

110
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESQUEMA DE PLANEACION DE NUEVAS OBRAS DE
INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A N :
JOSE LUIS AYALA HERNANDEZ
OMAR PLATA MANCILLA**



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-083/95

Señores
JOSE LUIS AYALA HERNANDEZ
OMAR PLATA MANCILLA
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. FRANCISCO GOROSTIZA PEREZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

"ESQUEMA DE PLANEACION DE NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA"

- I. ANTECEDENTES DEL FERROCARRIL EN MEXICO**
- II. EL FERROCARRIL Y EL AUTOTRANSPORTE**
- III. TRAFICO FERROVIARIO EN LAS LINEAS**
- IV. PROYECCION DEL TRAFICO FERROVIARIO DE CARGA**
- V. ANALISIS DE CAPACIDAD E IDENTIFICACION DE PROYECTOS DE INVERSION EN NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA**
- VI. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y COSTOS DE INVERSION DE LOS PROYECTOS**
- VII. EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA DE LOS PROYECTOS**
- VIII. CONCLUSIONES**

Ruego a ustedes 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 les recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberán prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 29 de agosto de 1995.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

Agradecemos profundamente a :

Nuestros padres y hermanos.

La Universidad Nacional Autónoma de México.

La Facultad de Ingeniería en particular

Nuestros sinceros amigos.

Todo su apoyo incondicional para la realización de nuestros estudios.

CONTENIDO

CAPÍTULO I.

Antecedentes del ferrocarril en México.....	1
1.1. <i>Reseña histórica del ferrocarril en México.....</i>	2
1.2. <i>Nacionalización de los ferrocarriles.....</i>	8
1.3. <i>Los ferrocarriles en la Revolución Mexicana.....</i>	9
1.4. <i>Expropiación de los ferrocarriles.....</i>	11
1.5. <i>Los ferrocarriles en la Segunda Guerra Mundial.....</i>	11
1.6. <i>Reconstrucción de Ferrocarriles Nacionales de México.....</i>	12

CAPÍTULO II.

El ferrocarril y el autotransporte.....	17
II.1. <i>Aspectos generales del ferrocarril.....</i>	18
II.2. <i>Ventajas y desventajas del ferrocarril.....</i>	22
II.3. <i>Aspectos generales del autotransporte.....</i>	24
II.4. <i>Ventajas y desventajas del autotransporte.....</i>	28
II.5. <i>Análisis comparativo del sistema de transporte terrestre.....</i>	29
II.6. <i>Avances recientes en la tecnología de Ferrocarriles Nacionales de México.....</i>	29

CAPÍTULO III.

Tráfico ferroviario en las líneas.....	31
III.1. <i>Situación actual del tráfico ferroviario.....</i>	32
III.2. <i>Aspectos importantes del tráfico ferroviario.....</i>	35
III.3. <i>Factores que influyen en la estimación del tráfico ferroviario.....</i>	36
III.4. <i>Breve descripción de algunos métodos para la estimación del tráfico ferroviario.....</i>	37
III.5. <i>Teoría relativa a las tarifas ferroviarias.....</i>	41
III.6. <i>Principios económicos para la determinación del precio de las tarifas ferroviarias.....</i>	42
III.7. <i>Clasificación de las tarifas ferroviarias.....</i>	44
III.8. <i>Principios básicos en materia de tarifas.....</i>	46
III.9. <i>Políticas comerciales para el mejoramiento del tráfico de carga en FNM.</i>	47

CAPÍTULO IV.

Proyección del tráfico de carga.....	48
IV.1. <i>Evaluación del tráfico de carga en los últimos años.....</i>	49
IV.2. <i>Distribución del volumen transportado por tipo de productos en 1994.....</i>	50
IV.3. <i>Proyección futura del tráfico ferroviario de carga.....</i>	54

CAPÍTULO V.

Análisis de capacidad e identificación de proyectos de inversión en nuevas obras de infraestructura.....	57
V.1. <i>Capacidad de vías.....</i>	58
V.2. <i>Características generales de los sistemas de control de tráfico de trenes...</i>	58

V.3. Modelos matemáticos para la determinación de la capacidad de las vías..	60
V.4. Identificación de los proyectos de inversión ferroviaria.....	61

CAPÍTULO VI.

Características geométricas y costos de inversión de los proyectos.....	67
VI.1. Características geométricas de los tramos con capacidad insuficiente.....	68
VI.2. Costos de inversión de los proyectos para el incremento de capacidad.....	73
VI.3. Costos de operación del equipo ferroviario.....	77
VI.3.1. Costos de amortización del equipo tractivo y de arrastre.....	77
VI.3.2. Costos de consumo de combustible y lubricantes.....	78
VI.3.3. Costos de reparaciones adicionales al equipo.....	80
VI.3.4. Costos de tripulación.....	81
VI.3.5. Costos de conservación de vía y de equipo tanto tractivo como de arrastre.....	82

CAPÍTULO VII.

Evaluación económica y financiera de los proyectos.....	85
VII.1. Evaluación económica y financiera.....	86
VII.2. Evaluación económica y financiera de tramo Aguascalientes - Felipe Pescador.....	91
VII.3. Evaluación económica y financiera de tramo Calles - Monterrey.....	93
VII.4. Evaluación económica y financiera de tramo Toluca - Acámbaro.....	95
VII.5. Evaluación económica y financiera de tramo Barroterán - Piedras Negras.....	97
VII.6. Evaluación económica y financiera de tramo Esperanza - Córdoba.....	99

CAPÍTULO VIII.

Conclusiones..... 106

VIII.1. *Conclusiones y comentarios..... 107*

Bibliografía..... 110

CAPÍTULO I.

Antecedentes del ferrocarril en México

I.1. Reseña histórica del ferrocarril en México.

Por decreto del Gral. Anastacio Bustamante, el 22 de agosto de 1837 se le otorgó a Francisco de Arrillaga el privilegio exclusivo para establecer un camino de hierro desde Veracruz hasta la Capital de la República. Este decreto establecía un plazo de 12 años para concluir la construcción. Al no haberse hecho ninguna obra dentro de este lapso, la concesión se declaró sin validez alguna, sin embargo, quedó como una constancia del primer intento para establecer una línea férrea en México.

Se tenía un gran interés para construir una vía entre Veracruz y la capital, por lo cual, el 31 de mayo de 1842 por decreto del presidente Antonio López de Santa Anna, se impulsó la construcción de un ferrocarril desde Veracruz hasta el río San Juan; el desarrollo de esta obra fue muy lento ya que solamente se construyeron 7 kilómetros en 7 años. En 1848 se reanudaron los trabajos rumbo al río de San Juan, y para 1850 se habían construido 13 kilómetros hasta El Molino.

Once días antes de abandonar el poder, López de Santa Anna decretó una nueva concesión a los hermanos Mosso para construir un ferrocarril de San Juan, Veracruz, al puerto de Acapulco pasando por la Capital. Esta obra se empezó a construir desde la Capital hasta Veracruz en 1856, y el 4 de Julio de 1857 se inauguró el tramo de Tlatelolco a Villa de Guadalupe. Poco tiempo después se suspendió la obra y se vendió la concesión al Sr. Antonio Escandón, al mismo tiempo que éste compraba al gobierno el tramo de Veracruz al río de San Juan.

El 5 de abril de 1861, el presidente Benito Juárez otorgó al Sr. Escandón una nueva concesión de Veracruz al Pacífico con un ramal a Puebla; tiempo después, el 19 de agosto de 1864 el Sr. Escandón traspasó esta concesión a la Compañía Imperial Mexicana.

En junio de 1867 se habían construido 76 kilómetros hasta Paso del Macho, en Veracruz, y el tramo de la Villa de Guadalupe se había prolongado hasta Apizaco. El 16 de septiembre de 1869, el presidente Juárez inauguró el tramo de México-Apizaco con una longitud de 139 kilómetros y el ramal de Apizaco-Puebla de 47 kilómetros.

En 1870 se abrió al público el tramo Paso del Macho-Atoyac, el cual tenía una distancia de 10 kilómetros, y posteriormente, en diciembre de 1871 se abrió el tramo Atoyac-Fortín que contaba con 28 kilómetros.

En 1872, tras haber resuelto favorablemente algunos accidentes topográficos del camino, el 5 de septiembre se abrió el tramo Veracruz-Orizaba, y el 20 de diciembre del mismo año, se le informó al gobierno que habían quedado unidos los rieles en las Cumbres de Maltrata, y en consecuencia, la vía de 471 kilómetros entre México y Veracruz había quedado lista para ser utilizada.

Después de la inauguración del Ferrocarril México (México-Veracruz), se hizo patente el interés de diversos grupos nacionales y extranjeros para la construcción de nuevas líneas ferroviarias, los que presentaron al gobierno del presidente Lerdo de Tejada sus proyectos para diferentes rutas en varias zonas del país, entre los cuales, llamó la atención la construcción de la línea interoceánica entre el Golfo de México y el Océano Pacífico, a través del Istmo de Tehuantepec.

La primera concesión se otorgó el 1º de marzo de 1842 a José de Garay, la cual caducó sin que se hubiera colocado un solo riel.

Otra concesión fue otorgada a Don Ramón Zangronis el 24 de diciembre de 1864, en ella se contemplaba la construcción de una línea férrea de vía ancha entre el puerto de Veracruz y la ciudad de Jalapa. La obra comenzó inmediatamente, sin embargo, en mayo de 1873 se declaró caduco el contrato, y por decreto del presidente Lerdo de Tejada, en marzo

de 1874 se autorizó el traspaso de los tramos ya construidos al Ferrocarril México; este tramo de 112 kilómetros de extensión, fue inaugurado el 17 de junio de 1875.

Durante el gobierno del presidente Lerdo de Tejada se promovió la construcción de vías férreas para lograr la comunicación interna del país, autorizando los contratos para la construcción de rutas con cierta importancia, tales como: Mérida-Progreso, México-Toluca con un ramal a Cuautitlán, Puebla-Matamoros y México-León.

