91
	86 68	61 93	24 75	12222	302494 5			21095
	119 07	86 68	32 39	13747	445265 33			
	155 88	119 07	36 81	5813	213976 53			
	176 35	155 88	20 47	6567	134426 49			
	184 8	176 35	8 45	6954	58761 3			
	197 5	184 8	12 7	10280	130556			
	204 25	197 5	6 75	10280	69255			
		204 25			1780778 31			
					8718			
Mexico-Queretaro	0							
	43 01	0	43 01	14822	637494 22	148 5	15750	2338875
	56 18	43 01	13 17	14277	188028 09	15 6	28483	444334 8
	69 38	56 18	13 18	14915	196579 7	42 9	22887	972414 3
	107	69 38	37 84	12883	484918 12	207		3755624 1
	148 5	107	41 5	15037	824035 5			18143
	184 1	148 5	15 8	16315	25451 4			
	170 45	184 1	6 35	15029	100514 15			
	207	170 45	36 55	18120	682286			
		207			3148367 78			
					16210			
Mexico-Toluca	0							
	13 6	0	13 6	29703	403960 8	33 98	18910	678541 8
	20 56	13 6	6 96	23199	161465 04	28 22	33710	951296 2
	23 96	20 56	3 4	20659	70240 8	62 2		1627838
	33 98	23 96	10 02	14188	142163 76			26171
	47 26	33 98	13 28	20834	276875 62			

ANEXO II

	51.71	47.26	4.45	20497	91211.65			
	52	51.71	0.29	24100	6999			
	62.2	52	10.2	28800	293760			
		62.2			1448466.37			
					23266			
Mexico-Pachuca	0							
	23.28	0	23.28	8249	192036.72	23.28	102536	2397038.08
	35.62	23.28	12.34	6991	86268.94	37.22	39538	1471604.36
	60.5	35.62	24.88	5998	149230.24	37.5	25011	937912.5
	91.97	60.5	31.47	8484	266991.48	98		4796554.94
	94.5	91.97	2.53	8205	20758.65			48944
	98	94.5	3.5	8228	28798			
		98			744084.03			
					7893			
Mexico-Puebla	0							
	20	0	20	22312	448240	20	50418	1008380
	32.14	20	12.14	21204	257416.58	12.14	36250	440075
	90.7	32.14	58.56	8760	512985.6	58.56	26000	1522560
	124.9	90.7	34.2	7870	269154	34.2	39000	1333800
		124.9			1485796.16	124.9		4304795
					11898			34466
Mexico-Cuernavaca	0							
	23.3	0	23.3	11986	279273.8	23.3	38718	902129.4
	70.5	23.3	47.2	11677	551154.4	47.2	19037	898546.4
	79.26	70.5	8.76	11075	97017	8.78	27206	236324.56
		79.26			927445.2	79.26		2039000.36
					11791			24726
Minatitlan-Villahermosa	0							
	29.3	0	29.3	16815	492879.5	200.45	18909	3790309.05
	35.83	29.3	6.53	12355	80878.15			18989
	43.9	35.83	8.07	8860	71500.2			
	65.3	43.9	21.4	9820	210148			
	76.56	65.3	11.26	8550	96273			
	94.5	76.56	17.94	7468	133940.04			
	117.8	94.5	23.3	7735	180225.5			
	151.4	117.8	33.6	11767	395371.2			
	163.3	151.4	11.9	7345	87405.5			
	178.1	163.3	14.8	7910	117068			
	200.45	178.1	22.35	10380	231993			
		200.45			2097282.09			
					10483			
Ensenada-Chapala	0							
	13.5	0	13.5	7660	103410	420.8	8150	3429520
	21.16	13.5	7.66	7424	56887.84			8160
	52	21.16	30.84	6341	195558.44			
	90	52	38	3550	134900			
	128	90	38	2828	107388			
	159	128	31	2886	89466			
	172.4	159	13.4	3153	42250.2			
	193	172.4	20.8	3000	61800			
	198	193	5	3580	17900			
	251.7	198	53.7	2550	136935			
	338	251.7	86.3	795	88608.5			
	341	338	3	756	2268			
	420.8	341	79.8	535	42693			
		420.8			1060042.98			
					2619			