En 1876 el país contaba con 631 kilómetros de vías férreas, constituidos por el Ferrocarril Mexicano (México-Veracruz) con 471 kilómetros, el tramo Veracruz-Medellín con 15 kilómetros, el tramo Mérida-Progreso con 16 kilómetros, el tramo México-Cuautitlán con 17 kilómetros y el tramo Veracruz-Jalapa con 112 kilómetros.

A finales de 1876, se registró el primer acuerdo del gobierno porfirista en materia de ferrocarriles, y fue la aprobación del proyecto presentado por el Ing. Mariano Téllez Pizarro para la construcción de una línea ferroviaria entre Tehuacán y la estación de Esperanza del Ferrocarril Mexicano. Se inauguraron 51 kilómetros de vía angosta (0.914 m) el 24 de diciembre de 1879.

Se autorizaron concesiones para muchas líneas, que en su mayoría no surtieron efecto y fueron declaradas caducas al no realizarse ningún trabajo. Sin embargo, algunos tramos construidos fueron el inicio de rutas que, tiempo después, formarían parte de las líneas que ahora integran el Sistema Ferroviario Nacional.

En 1877 se autorizó continuar la construcción del Ferrocarril México-Toluca con un ramal a Cuautitlán; así mismo se autorizó la construcción de la línea Celaya-León con un ramal a Guanajuato.

En 1878 se firmó un contrato para la construcción del Ferrocarril de Morelos (México-Cuautla); así mismo, se autorizó la construcción del tramo Mérida-Peto con un

ramal a Tekax, y el tramo Mérida-Campeche. En 1879 se autorizó la construcción del Ferrocarril de Hidalgo (Ometusco-Pachuca).

En 1880 se otorgaron las dos primeras concesiones a empresas constructoras norteamericanas, la primera el 8 de septiembre al Ferrocarril Central Mexicano fundada en Boston, Mass., para construir una línea de vía ancha entre México y Paso del Norte (hoy Cd. Juárez) pasando por las ciudades de Querétaro, Celaya, Salamanca, Irapuato, Silao, León, Aguascalientes, Zacatecas y Chihuahua, con ramales de Silao a Guanajuato y otro que llegaría a Guadalajara. La segunda concesión se otorgó el 13 de septiembre a la Compañía Constructora Nacional fundada en Denver, Col., para la construcción de dos líneas de vía angosta; la primera de México a Manzanillo pasando por Toluca, Maravatío, Acámbaro, Morelia, Zamora y La Piedad; y la segunda que uniría a la Cd. de México con Nuevo Laredo y Tamaulipas.

Así nacieron las dos grandes rutas que se consideraron como la columna vertebral del Sistema Ferroviario Nacional. La construcción de ambas líneas se inició de inmediato y continuó ininterrumpidamente durante el período presidencial del Gral. Manuel González (1880-1884), en dicho período se otorgaron cerca de treinta concesiones para nuevas rutas, aunque la mayoría de ellas no tuvieron efecto alguno.

De 1880 a 1884 los contratos que tuvieron éxito fueron: El Ferrocarril Internacional Mexicano que comunicaba a Ciudad Porfirio Díaz (hoy Piedras Negras) con Torreón y Durango; y El Ferrocarril de Morelos que comunicaba a los Reyes con Cuautla de vía angosta, el cual fue inaugurado el 18 de julio de 1881.

El 16 de septiembre de 1882 se inauguró el Ferrocarril Puebla-San Martín Texmelucan, con una extensión de 37 kilómetros y construido por cuenta del gobierno federal; en 1886 fue traspasado al Ferrocarril Interoceánico, con el cual completó su ruta México-Puebla.

Entre 1884 y 1904 se habían construido en el país 10,631 kilómetros de vías, que sumados a los 5,891 que ya se tenían, hacían un total de 16,522 kilómetros.

En 1899 se expidió la primera Ley General de Ferrocarriles, la cual abarcaba debidamente todos los aspectos que tenían en aquel tiempo la construcción y explotación de Ferrocarriles; esta ley era completa y minuciosa, en la cual que se buscaba el predominio de los intereses nacionales sobre los privados.

Esta ley regulaba a los grandes consorcios norteamericanos, que desde principios de siglo habían obtenido el control financiero del Ferrocarril Central y del Ferrocarril Nacional, cuyo proceso de crecimiento y expansión fue vertiginoso, gracias al control que se originó, principalmente por la compra de acciones de líneas ya construidas, el establecimiento de nuevas rutas y la obtención del traspaso de concesiones en vigor.

La concentración del capital extranjero principalmente norteamericano, tuvo como consecuencia una reacción de defensa en las compañías nacionales, debido a que los esfuerzos de los grandes consorcios extranjeros para controlar la red ferroviaria mexicana, hicieron pensar al gobierno en la necesidad de disminuir la tendencia monopolista absorbente de dichas empresas extranjeras, las cuales amenazaban los intereses del país y principalmente los de inversionistas nacionales.

Por esta razón, en 1908 fue creada definitivamente la empresa Ferrocarriles Nacionales de México, que al fusionarse en una sola empresa bajo el control del gobierno, se unieron el Ferrocarril Central Mexicano y el Ferrocarril Nacional de México, cuya expansión y desarrollo fue notable.

Así que para 1910, los ferrocarriles de jurisdicción federal construidos alcanzaban una extensión de 14,789 kilómetros de vía ancha y 4,311 de vía angosta, que sumaban 19,100 kilómetros hasta entonces.

La empresa de Ferrocarriles Nacionales de México se integró entonces, de la siguiente manera:

- Ferrocarril Central Mexicano:

Troncal México-Cd. Juárez	1,937 kilómetros
Monterrey-Tampico	591 kilómetros
México-Balsas	292 kilómetros
Irapuato-Guadalajara	259 kilómetros
Chicalote-Tampico	670 kilómetros
Guadalajara-Ameca	89 kilómetros
Guadalajara-Manzanillo	355 kilómetros
Buenavista-Santiago	2 kilómetros
Silao-Marfil	18 kilómetros
La Vega-San Marcos	40 kilómetros
De la compañía metalúrgica- Sn. Luis Potosí	8 kilómetros
Yurécuaro-Los Reyes	137 kilómetros
Tula-Pachuca	70 kilómetros
	<hr/>
	4,478 kilómetros

- Ferrocarril Nacional de México:

Troncal México-Nuevo Laredo	1,274 kilómetros
Monterrey-Matamoros	322 kilómetros
Acámbaro-Uruapan	223 kilómetros
Ferrocarril de Circunvalación	10 kilómetros
México-Acámbaro	280 kilómetros
	<hr/>
	2,203 kilómetros

La suma de ambos ferrocarriles fue de 6,681 kilómetros de vía férrea.

Sin embargo, como existían otros ferrocarriles que estaban controlados por el Ferrocarril Central y el Nacional, tales como el Interoceánico, el Internacional, el de Hidalgo, el de Coahuila y el Mexicano del Pacífico, la red de la nueva empresa se extendía de hecho hasta 11,500 kilómetros, de los cuales, 9,400 kilómetros eran de vía ancha y 2,100 de vía angosta.

Posteriormente, se incorporó a la nueva empresa el Ferrocarril de Veracruz al Istmo (Córdoba-Jesús Carranza y Veracruz-Tierra Blanca), y se adquirió el control del Ferrocarril Panamericano (Ixtotec-Tapachula) y del Mexicano del Sur (Puebla-Tehuacán-Oaxaca).

Como el gobierno federal tenía el 51% de las acciones de Ferrocarriles Nacionales de México, tuvo la facultad de designar a los miembros de la junta directiva, la cual designó al primer presidente ejecutivo de la nueva compañía, el Sr. E. N. Brown.

I.2. Nacionalización de los ferrocarriles.

La nacionalización de los ferrocarriles se realizó en tres etapas:

La primera etapa comenzó en 1909, cuando el personal que manejaba el movimiento ferroviario estaba formado en su totalidad por norteamericanos. Por instrucciones del gobierno, la empresa había creado el puesto de aprendices de despachadores, que ocuparon telegrafistas mexicanos para ir conociendo el sistema por el que se manejaba el movimiento de los trenes. Los norteamericanos disgustados y dispuestos a poner fin a una situación para ellos inconveniente por la creación de dichos puestos, habían venido recurriendo a todas la maniobras imaginables para eliminarlos a como diera lugar, y el esfuerzo máximo de agresividad fue el emplazamiento a huelga para estallar el 17 de julio de 1909, exigiendo la supresión de los copiadores, que en realidad eran aprendices de despachadores.

La segunda etapa se presentó cuando los maquinistas y conductores extranjeros declararon la huelga por negarles el uso del idioma inglés en las ordenes de tren, en la correspondencia oficial y en otros documentos; la Junta Patriótica Nacional Ferrocarrilera y la Unión de Conductores, Maquinistas, Garroteros y Fogoneros, con el apoyo del gobierno federal, contrarrestaron la injusta huelga, reemplazando a los operarios extranjeros de los trenes, incluyendo superintendentes, jefes de trenes, instructores de maquinistas, mecánicos y mayordomos. Estos hechos culminaron el 17 de abril de 1912.

La tercera etapa tuvo lugar el 14 de abril de 1914 con el desembarco de tropas norteamericanas en Veracruz, provocando la salida del país a 41 funcionarios y jefes extranjeros que todavía trabajaban en la compañía, los que inmediatamente fueron sustituidos por personal mexicano.

1.3. Los ferrocarriles en la Revolución Mexicana.

La contienda armada que inició en 1910, tuvo grandes repercusiones sobre Ferrocarriles Nacionales de México y en otros ferrocarriles del país. De este medio de transporte dependió mucho la victoria de las luchas revolucionarias. El ejército del noroeste, al mando del Gral. Álvaro Obregón, siguió la ruta del Ferrocarril Sud-Pacífico que bordea la costa occidental de la República Mexicana. Las fuerzas del Gral. Francisco Villa siguieron la ruta del Ferrocarril de Cd. Juárez acabando con la resistencia federal en Zacatecas. El Gral. Pablo González llegó a la Cd. de México siguiendo la ruta del Ferrocarril de Nuevo Laredo.

Los ferrocarriles eran utilizados tanto por los ejércitos revolucionarios, como por las fuerzas federales del gobierno. Era frecuente observar que una vez tomada alguna plaza, el equipo era utilizado por el ejército vencedor, inclusive obligando a las tripulaciones a servir a quienes habían salido victoriosos.

Esta situación originó que para impedir el paso de equipo o de contingentes militares, uno de los ejércitos dinamitaran los convoyes y destruyeran vías, puentes, locomotoras y demás instalaciones. Para impedir la persecución del enemigo se dinamitaban las vías con locomotoras "locas". De esta manera, los ferrocarriles fueron los más dañados de los bienes nacionales, porque venían a ser un implemento que todos querían destruir en su lucha en contra de los grupos enemigos.

Destrucción de trenes y vías, estaciones incendiadas y saqueadas, trenes asaltados, locomotoras y puentes dinamitados, y en general el gran daño que sufrió el material rodante, así como la ausencia del flete y de pasajeros, y por consiguiente la desaparición de los ingresos, fueron el panorama del servicio nacional ferroviario, hasta que en 1914 Venustiano Carranza controló la situación en la Ciudad de México, dictando un acuerdo para que los ferrocarriles fueran controlados por el gobierno.

Al consolidarse el gobierno de Carranza, y restablecerse la paz en el territorio nacional, empezó a normalizarse la situación de los ferrocarriles, aumentando sensiblemente los ingresos e iniciándose la reconstrucción de vías y edificios, así como la renovación del equipo. La deuda de las líneas nacionales había crecido en forma vertiginosa, pues no se habían cubierto intereses ni dividendos, en 1919 la empresa debía aproximadamente 94 millones de dólares, lo que hizo pensar al gobierno en devolver los bienes a la compañía propietaria, pero conservando la mayoría y el control sobre ella.

Para ello era necesario reconstruir totalmente las vías, por lo que el gobierno del presidente Venustiano Carranza, se dió a la tarea de reparar todos los daños que sufrió Ferrocarriles Nacionales de México provocados por la lucha armada.

1.4. Expropiación de los ferrocarriles.

El 23 de junio de 1937, el presidente Lázaro Cárdenas dictó un acuerdo, en el cual se daba por hecho la expropiación de Ferrocarriles Nacionales de México; dos días después, expidió un decreto en el cual se creó el Departamento Autónomo de Ferrocarriles y al mismo tiempo se creó la empresa Líneas Férreas de México, que se encargaría de la construcción de algunas líneas que complementarían la red ferroviaria nacional.

El 1º de mayo de 1938, se expidió una nueva ley que creó la Administración Obrera de Ferrocarriles de México, quedando la responsabilidad y dirección de esa empresa en manos de los obreros ferrocarrileros.

Una de las primeras acciones que realizó el gobierno de Gral. Manuel Ávila Camacho, fue derogar el decreto que creó la Administración Obrera, y en 1942 se publicó la ley que creó Ferrocarriles Nacionales de México como empresa gubernamental, mismo año en que se empezó a pagar la deuda ferrocarrilera para cubrir el valor de la empresa expropiada.

En 1948, durante el gobierno del presidente Miguel Alemán, se expidió la Ley Orgánica de Ferrocarriles Nacionales de México, otorgándole personalidad jurídica como una empresa descentralizada del gobierno federal, constituyendo un organismo de servicio público sin fines de lucro.

1.5. Los ferrocarriles en la Segunda Guerra Mundial.

En 1942, México intervino en la guerra en contra de las potencias del eje nazifascista, la cual tuvo gran influencia en la mala situación de Ferrocarriles Nacionales de México. El estado físico de las instalaciones padecían de muchas deficiencias, sin embargo, se tenía que seguir prestando el servicio dependiendo de las necesidades del país. Al unirse México a las

fuerzas del occidente, se vió en la necesidad de colaborar en el transporte de enormes volúmenes de materias primas y materiales estratégicos, que nuestro país y los de Centro y Sudamérica enviaban por territorio mexicano hacia los Estados Unidos, en virtud de que los movimientos de carga por el Canal de Panamá fueron suspendidos, al igual que los realizados por el Océano Pacífico; fueron las líneas ferroviarias mexicanas las que tuvieron que hacer un esfuerzo que rebasaba en mucho su capacidad instalada.

En ese mismo año, el gobierno de los Estados Unidos junto con el gobierno mexicano, propusieron establecer en nuestro país un organismo denominado Misión Norteamericana de Ferrocarriles, cuyo objetivo era el de colaborar con Ferrocarriles Nacionales de México para el mejoramiento de la vías que servían de enlace entre la frontera sur de México y la de los Estados Unidos. La ayuda norteamericana consistió en el reforzamiento de puentes, cambio de durmientes y balastado en varios tramos. El interés del gobierno norteamericano era muy claro, le urgía que los ferrocarriles mexicanos pudieran transportar las materias primas y materiales estratégicos que necesitaba principalmente su industria militar.

Al término de la guerra (finales de 1945 y principios de 1946), las condiciones de las instalaciones y equipo de Ferrocarriles Nacionales de México eran críticas, debido la vejez que ya padecía y al desgaste sufrido durante la guerra; sin embargo, las crecientes necesidades de la agricultura e industria nacional cuyo crecimiento se iniciaba en forma impetuosa y exigía un servicio de transporte eficiente y rápido, no sólo agravó la situación, sino que la puso al borde del colapso.

1.6. Reconstrucción de Ferrocarriles Nacionales de México.

En 1947, bajo el gobierno del Lic. Miguel Alemán Valdés, la administración de Ferrocarriles Nacionales de México elaboró un programa de adiciones y mejoras para iniciar la completa rehabilitación del sistema ferroviario, el cual abarcaría un período de cinco años

(Plan Alemán de rehabilitación ferroviaria). Este plan contempló la ampliación de tres rutas: México-Veracruz, México-Acámbaro y México-Oaxaca, así como la construcción de las nuevas terminales y estaciones en Chihuahua, Jalapa, Guadalajara y Monterrey.

En el período presidencial del Lic. Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958), se reanudaron los trabajos de reconstrucción y rehabilitación de vías, algunos de los principales trabajos desarrollados en este período fueron: la rehabilitación del tramo Irapuato-Aguascalientes y la inauguración de la terminal del Valle de México; así mismo se puso en servicio la terminal de carga de Pantaco, en la Ciudad de México.

En el período presidencial del Lic. Adolfo López Mateos (1958-1964), se puso en servicio la gran estación de ferrocarriles en Buenavista, así como la terminal de carga de Nuevo Laredo y el establecimiento del servicio de autovías a San Luis Potosí. Posteriormente se incorporó el Ferrocarril Mexicano a Ferrocarriles Nacionales de México; así como la inauguración de las estaciones de pasajeros y de carga en las ciudades de Monterrey, Torreón y Ciudad Juárez.

Antes de concluir este período presidencial, se inauguró el ferrocarril Chihuahua al Pacífico y se puso en servicio el tren México-Monterrey (El Regiomontano), así como el servicio directo entre la Ciudad de México y Mérida.

En el período presidencial del Lic. Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970) se continuaron los trabajos de rehabilitación y modernización de los Ferrocarriles Nacionales, tales como la inauguración de las estaciones de Zacatecas, Irapuato, Saltillo, Morelia y Tierra Blanca. Además, se iniciaron los trabajos de rectificación, acortamiento y modificación de varias líneas en el sistema, así como la rehabilitación de puentes y la modernización de talleres. También se adquirieron locomotoras diesel, góndolas, furgones, carros de pasajeros y carros dormitorios.

Posteriormente para el período presidencial del Lic. Luis Echeverría (1970-1976), se prosiguió con la rehabilitación de vías, reforzamiento de puentes y cambio de rieles (preferentemente en los troncales de mayor tráfico); así como la rehabilitación de las estaciones de Toluca y Tacuba, y la construcción de las nuevas estaciones de Córdoba y Ciudad Hidalgo.

Durante los dos primeros años de este sexenio se adquirieron 86 locomotoras que fueron insuficientes para una adecuada ampliación de la flota y la sustitución de las unidades que habían llegado al término de su vida económica. Para 1973 se presentaron problemas en la operación del sistema, tales como el congestionamiento de carros en las principales líneas y patios, resultado de la demora en el pedido de refacciones para la reparación de los mismos. Tras esta situación, el presidente Echeverría autorizó la adquisición emergente de locomotoras y se programó la compra de un mayor número de unidades, de acuerdo a las exigencias en el incremento del tráfico.

Simultáneamente a la adquisición de locomotoras se procedió a la compra de carros de carga en número suficiente, tanto para absorber al movimiento de flete como para abatir la permanencia de equipo extranjero sobre las líneas del sistema.

En el período presidencial del Lic. José López Portillo (1976-1982), se publicó un acuerdo sobre ferrocarriles, en el cual se dispone la fusión de las cinco empresas ferroviarias que existían en el país (Ferrocarriles Nacionales de México, el Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarriles Unidos del Sudeste, el Ferrocarril Chihuahua al Pacífico y el Ferrocarril Sonora-Baja California), quedando como un solo organismo para unificar su operación administrativa y financiera. Dicho acuerdo dispuso que la dirección del nuevo organismo recaería en la persona que ocupara la Dirección General de Ferrocarriles Nacionales de México.

En materia ferroviaria, se puso en servicio el primer sistema de radio enlace entre Jalapa y Veracruz, así como el servicio del libramiento Jaltocan-Teotihuacán en la ruta

México-Veracruz. Posteriormente, se inauguró la nueva línea Coróndiro-Lázaro Cárdenas con un desarrollo de 200 kilómetros; y además, se enlazó a la Ciudad de México con el Sudeste del país por medio de una extensa Red de Telecomunicaciones.

Se instalaron sistemas de radio-comunicación móvil en los patios del Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Jalapa y Veracruz, implantándose igualmente los sistemas para el control de carros en terminales y el control automático de terminales. Durante este sexenio se adquirieron 270 locomotoras y 1,760 unidades de carga; además, se pusieron en servicio carros para pasajeros de primera y segunda clases, y se construyeron nuevas vías secundarias en ampliación de patios y escapes.