ANEXO II

Sn. Luis Rio-Sonoyta					2819			7806
Durango-Mazatlan	0							
	25.25	0	25.25	1525	38506.25	294.4	3897	1147276.8
	58.42	25.25	33.17	1500	49755			3897
	145.5	58.42	87.08	930	80984.4			
	294.4	145.5	148.9	2669	397414.1			
		294.4			566659.75			
					1926			
Tepic-Mazatlan	0							
	2.56	0	2.56	9758	24980.48	117.27	17326	2031820.02
	3.7	2.56	1.14	5310	6053.4	152.35	18253	2476144.55
	19.8	3.7	16.1	5300	85330	19.35	1301	25174.35
	33.54	19.0	13.74	6684	91583.36	288.97		4533138.92
	48.12	33.54	14.58	7980	116348.4			16687
	58.42	48.12	8.3	7450	61835			
	70.6	58.42	14.18	8000	113440			
	90.7	70.6	20.1	7770	158177			
	110.4	90.7	19.7	5880	115836			
	125.7	110.4	15.3	6130	93789			
	138.52	125.7	10.82	8845	74062.9			
	200	138.52	63.48	5360	340252.8			
	213.58	200	13.58	5430	73739.4			
	221.71	213.58	8.13	6780	55121.4			
	267.99	221.71	46.28	7030	325348.4			
	269.52	267.99	1.53	5680	8690.4			
	288.97	269.52	19.45	12270	238651.5			
		288.97			1981219.44			
					8868			
Piedras Negras-Nueva R	0							
	55.7	0	55.7	5300	295210	121.7	7573	921834.1
	60.9	55.7	5.2	4960	25792			7673
	80.55	60.9	19.65	5240	102966			
	113.98	80.55	33.43	5140	171830.2			
	121.7	113.98	7.72	9767	75401.24			
		121.7			671109.44			
					8818			
Santa Ana-Agua Prieta	0							
	17.53	0	17.53	3541	62073.73	40.37	24732	998430.84
	40.37	17.53	22.84	2830	68921.2	164.67	5886	969247.62
	121.3	40.37	80.93	2915	235910.95	205.04		1967678.46
	205.04	121.3	83.74	2170	181715.8			8697
		205.04			546621.68			
					2666			
Tampico-Cd. Victoria	0							
	24	0	24	7580	181920	24	22301	535224
	78.12	24	54.12	4730	255987.6	54.12	4294	232391.28
	96	78.12	17.88	2760	49348.6	17.88	18218	325702.08
	185	96	89	2690	239410	89	6202	551978
		185			728608.4	185		1645295.36
					3828			8883
Colima-Lazaro Cardenas	0							
	12.77	0	12.77	4437	56660.49	44.56	18224	812081.44
	25.03	12.77	12.26	4447	54520.22	97	16125	1564125
	34.55	25.03	9.52	4586	43658.72	140	3901	548140
	40.06	34.55	5.51	4682	25797.62	281.56		2922326.44
	44.56	40.06	4.5	11067	49801.5			16378

ANEXO II

	53.56	44.56	9	4023	36207			
	63.06	53.56	9.5	3078	29241			
	70.56	63.06	7.5	2221	16657.6			
	73.06	70.56	2.5	1339	3347.5			
	112.56	73.06	39.5	620	24490			
	141.56	112.56	29	491	14239			
	172.56	141.56	31	436	13516			
	230.56	172.56	58	650	37700			
	281.56	230.56	51	2070	105570			
		281.56			511406.75			
					1818			
Acapulco-Lazaro Cardena	0							
	10.37	0	10.37	10049	104208.13	77.85	13073	1017733.05
	33.6	10.37	23.23	5830	135430.9	165.05	18180	3000609
	44.75	33.6	11.15	3490	38913.5	125.6	21017	2639735.2
	77.85	44.75	33.1	5670	187677	368.5		6658077.25
	103.6	77.85	25.75	3850	99137.5			18068
	182.25	103.6	58.65	2900	170085			
	206.3	182.25	44.05	3340	147127			
	242.9	206.3	36.6	12484	456914.4			
	257.86	242.9	14.96	2676	40032.96			
	293.9	257.86	36.04	1900	68476			
	336.4	293.9	42.5	3130	133025			
	346.7	336.4	10.3	2810	28943			
	353.75	346.7	7.05	9610	67750.5			
	362.4	353.75	8.65	7680	66432			
	368.4	362.4	6	2780	16580			
		368.4			1780712.89			
					4778			
Reynosa-Nuevo Laredo	0							
	35.68	0	35.68	5943	212048.24	221.08	20918	4624551.44
	63.4	35.68	27.72	3618	100290.96			28918
	87.77	63.4	24.37	3860	94068.2			
	102.35	87.77	14.58	5318	77536.44			
	205.5	102.35	103.15	1870	203205.5			
	221.08	205.5	15.58	936	14582.88			
		221.08			701730.22			
					3174			
Cd. Victoria-Reynosa	0							
	5	0	5	4360	21800	46.5	8580	398040
	46.5	5	41.5	3680	152720	82.5	10557	870952.5
	80.05	46.5	33.55	3580	120109	46	16040	737840
	97	80.05	16.95	3480	58988	27	16213	437751
	129	97	32	4470	143040	113.25	12062	1366021.5
	175	129	46	5090	234140	315.26		3810605
	202	175	27	4590	133920			12888
	243	202	41	2100	86100			
	286.6	243	43.6	2440	106872			
	293.5	286.6	6.7	2480	16616			
	315.25	293.5	21.75	2790	60682.5			
		315.25			1134985.5			
					3688			
Cd. Valles-Cd. Victoria	0							
	86.9	0	66.9	2825	188992.5	59.5	4515	266642.5
	98	86.9	31.1	4440	138084	74.5	7482	555919
	110	98	12	3510	42120	31.1	7548	234742.6
	132.84	110	22.84	1930	44081.2	68.9	2296	153535.5
	172.5	132.84	39.66	4269	189308.54	232		1212839.8
	232	172.5	59.5	4340	258230			6228