En el período presidencial del Lic. Miguel de la Madrid (1982-1988), se dispone la continuación de los trabajos de rehabilitación y modernización de diversas líneas ferroviarias, así como una acción estratégica del Plan Nacional de Desarrollo para impulsar a los ferrocarriles dentro del sistema integral de transporte. En 1983 se dió a conocer un trabajo de modernización del Sistema Ferroviario Nacional, y posteriormente en 1984, el Congreso de la Unión aprobó la nueva Ley Orgánica de Ferrocarriles Nacionales de México, que entraría en vigor hasta 1985.

En noviembre de 1986, se publicó un decreto presidencial en el cual se dispone que solamente una empresa prestaría en lo sucesivo el servicio ferroviario en el país, dicha empresa era Ferrocarriles Nacionales de México, y simultáneamente dispuso la liquidación de las empresas: Ferrocarril del Pacífico, Ferrocarril Chihuahua al Pacífico, Ferrocarril Sonora-Baja California y Servicio de coches, dormitorio y nexos, con el fin de que se incorporaran a Ferrocarriles Nacionales de México, con lo cual se cumpliría la esperada fusión de todas las empresas ferroviarias del país, con el objetivo de unificar el mando administrativo y técnico.

En el período presidencial del Lic. Carlos Salinas de G. (1988-1994), se concluyó la señalización de vías por medio del CTC en los tramos de Irapuato-Guadalajara y de

Benjamín Méndez-San Luis Potosí; además, se preparó el Programa de Cambio Estructural 92-94, con el propósito de lograr un sector ferroviario eficaz, rentable, competitivo y con autosuficiencia financiera para asegurar un desarrollo autónomo y sostenido a largo plazo. Con este plan se logró la participación del sector privado en la actividad ferroviaria y la recuperación de la capacidad del crecimiento de carga en este período, sin embargo, en otros puntos del mismo, no se pudo lograr mucho, ya que para que este programa pudiera funcionar correctamente, se debió tener voluntad política, reformas legales, recursos financieros y nuevos mecanismos de participación.

Para la mejoramiento completo de Ferrocarriles Nacionales de México, se tiene planeado una rehabilitación de puentes, vías y alcantarillas, a través de un vigoroso apoyo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Otro punto importante para dicho mejoramiento, es la rehabilitación del equipo existente y adquisición de equipo nuevo, así como la modernización y modificación de las telecomunicaciones, señalización, electrificación y mejoramiento de métodos administrativos.

CAPÍTULO II.

El ferrocarril y el autotransporte

II.1. Aspectos generales del ferrocarril.

El ferrocarril, por sus características, es el medio de transporte más conveniente para el movimiento masivo y a bajo costo de bienes de gran peso y volumen. Gracias a los avances tecnológicos y de comercialización, este medio puede ofrecer ventajas crecientes en cuanto a rapidez, flexibilidad, oportunidad, seguridad y frecuencia; cualidades altamente competitivas para el movimiento de productos manufacturados de elevada densidad económica y para el traslado de personas.

Como empresa estratégica, Ferrocarriles Nacionales de México tiene como objetivo principal incrementar su participación en la satisfacción de la demanda nacional del transporte de mercancías y personas por vía terrestre, operando de manera coordinada con otros medios.

Actualmente, el sistema ferroviario en nuestro país sufre un atraso tecnológico en operación y mantenimiento, con lo cual se tiene la necesidad de analizar y actualizar el marco normativo en el sistema, de tal suerte que responda en forma ágil y eficiente a los actuales requerimientos en materia ferroviaria, con el fin de promover la autonomía financiera del organismo, a la vez que se fortalezca la función de autoridad, eliminando la regulación obsoleta e inadecuada que limite el desarrollo de Ferrocarriles Nacionales de México.

En materia de infraestructura, Ferrocarriles Nacionales de México dispone de un total de 26,477 kilómetros de vía férrea, de los cuales el 77.3% es de vía principal, el 16.8% es de vía secundaria y solamente el 5.8% es vía particular.

Longitud de vía férrea

Tipo de vía	Longitud (km.)
Principal	20,477
Secundaria	4,460
Particular	1,540
Total	26,477

Tabla II.1.1

En lo referente al equipo de carga, se tiene un total de 36,222 unidades, de las cuales 26,196 se mantiene disponibles para ser operados y las restantes 10,026 se encuentran en reparación pesada, o ya es equipo en condenación; lo cual nos indica, que el 72.3% del total está en condiciones reales de ser utilizados.

Equipo de carga

Tipo de equipo	Unidades
Furgones	11,649
Góndolas	8,572
Tolvas	2,319
Plataformas	1,717
Tanques	1,553
Jaulas	274
Refrigeradores	110
Racks	2
Equipo de reparación pesada	5,510
Equipo en condenación	4,516
Total	36,222

Tabla II.1.2

Por otro lado, el equipo de pasajeros muestra un notable problema, ya que de las 1,113 unidades con las que cuenta esta empresa, solamente 552 se encuentran en

condiciones de seguir operando, y las restantes 561 se encuentra en reparación pesada, o ya es equipo en condenación; es decir, que solamente el 49.6% es realmente equipo disponible, tomando en cuenta que las condiciones reales de estas unidades no son muy satisfactorias.

Equipo de pasajeros

Tipo de coches	Unidades
Coche Dormitorio	107
Bar y Comedor	31
Primera Especial	73
Primera Clase	51
Segunda Clase	180
Coche Express	97
Coche Correo	11
Autovías	2
Equipo en reparación pesada	259
Equipo en condenación	302
Total	1,113

Tabla II.1.3

En las tablas II.1.1, II.1.2 y II.1.3 se muestra gran parte de la infraestructura existente disponible con la que contaba Ferrocarriles Nacionales de México hasta 1994, teniendo en cuenta que este organismo es la única empresa que ofrece este servicio en nuestro país.

Como referencia del servicio que ofrece Ferrocarriles Nacionales de México, se muestra en las tablas II.1.4 y II.1.5 el tráfico mensual tanto de carga como de pasajeros durante 1994.

El tráfico de carga durante este año presenta cierta regularidad en cada mes, notando un cierto incremento desde enero hasta abril, y una tendencia hacia la baja a partir del mes de agosto, sin ser muy notable esta caída.

Tráfico de carga en 1994

Meses	Toneladas (miles)	Toneladas-km (millones)
Enero	3,867.5	2,702.0
Febrero	4,011.6	2,883.8
Marzo	4,259.3	2,935.3
Abril	4,483.0	3,074.8
Mayo	4,686.2	3,264.1
Junio	4,456.1	3,146.0
Julio	4,651.9	3,424.2
Agosto	4,573.1	3,378.5
Septiembre	4,317.1	3,113.5
Octubre	4,155.0	3,018.3
Noviembre	4,404.7	3,442.9
Diciembre	4,186.4	2,931.0
Total	52,051.9	37,314.4

Tabla II.1.4

Tráfico de pasajeros en 1994

Meses	Pasajeros (miles)	Pasajeros-km (millones)
Enero	605.5	166.1
Febrero	539.1	133.6
Marzo	654.4	170.8
Abril	669.2	169.5
Mayo	624.3	155.4
Junio	509.9	127.5
Julio	650.2	183.6
Agosto	725.7	188.6
Septiembre	497.0	133.6
Octubre	509.2	133.6
Noviembre	494.7	123.9
Diciembre	710.2	168.8
Total	7,189.4	1,855.1

Tabla II.1.5

Por otro lado, en el tráfico de pasajeros se observa una cierta irregularidad en el transporte de usuarios durante todo el año, ya que aumenta sensiblemente el número en algunos meses, los cuales coinciden con los que son propicios para vacacionar, como se puede observar en la tabla II.1.5.

II.2. *Ventajas y desventajas del ferrocarril.*

Las ventajas que ofrece el sistema ferroviario son las siguientes:

El ferrocarril como sistema de transporte de carga posee cierta ventaja sobre el autotransporte y el avión en el manejo de grandes volúmenes, ya que puede transportar en pocos viajes enormes volúmenes de mercancía. A través de la evolución de este sistema se ha ido incrementando la potencia de operación de las locomotoras, lo que se transforma en el incremento en el número de carros de carga movidos por viaje, con lo cual se tiene un ahorro de tiempo y dinero.

El ferrocarril ofrece ventajas sobre los demás medios de transporte, a excepción del buque, cuando se trata de transportar mercancías de baja densidad económica, tal es el caso de materia prima básica de industria. Este sistema realiza el transporte cobrando tarifas muy bajas, debido a su capacidad de mover grandes volúmenes de mercancía.

Ofrece la facultad de reunir y distribuir grandes volúmenes de mercancía y su movimiento a grandes distancias cobrando tarifas con base decreciente, a medida que aumentan las distancias; actualmente, con el sistema multimodal, se maneja mercancía de mayor valor, con lo cual contribuye a ser eficiente la cadena de transporte.

A excepción del transporte marítimo, que es considerado el más seguro, las estadísticas demuestran que el ferrocarril ofrece máxima seguridad a la vida e intereses de los usuarios. En el caso de Ferrocarriles Nacionales de México, uno de los problemas que

más preocupan es la ocurrencia de accidentes, los cuales han ido disminuyendo en los últimos años, tal como se aprecia en la figuras II.2. 1a y II.2. 1b. Para tratar de eliminarlos se concentra su atención en diversas iniciativas para aumentar la seguridad, por medio de programas integrados que contemplan acciones dirigidas a dicho propósito. Para reducir fallas del personal humano se han tomado distintas medidas entre las que destaca la capacitación del personal de diferentes especialidades, instruyéndolos en el conocimiento de las normas y reglamentos vigentes en materia de seguridad ferroviaria.

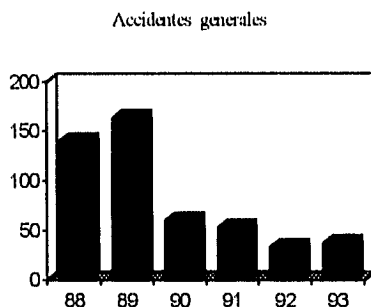


Fig. II.2.1a

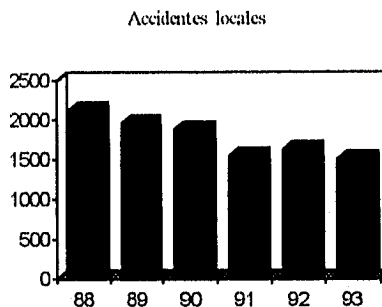


Fig. II.2.1b

En el servicio de pasajeros y tratándose de viajes largos, el ferrocarril ofrece grandes ventajas al usuario debido a las innumerables comodidades que les brinda.

Las desventajas que tiene el sistema ferroviario son las siguientes:

El negocio ferroviario requiere de grandes inversiones que se traducen en vías e instalaciones diversas, terrenos para el derecho de vía, construcción de obras distintas, tales como puentes, túneles, estaciones, talleres, edificios diversos, equipo ferroviario, líneas telefónicas y telegráficas, sistemas de señales y demás instalaciones costosas.

El capital ferroviario es por naturaleza poco flexible, ya que se encuentra inmovilizado. Si el negocio fracasa, gran parte de la inversión no se recupera porque está representada en obras fijas como túneles, puentes, edificios y otras instalaciones que no pueden ser trasladadas de un sitio a otro, y estas se pueden abandonar o venderse a bajo precio.

Tratándose del transporte de mercancías de alta densidad económica y artículos perecederos a distancias cortas, el ferrocarril no puede competir con el autotransporte, debido a que los usuarios prefieren un servicio directo de puerta a puerta.

En algunos países como México, el autotransporte resulta ser más rápido que el ferrocarril, debido a la falta de programación de trenes y de vías dobles para transportar rápidamente las mercancías, la carencia de fuerza tractiva adecuada y de vías capaces de soportar convoyes rápidos y pesados, y muchas otras deficiencias técnicas.

Aunado a todo lo anterior, se tienen las características geográficas de un país como México que limita el desarrollo de nuevas líneas, por su excesivo costo para salvar grandes barrancas con puentes y atravesar grandes montes por medio de túneles.

II.3. Aspectos generales del autotransporte.

El sistema de autotransporte federal está conformado por todo el movimiento tanto de carga como de pasajeros que se realiza por tierra, sobre el sistema carretero nacional. Su importancia se fundamenta en su alto grado de interrelación con el funcionamiento económico general, proporcionando servicios a todos los sectores productivos. Su facilidad de acceso a los diversos espacios geográficos los hace insustituibles como un instrumento para una eficiente articulación de los procesos de producción, distribución y consumo.

En materia de infraestructura, el autotransporte cuenta con 245,433 kilómetros de carretera, de los cuales, solamente el 20.4% son de tipo principal, el 25.3% son de tipo secundario y el 54.3% son caminos vecinales, locales o rurales.

Longitud de carreteras

Tipo	Longitud (km.)
Principal	50,013
Secundaria	62,149
Caminos vecinales, locales o rurales	133,271
Total	245,433

Tabla II.3.1*

*Esta información es la más reciente, y corresponde al año de 1993.

En lo que respecta al autotransporte de carga, se tiene un parque vehicular de 198,273 unidades, de los cuales 109,490 son camiones de 2, 3 y 4 ejes, y 88,783 son tractocamiones de 2 y 3 ejes. Los camiones representan el 55.2% del parque vehicular y los tractocamiones el restante 44.8%, los cuales, movieron el 39.1% y el 60.9% respectivamente del total transportado en 1994.

Por otro lado, el autotransporte de pasajeros cuenta con un parque vehicular de 49,585 unidades, del cual, el 54.1% pertenece solamente al de segunda clase, que transportó a su vez el 59.6% del total transportado en 1994, lo que nos indica de la gran demanda que tiene esta clase en nuestro país, debido principalmente a la mala distribución economía.

Unidades y volúmenes de carga transportados por clase de vehículo en 1994

Clase de vehículo	No. de unidades	Toneladas transportadas (miles)	Toneladas-km transportadas (millones)
C-2	58,404	60,273	10,849.1
C-3	50,788	78,620	17,689.5
C-4	298	538	134.5
T-2	1,423	2,936	1,174.8
T-3	87,360	214,120	128,471.6
Total	198,273	356,487	159,319.6

Tabla II.3.2

Unidades vehiculares de pasaje y turismo por clase de servicio en 1994

Clase	No. de vehículos	Pasajeros transportados (miles)	Pas.-km transportados (millones)
Primera de lujo	1,290	65,898	10,873.2
Plus	674	38,256	6,312.3
Primera	11,636	650,452	107,324.6
Segunda	26,827	1'569,916	211,938.7
Mixto	1,393	83,357	7,502.1
Transporte de personas en puertos y aeropuertos	2,098	18,462	1,015.4
Paquetería	191	---	---
Turismo	5,476	209,748	30,993.7
Total	49,585	2'636,089	375,960.1

Tabla II.3.3

En las tablas II.3.2 y II.3.3 se muestra el parque vehicular destinado para el transporte de carga como para el de pasajeros en sus distintas categorías y sus respectivos totales transportados en cada uno de ellos en 1994.

En lo que se refiere a la infraestructura carretera, en el último sexenio se impulsó la modernización, construcción y conservación de la red carretera reduciendo tiempos y costos del transporte de personas y de carga, incrementando la seguridad y consolidando la integración del territorio nacional contribuyendo a la descentralización y reordenamiento económico.

Los objetivos prioritarios es la consolidación de los programas de construcción de la infraestructura del sistema carretero, impulsando la conservación e incremento del patrimonio de este sistema, abatiendo los costos de operación de los vehículos en carreteras y aumentando los niveles de seguridad.

Por otro lado, debido a que el estado de la red carretera incide directamente en los costos de operación de los vehículos, en los tiempos de recorrido y en el comercio de los productos en los mercados nacionales e internacionales, es indispensable resolver el problema de la rehabilitación y mantenimiento de la red federal, reduciendo al mismo tiempo el daño en exceso que producen los vehículos sobrecargados mediante la implantación de un sistema de control moderno y eficiente.

Para la realización de los trabajos de rehabilitación y mantenimiento de la red se utilizarán nuevas tecnologías, como la recuperación de pavimentos, el refuerzo con concreto hidráulico donde convenga técnica y financieramente, así como el uso de productos rejuvenecedores de asfaltos y de productos químicos para la estabilización de bases.

La continuación del plan nacional de autopistas, creado en el sexenio pasado, permitirá avanzar en la integración de los grandes ejes de la red troncal de carreteras a lo largo de los cuales se garantiza una infraestructura homogénea, moderna segura y de mayor capacidad, que ofrezca niveles de servicio adecuados a la velocidad, peso y dimensiones de los vehículos actuales en flujos de elevado volumen, anticipando las nuevas demandas esperadas para los próximos años.

II.4. *Ventajas y desventajas del autotransporte.*

Las ventajas que ofrece el autotransporte son las siguientes:

El autotransporte es un sistema muy flexible y en consecuencia constituye un tipo más individual de servicio que cualquier otro modo de transporte. Este sistema ofrece servicios de puerta a puerta y las mercancías pueden ser recogidas y entregadas en condiciones muy variadas. El autotransporte es un sistema que permite la búsqueda de nuevas rutas que resulten productivas sin necesidad de grandes inversiones como en el caso del ferrocarril, que la mayor parte del capital está incapacitado para moverse a otro lugar.

Para el caso del transporte de pasajeros, este sistema es capaz de situarse en cualquier lugar y tiene la ventaja sobre el ferrocarril de no seguir una ruta fija y determinada, eliminando así los retardos en las terminales o transbordos del ferrocarril.

Los servicios del autotransporte pueden establecerse con poco capital y los vehículos pueden ser adquiridos hasta en abonos; la unidad de operación es simplemente el vehículo y no un sistema tan complejo como el ferrocarril, con lo cual el monto del capital es reducido.

Los automotores tienen la ventaja sobre el ferrocarril de poder pararse en cualquier punto de la ruta, con el objeto de recoger o dejar pasaje, pueden correr hasta el centro de las poblaciones, en tanto que el ferrocarril muchas veces tiene sus estaciones un poco distantes.

Las desventajas que tiene el autotransporte son las siguientes:

Es un medio de transporte relativamente inseguro comparado con el ferrocarril, el cual tiene poca capacidad de mover grandes volúmenes de carga o de pasajeros debido a su cupo limitado. No puede transportar con cuotas bajas ni a grandes distancias, sin embargo, resulta muy adecuado para prestar el servicio a cortas distancias, especialmente si se trata de mercancías de alta densidad económica.

El autotransporte tiene una vida económica limitada, por lo que se tiene que amortizar en un tiempo relativamente corto. Los especialistas en materia de transporte señalan que este sistema tiene una vida económica aproximada de cinco años, lo que indica que en ese lapso se tiene que recuperar la inversión, ya que de lo contrario se incrementarían los costos de mantenimiento.

II.5. *Análisis comparativo del sistema de transporte terrestre.*

Análisis comparativo del sistema de transporte terrestre en 1994

Sistema	Carga total transportada (miles)	Pasaje total transportado (miles)
Ferrovionario	52,051.9	7,189.4
de Autotransporte	356,487.0	2'636,089.0
Total	408,538.9	2'643,278.4

Tabla II.5.1

Como se puede observar en la tabla anterior, el autotransporte acapara prácticamente el movimiento tanto de carga como el de pasajeros; dejando al sistema ferrovionario solamente el 12.74% de la carga total transportada, y un insignificante 0.27% del pasaje transportado en 1994. Esta situación, es consecuencia principalmente del poco apoyo económico que ha tenido FNM en los últimos años, y que sumado el gran desarrollo que tiene el autotransporte en manos de la industria privada, prácticamente han monopolizado el transporte terrestre en nuestro país.