ANEXO II

		232			840816.24			
					3624			
Tuxpan-Tampico	0							
	45.2	0	45.2	3300	149160	191.43	8930	1709469.9
	56.66	45.2	11.46	4780	54778.6			8930
	78.6	56.66	21.94	3750	82275			
	124.42	78.6	45.82	3770	172741.4			
	177.8	124.42	53.38	4040	215655.2			
	186.85	177.8	9.05	5140	46517			
	191.43	186.65	4.58	4264	19529.12			
		191.43			740656.52			
					3869			
Cd. Valles-Tampico	0							
	15.25	0	15.25	4325	65056.25	103	17092	1760476
	28.8	15.25	14.35	4401	63154.35	35	14237	498295
	79	29.6	49.4	4380	216372	138		2258771
	103	79	24	5570	133680			16388
	131.8	103	28.8	8620	248256			
	138	131.8	6.2	9412	58354.4			
		138			785773			
					8684			
Cd. Altamirano-Zihuatanejo					3630			13778
Villahermosa-Catalazaja	0							
	12	0	12	4917	59004	114	10805	1231770
	32.46	12	20.46	6983	142872.18			10906
	46.2	32.46	13.74	6433	88389.42			
	114	46.2	67.8	4249	288082.2			
		114			578347.8			
					6073			
Tecate-Tijuana (cuota)					2946			
Tehuacan-Oaxaca	0							
	23	0	23	2878	66010	63.15	13450	849367.5
	63.15	23	40.15	1850	74277.6	139.55	15872	2214937.6
	88.34	63.15	25.19	1295	32621.05	30.13	5396	162581.48
	169.84	88.34	81.5	791	64466.5	232.83		3226886.68
	202.7	169.84	32.86	2340	76892.4			13869
	211.28	202.7	8.56	5662	48466.72			
	232.83	211.28	21.57	13570	292704.9			
		232.83			655439.07			
					2815			

## BIBLIOGRAFIA

- Ackoff, Russel L., *Rediseñando El Futuro*, Limusa, México, 1989.
- Cruz Beristain, Gonzalo, Apuntes de la Clase de Vías Terrestres.
- Gazca Clavel, Jose Francisco, Tesis *Apuntes Sobre Carreteras*, México, 1979.
- Gorostiza Pérez, Francisco, Apuntes de la Clase de Planeación.
- Miklos, Tomás y Tello, Ma. Elena, *Planeación Prospectiva: Una Estrategia Para El Diseño Del Futuro*, Limusa, México, 1991.
- Olivera Bustamente, Fernando, *Estructuración De Vías Terrestres*, CECSA, México, 1994.
- Sanchez Gomez, Enrique, Tesis *Evaluación Del Sistema Carretero En México*, México, 1988.
- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, *Esquema Director De La Red Carretera. Informe Principal Y Anexos Técnicos*, México, 1980.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Planeación Y Evaluación De Proyectos*, México, 1991.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Estudio De Planificación De Las Vías Terrestres Nacionales*, México, 1959.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Informe De Labores 1993-1994*, México, 1995.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *El Transporte En México*, México, 1988.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Programa Nacional De Autopistas 1989-1994*, México, 1994.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Datos Viales 1995*, México, 1996.