II.6. *Avances recientes en la tecnología de Ferrocarriles Nacionales de México.*

Debido a la escasez e incremento en los costos de los combustibles en la mayoría de los países del mundo, se ha considerado a la electrificación de las líneas férreas como una de

las alternativas más convenientes en el sistema de tracción de los trenes. Contrario a la idea de que el costo de inversión para desarrollar un proyecto de electrificación ferroviaria es muy alto, se ha comprobado a nivel internacional que la tracción eléctrica es más ventajosa operacional y económicamente que la tracción diesel, principalmente en las líneas que cuentan con una mayor densidad de tráfico.

Dentro de las principales ventajas que ofrece el sistema electrificado de las líneas, se pueden mencionar las siguientes:

- a) Reducción importante de los costos de operación.
- b) Mejor aprovechamiento de la energía, ya que es más económico el costo del KW/H suministrado por la línea de alta tensión, que el producido por la locomotora diesel.
- c) Mayor eficiencia del sistema de locomoción, ya que las máquinas eléctricas alcanzan eficiencias cercanas al 100%, mientras que las de diesel alcanzan solamente el 80%.
- d) Mayor potencia por unidad y mayor peso por eje.
- e) El costo de mantenimiento de las máquinas eléctricas es por lo menos del 50% menores que las locomotoras diesel.
- f) El daño ecológico se reduce considerablemente.

CAPÍTULO III.

Tráfico ferroviario en las líneas

III.1. *Situación actual del tráfico ferroviario.*

El ferrocarril como medio de transporte, tiene como finalidad realizar el movimiento de carga y el de pasajeros, entre otras funciones. El tráfico puede considerarse como la parte comercial de una empresa, tratando de resolver las demandas del servicio, así como de su promoción en base al control de las tarifas, cuotas especiales, etc. En este sentido, Ferrocarriles Nacionales de México proporciona el servicio de carga, de pasajeros, trenes especiales y la superintendencia del servicio de carros.

Ferrocarriles Nacionales de México como organismo gubernamental, se ha caracterizado por prestar un servicio social mediante tarifas bajas a pasajeros de escasos recursos, y mientras no se reciba la debida modernización de las líneas existentes en el sistema, esta empresa seguirá operando con pérdidas, las cuales equivalen a subsidios sociales y mejoras del servicio que han dejado de percibir en los últimos años.

En los últimos quince años, se ha notado una demanda decreciente en el servicio de pasajeros, debido principalmente a la competencia del autotransporte; sin embargo, se tiene contemplada la posibilidad de concesionar el sistema con el fin de mejorarlo y optimizar su capacidad instalada. Por otro lado, el servicio de carga había presentado una tendencia negativa, y recientemente, gracias al mejoramiento del servicio en algunos productos y la incursión al mercado intermodal por medio de contenedores, se ha observado una mejora en dicho servicio.

La situación de Ferrocarriles Nacionales de México en los últimos quince años con respecto al tráfico de pasajeros, se torna preocupante, ya que después de un incremento del 13.13% de 1981 a 1983, se han presentado períodos muy malos, en donde se nota una caída importante en el número de usuarios transportados, esto es que de 1983 a 1987 se presentó

un descenso del 13.74%, posteriormente de 1987 a 1992 el descenso fue aún mayor que el anterior, llegando hasta el 33.33%, sin embargo, se presenta una caída estrepitosa del 51.23% en el transporte de pasajeros de 1992 a 1994, ocasionando con esto, pensar en la posibilidad de suprimir el servicio. Dicho comportamiento se muestra en la figura III.1.1.

Tráfico ferroviario de pasajeros de 1980-1994

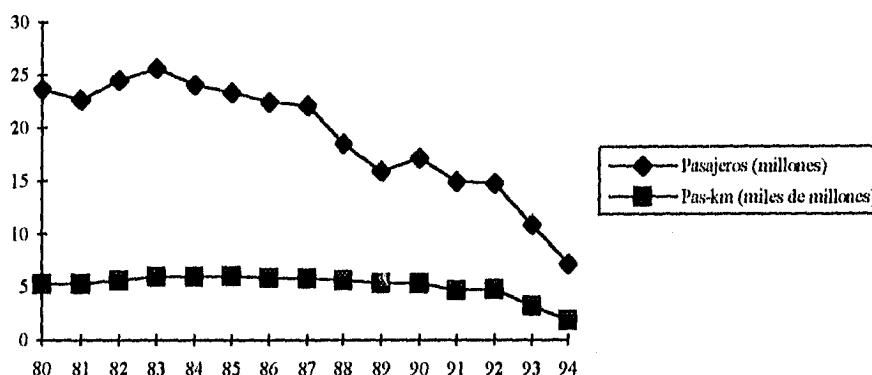


Fig. III.1.1

Por otro lado, el tráfico de carga no ha corrido con la misma suerte, sin embargo, si se han presentado algunas altas y bajas en el servicio, ya que de 1981 a 1982 se tuvo un descenso del 9.62%, sin embargo, de 1982 a 1984 se dió un incremento importante del 11.22%; posteriormente, se presentan dos períodos muy malos: el de 1984 a 1986 donde hay un descenso del 10.77%, y el de 1986 a 1991 donde se da una caída preocupante del 18.90%. Afortunadamente, para Ferrocarriles Nacionales de México se presentó un importante incremento en la demanda entre 1991 y 1994, el cual fue del 12.17%, tal como se muestra en la figura III.1.2.

Tráfico ferroviario de carga de 1980-1994

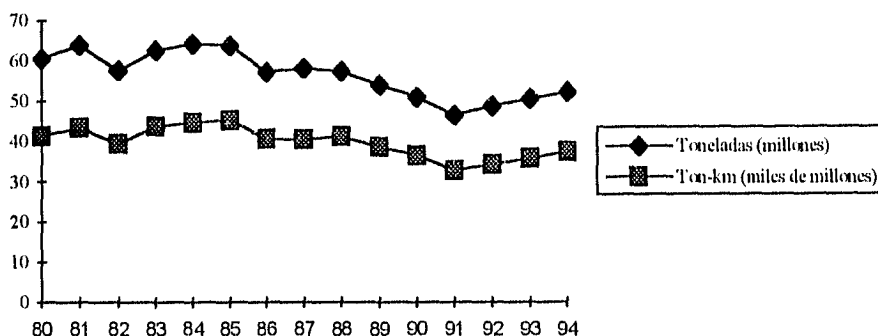


Fig. III.1.2

Recientemente, Ferrocarriles Nacionales de México diseñó el programa del cambio estructural, con la finalidad de consolidar a esta empresa como un organismo fundamentalmente de carga, pero teniendo en cuenta la función social que debe de seguir cumpliendo el ferrocarril en materia del transporte de pasajeros. La política de este programa puso una especial atención en la satisfacción de las necesidades de movilización de los grupos de población con escasos recursos sin tener la necesidad de incurrir en grandes inversiones. Tomando esto en cuenta, la idea se dirigió a los servicios de segunda clase (de alta demanda) que pudieran prestarse con seguridad, no obstaculizaran el desarrollo normal del transporte de mercancías y tendieran a recuperarse los costos de inversión.

Actualmente, el principal competidor es el autotransporte carretero el cual ofrece mayores comodidades, frecuencias y menores tiempos de recorrido, por lo tanto, la cantidad de pasajeros que viajan por ferrocarril a disminuido dramáticamente en los últimos quince años, sin embargo, el transporte de carga ha tenido un repunte, ya que se ha tenido en los últimos años un incremento del 4.0% anual.

III.2. Aspectos importantes del tráfico ferroviario.

La economía de un sistema ferroviario depende fundamentalmente del número de toneladas transportadas por unidad de tiempo, es decir, del volumen de tráfico; sin embargo, el tonelaje transportado debe guardar una relación con la distancia a la que se transporta dicha carga.

En la práctica de la ingeniería ferroviaria existe un dato importante para calcular el monto del tráfico, mediante la estimación de los kilómetros recorridos y las toneladas transportadas, a dicho dato se le conoce como *tonelada-kilómetro*, el cual es comúnmente usado en la elaboración de las estadísticas ferroviarias y en la estimación de las tarifas.

Otro parámetro importante dentro de la elaboración de la estadística ferroviaria, es la *densidad de tráfico*, que representa el grado de intensidad con la que se utiliza una vía férrea, o sea, es el número de toneladas-kilómetros por cada kilómetro de vía; este parámetro es calculado dividiendo el total de toneladas-kilómetros entre el número de kilómetros recorridos sobre la vía férrea.

De lo anterior, se puede concluir que a medida que un servicio ferroviario se intensifica, su densidad de tráfico aumenta, y por lo tanto, se obtienen rendimientos mejores para la economía del ferrocarril, siempre y cuando se equilibren los ingresos con los egresos. La densidad de tráfico es una medida útil cuando se requiere comparar los ingresos de operación de ferrocarriles parecidos.

Cuando los ferrocarriles mueven cantidades importantes de carga y la densidad de tráfico se hace más importante, la empresa ferroviaria tendrá la necesidad de mejorar el equipo existente, así como sus métodos de operación, utilizando por ejemplo: máquinas con mayor potencia, carros de carga con mayor capacidad, mejoramiento de las vías y los servicios de transporte. El resultado óptimo para una empresa será el obtener la mayor densidad de tráfico y los menores costos de operación, con la finalidad de establecer tarifas

reducidas en beneficio de los usuarios, con los respectivos ingresos derivados de un mayor volumen de carga transportada.

En lo que se refiere a la densidad del tráfico de pasajeros, se debe mencionar que desgraciadamente este servicio se encuentra muy competido por el autotransporte, y la tendencia es hacia la disminución gradual del servicio de pasajeros en las líneas férreas; sin embargo, en países donde el transporte ferrocarrilero tiene una gran importancia como en los Estados Unidos de Norteamérica, el servicio de pasajeros en los trenes compite tanto en comodidad como en velocidad con el autotransporte, y en cuanto a los transportes aéreos, la diferencia en lo que respecta a la comodidad no existe prácticamente. Aún el factor velocidad, que está en favor del avión, no es determinante en la elección que realiza un usuario que vive en los Estados Unidos, ya que los ferrocarriles en este país son muy rápidos.

Países desarrollados como Estados Unidos, ofrecen tantas comodidades en su servicio ferroviario de pasajeros, como las empresas de aviación; como consecuencia de lo anterior, las empresas de transporte aéreo han tenido la necesidad de establecer tarifas de pasajeros muy semejantes a las que se aplican en el sistema ferroviario.

III.3. Factores que influyen en la estimación del tráfico ferroviario.

No existe un criterio exacto para la estimación del tráfico futuro, sin embargo, se cuenta con algunas herramientas estadísticas que sirven para realizar una proyección a corto plazo, las cuales se basan básicamente en la medición del tráfico presente.

Factores como la competencia, la eficiencia, la política, los subsidios, los costos y precios tanto nacionales como internacionales, son principalmente los que afectan el tráfico ferroviario, y en consecuencia nos obliga a valuarlo con una gran precisión y franqueza para la identificación plena de los puntos críticos tanto físicos, humanos y económicos.

III.4. Breve descripción de algunos métodos para la estimación del tráfico ferroviario.

1. Método de matrices de flujo.

Consiste en dividir la extensión territorial de un país o estado, el cual se analizará en regiones donde se conoce aproximadamente el potencial de exportación, así como las necesidades de importación de dicha región. Estas divisiones pueden ser municipales, geográficas o con características físico-económicas semejantes.

Con esta información se generan matrices de origen-destino para cada una de las divisiones territoriales antes mencionadas, posteriormente se mueven los excedentes hacia los territorios importadores, según las menores distancias aproximadas y físicamente realizables, formando los tráficos totales en ambas direcciones, los cuales deberán distribuirse entre los diversos porteadores (transportador de productos de un lugar a otro) atendiendo características locales, usando datos estadísticos y tendencias de desarrollo.

Este método emplea *coeficientes técnicos*, los cuales son indicativos de las posibilidades físicas de construcción de un camino, una línea ferroviaria, etc., entre las localidades origen y destino respectivamente.

En base al conocimiento de la topografía, es posible señalar la posibilidad de construir un camino relativamente corto o la improcedencia de un ferrocarril demasiado largo por sus suaves pendientes, la hidrografía indicará si las barcazas deben intervenir o si por la clase de carga se recomiendan los ductos.

Se debe considerar en la matriz, el tráfico internacional (exportaciones e importaciones) según las aduanas de entrada y salida; y estas matrices de flujo pueden ser utilizadas tanto para tráfico de carga, como para el de pasajeros.

Ejemplo ilustrativo:

Se suponen dos municipios en cualquier estado del país, el municipio A y el municipio B; a partir de una cierta información estadística de los municipios se sabe que sus producciones actuales generan un tráfico en ambas direcciones de 100 mil toneladas anuales con números balanceados para cada sentido.

Dadas las condiciones geográficas de los municipios puede asignarse entre carretera, ferrocarril, barcaza, avión y ducto, y además puede realizarse tanto por uno o por todos los porteadores, dependiendo de como se encuentre el tráfico potencial sobre una ruta general o sobre un ramal secundario.

Matriz de flujo entre el municipio A y B

	Norte	NE	NW	Sur	SE	SW	Centro	Export.
Norte								
NE								
NW								
Sur								
SE								
SW								
Centro								
Import.								

La celda indicada de esta matriz representa los insumos o productos que se han de transportar del municipio origen (región SE del municipio A) al municipio destino (región Sur del municipio B), después de un estudio geográfico y topográfico se determinan los coeficientes técnicos, que para el ejemplo ilustrativo son los siguientes:

Medio de transporte	Coefficientes técnicos	Toneladas anuales
Carretera	35 %	35,000
Ferrocarril	25 %	25,000
Barcaza	15 %	15,000
Avión	10 %	10,000
Ducto	15 %	15,000
Total	100 %	100,000

Estos coeficientes técnicos pertenecen a la celda indicada en la matriz de flujo, y representan la posibilidad física de construir cada uno de los medios de transporte citados. El total de toneladas transportadas anualmente por los distintos medios de transporte, se obtiene mediante el producto de cada uno de los coeficientes técnicos por el tráfico de carga total; en términos generales, estos valores representan el tráfico que se puede manejar mediante cada sistema.

Existen algunos métodos en los que se cuenta con información de sugerencias o anteproyectos, en los que la densidad de tráfico por kilómetro de vía proporciona una idea bastante aproximada del tráfico probable, siempre y cuando se adopte una cifra estadística tomada de una región de producción similar.

2. Método de extrapolación del tráfico existente.

Los aforos de tráfico en los distintos medios de comunicación (vías ferroviarias, carreteras, etc.) señalan, según estadísticas anuales, que las tendencias históricas del tráfico tienen validez solamente para unos cuantos años de extrapolación.

Mediante el uso de la computadora, es posible evitar errores de ajuste o de carencia de datos suficientes para calcular las curvas que se basan en las diferencias entre los valores observados y los teóricos, del tal manera que la suma de los cuadrados sea mínima (método de ajuste de los mínimos cuadrados).

Las tendencias históricas del tráfico ferroviario y del autotransporte, no suelen ser lo bastante confiables para extrapolarse, sino que se les correlaciona con las tasas de crecimiento del ingreso, y a pesar de ello, debe procederse cuidadosamente antes de admitir los valores del tráfico a largo plazo, mientras estos carezcan de mayores condiciones y restricciones para el planteo del problema, tales como la elasticidad del tráfico con respecto a los costos de transportación y a las tendencias tecnológicas.

3. Método exponencial para el ferrocarril.

Este método está basado en la siguiente expresión:

$$T = P^x$$

donde: T = Relación entre los tráficos futuro y actual.

P = Relación entre las poblaciones actual y futura.

x = Exponente que depende de la clasificación principal de la carga transportada.

Los valores del exponente "x" para la fórmula que se utiliza en los Estados Unidos de Norteamérica, son los siguientes:

x = 2	agrícola
x = 5	mineral
x = 4.3	forestal
x = 7.1	manufactura

debiéndose encontrar el exponente resultante de la carga compuesta local, y posteriormente se debe ponderar por las diferencias de industrialización e ingreso entre los E.U.A. y el país de análisis, hasta obtener la propia fórmula de tipo exponencial.

III.5. *Teoría relativa a las tarifas ferroviarias.*

Se entiende por tarifas a los precios que cobran las empresas de servicios públicos, por prestar dichos servicios. La fijación de las tarifas constituye un problema tanto para la economía del ferrocarril como para la economía nacional.

Es principio universal en materia de tarifas, que éstas deban ser justas y razonables. Una tarifa alta impide la circulación de bienes y dada la existencia de medios competidores, impedirá a la empresa ferroviaria obtener altos ingresos; sin embargo, si las tarifas son demasiado bajas, la empresa sufrirá quebrantos en su economía, ya que no cubrirá sus gastos de operación y estará incapacitada para mejorar técnicamente el servicio.

Las tarifas del transporte ferroviario han ejercido una influencia decisiva en el desarrollo económico de los países que disfrutaban estos medios de comunicación. En países en los que el ferrocarril, y otros medios de transporte son de propiedad privada, el estado interviene en la fijación de las tarifas; en el caso en que el estado es el dueño, las dependencias gubernamentales encargadas del control de estos medios de transporte, son quienes fijan las cuotas.

III.6. *Principios económicos para la determinación del precio de las tarifas ferroviarias.*

1. Costo del servicio.

Los servicios que ofrece el ferrocarril son de gran variedad, entre los que podemos mencionar el servicio de transporte de carga y el de pasajeros.

De la gran variedad de las mercancías que se manejan por vía ferroviaria, algunas se transportan a grandes y otras a pequeñas distancias, durante este proceso se trabaja con carros completos o incompletos, y/o con equipo especial; como consecuencia de lo anterior, del tipo de mercancía dependerá la operación del tren, ya sea, a baja o alta velocidad.

Dentro de las mercancías transportadas se tienen de alta y baja densidad económica. La mercancía de alta densidad económica vale mucho en relación con su peso y pueden soportar tarifas altas; otras, por el contrario, son de poco valor y no pueden soportar tarifas altas. En lo que se refiere al tráfico de pasajeros, algunos emplean el servicio más económico y otros por el contrario el servicio más caro.

El gran número de gastos que el ferrocarril tiene y la necesidad de distribuirlos equitativamente, han provocado que éstos se imputen a cada servicio o a una parte determinada de la actividad del ferrocarril, con el objeto de llegar al cálculo de los costos unitarios. Lo único que se hace con esto, es complicar los problemas contables de la empresa ferroviaria y llegar a tarifas poco exactas.

Por ejemplo, el gasto en la conservación de vías y estructuras, que no es de los más complejos, no puede ser dividido satisfactoriamente entre el tráfico de pasajeros y el de carga, y menos entre una unidad particular del servicio de carga o del servicio de pasajeros. Toda esta problemática se deriva de la complejidad del servicio del transporte ferroviario,

motivo por el cual se estima que los costos del ferrocarril deben estudiarse como costos conjuntos, y no como costos unitarios.

El objetivo de una empresa privada ferroviaria en materia de tarifas, es que éstas cubran los gastos de operación y los gastos fijos de la empresa, y que al mismo tiempo aseguren un rendimiento justo al capital invertido en el servicio.

Por otro lado, en el caso de Ferrocarriles Nacionales de México, no se persiguen lucros ni grandes utilidades como empresa, si no que se pretende la autosuficiencia del servicio, para que éste no grave sobre el presupuesto estatal.

Una de las características más importantes de los costos del servicio ferroviario es que representan un límite, por debajo del cual las tarifas aplicables a ciertos servicios no deben caer. Para elevar la demanda del servicio, se reducen las cuotas y se eleva el volumen de transportación, así como los ingresos correspondientes a dicho transporte.

2. Cargas diferenciales.

Dada la complejidad que representa la determinación de los costos, las empresas privadas optan por determinar sus propias tarifas, a reserva de lo que el gobierno resuelva al revisarlas, sobre la base de la demanda real que tenga el servicio. La esencia del razonamiento es la siguiente: la tarifa de carga debe ser lo suficientemente elevada para cubrir los costos conjuntos del servicio ferroviario, y la proporción en que cada mercancía contribuya a cubrir los costos conjuntos dependerá de la intensidad de la demanda. Este es el caso de las materias primas y de algunos artículos terminados de baja densidad económica, como por ejemplo: arena, carbón, ladrillo, cemento, etc.

En el servicio ferroviario se transportan otras clases de mercancías que si pueden soportar tarifas altas, aunque la demanda de este servicio es muy reducida, tal es el caso del transporte de automóviles, equipo de cómputo, partes automotrices e industriales, etc. Este

tipo de artículos soportan una parte más que proporcional de los costos conjuntos, los cuales sirven para cubrir la parte de los costos conjuntos que no cubren las mercancías de baja densidad económica, a lo anterior se le conoce como el principio de las cargas diferenciales.

En el ferrocarril se conjugan muchos factores para establecer la diferenciación de las tarifas, pudiendo citar entre otros: la clase de mercancía transportada, el precio de la mercancía, la clase de servicio empleado, la velocidad de los trenes, la distancia recorrida, el espacio ocupado por la mercancía, el mayor o menor riesgo que ofrezca el transporte, el uso de equipos especiales, etc.

La tarifa ferroviaria en manos del gobierno es un instrumento básico en su política económica; es así como el gobierno aplica tarifas bajas de transportación olvidándose de toda idea de rentabilidad cuando trata de fomentar la economía de ciertas zonas o regiones que conviene desarrollar porque son potencialmente ricas. También aplica tarifas reducidas cuando desarrolla una política de colonización o de migración interior, o bien cuando está interesado en una política de fomento industrial. El propio gobierno aplica cuotas reducidas cuando tiene interés de fomentar la agricultura, especialmente para facilitar la producción de alimentos básicos destinados al consumo de la población. Finalmente la tarifa ferroviaria ha sido un elemento primario para el fomento del comercio exterior como base de la economía de muchos pueblos.

III.7. *Clasificación de las tarifas ferroviarias.*

La distancia recorrida es uno de los factores fundamentales en la determinación de las tarifas aplicables, las cuales se pueden formular de varias maneras:

a) *Tarifa kilométrica pura.* Conocida también como tarifa de base fija, la cual supone que se cobra la misma cuota por kilómetro recorrido. La base de cobro es la tonelada-

kilómetro, es decir, la cuota que se cobra por transportar una tonelada de mercancía a un kilómetro. Sin embargo, esta tarifa no es aplicable rígidamente, ya que las cuotas serían muy altas al final de un recorrido largo, o bien, para mercancías de baja densidad económica.

b) *Tarifa kilométrica con base decreciente.* Constituye el caso más común de integración de precios del transporte ferroviario. Estas tarifas parten de la idea de promover el tráfico ferroviario desde distancias lejanas, ya que al aplicarse esta tarifa, la cuota total baja proporcionalmente a medida que sea mayor la distancia recorrida. Esta tarifa parte del hecho de que la empresa ferroviaria cobrará cuotas por secciones de líneas que serán cada vez más reducidas.

c) *Tarifa de zonas.* Este sistema de tarifas es totalmente opuesto al sistema de tarifas basado en el principio de las cargas diferenciales, ya que en aquel sistema se aplica la misma cuota, no importando la distancia recorrida. Las tarifas por zonas se basan en la división del territorio servido por los ferrocarriles en varias zonas. A cada zona se le asigna una tarifa de transporte correspondiente al grupo de mercancías del que se trate según la clasificación de la carga. Este sistema no toma en cuenta la distancia a la que será transportada la carga, evidentemente favorece el interés del usuario cuyas mercancías deben transportarse a grandes distancias, perjudicando en cambio, al usuario que transporta mercancías a cortas distancias.

d) *Otras clases de tarifas.* Existen otras clases de tarifas, como las especiales. Estas tarifas son reducidas, se aplican a ciertas y determinadas mercancías para atraer este tráfico hacia los ferrocarriles, contrarrestando así otros medios de transporte. También se aplican estas tarifas pensando en otros futuros movimientos de fletes y por otras muchas razones de interés general. Estas tarifas especiales se aplican a una parte importante del tráfico total, y se puede comprobar que esta proporción llega y en algunas ocasiones a sobrepasar el 80% del tráfico.

e) *Tarifa de pasajeros.* En la formulación de estas tarifas influye fundamentalmente la distancia y el grado de comodidad que el ferrocarril ofrece a los usuarios. De todos modos estas tarifas son menos diferenciadas que las de carga, y a medida que el nivel de ingresos de la población se hace más uniforme, mejorando los niveles anteriores, desaparecen las clases de servicios más económicos, que son evidentemente más incómodos. Hay variadas formas de tarifas de pasajeros, debido al deseo de las tarifas ferroviarias para fomentar dicho servicio, que como ya se ha dicho, ha afectado la economía de los ferrocarriles desde hace algunos años, como consecuencia de la fuerte competencia del autotransporte.

Actualmente, Ferrocarriles Nacionales de México maneja desde hace varios años la Tarifa Única de Carga y Express (TUCE), la cual depende del tipo de mercancía que se moverá y la distancia que recorrerá.

III.8. *Principios básicos en materia de tarifas.*

La tarifa, es uno de los conceptos más importantes dentro de una empresa ferroviaria, ya que influye de manera decisiva en el equilibrio económico de ésta; por esta razón, se mencionarán a continuación los principios básicos de este concepto, los cuales son:

- a) Las tarifas deben ser justas y equitativas.
- b) La creación, modificación o supresión de alguna tarifa debe ser objeto de una autorización previa del gobierno.
- c) Para garantía del usuario, toda tarifa nueva o modificada a las ya existentes, deberán publicarse ampliamente antes de que entren en vigor.

d) Todo tratamiento discriminatorio a favor, o en contra de una persona determinada en la aplicación de las tarifas, es ilegal y debe castigarse severamente, es decir, no deben instituirse preferencias indebidas.

III.9. *Políticas comerciales para el mejoramiento del tráfico de carga en FNM.*

Para el mejoramiento del tráfico de carga, se reforzaron las labores en materia comercial en base a una política de promoción (Convenio de Concertación de Acciones para la Modernización del Sistema Ferroviario Mexicano), estimulando así el movimiento de flete por ferrocarril, así como la concertación de negociaciones directas con los principales usuarios, en las que tomando en cuenta los volúmenes de carga prefijados, regularidad y forma de organización de los embarques se planeaba otorgar tratamientos ferroviarios preferenciales. Es importante señalar el éxito en este tipo de acuerdos, ya que las negociaciones que se llevaron a cabo en los años de 1993 y 1994, representaron aproximadamente un 90% de la carga que se tenía prevista para esos años.

La política tarifaria de Ferrocarriles Nacionales de México en los últimos años ha sufrido algunos cambios significativos, por ejemplo: entre 1989 y 1990 fue autorizado un incremento bianual del 79.2% con relación a diciembre de 1988, situación que provocó el aumento considerable de los ingresos por flete, sin embargo, las condiciones imperantes en la economía nacional provocaron un descenso aún más notable en la demanda del tráfico de carga en los años de 1989 a 1991. La tarifa de carga permaneció constante en los años de 1991 hasta febrero de 1993, cuando se tiene un aumento del 9.9% para reducir la brecha con la inflación, sin embargo, en octubre del mismo año se da un descenso del 10% como parte de las medidas propuestas por el Pacto para la Estabilidad, la Competitividad y el Empleo, política que fue ampliada para el año de 1994, por lo que las tarifas actuales son en términos nominales similares a las de 1990 e inferiores en términos reales.

CAPÍTULO IV.

proyección del tráfico de carga

IV.1. Evolución del tráfico de carga en los últimos años.

Se entiende por tráfico de carga al movimiento de bienes de un lugar a otro, principalmente de las fronteras y puertos hacia las ciudades, así como entre urbes con cierto potencial económico.

Se puede observar que el tráfico de carga mantuvo un ritmo sostenido desde la década de los setentas hasta mediados de la década de los ochentas, tal como se muestra en la figura IV.1.1. Para 1989 se tuvo una demanda de 53,890 millones de toneladas netas, las cuales generaron un movimiento de 38,570 millones de toneladas-kilómetro.

Millones

Evolución del tráfico de carga de 1970-1994

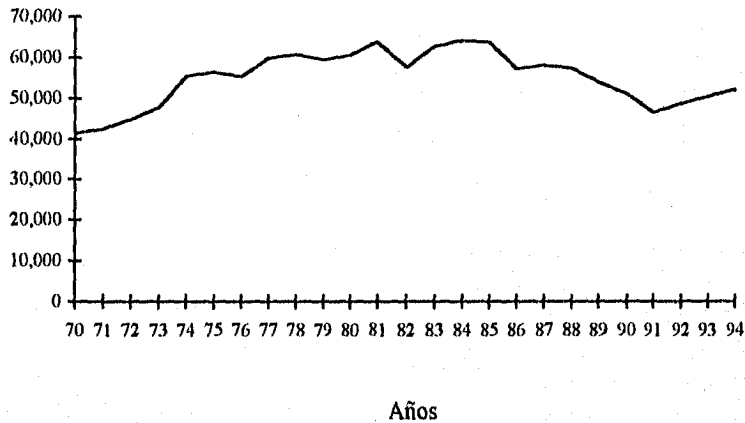


Fig. IV.1.1

Debido al aumento tarifario que motivó la baja en el tráfico de carga, ocasionó que en 1991 solamente se manejaran 46,405 millones de toneladas netas y 32,698 millones de toneladas-kilómetro, cifras que resultaron ser las más bajas durante el sexenio del Lic. Carlos Salinas de Gortari.

A partir de algunas medidas que se dieron con el cambio estructural, tales como la política tarifaria, el cumplimiento de compromisos de calidad y la oportunidad de los servicios, se esperaba un incremento mayor del 11% en el tráfico de carga, el cual resultó ser eficiente ya que se obtuvo un incremento real del 12.17%, propiciando una recuperación sostenida del servicio en el tráfico de carga a partir de 1992.

IV.2. Distribución del volumen transportado por tipo de productos en 1994.

Los grupos de productos que han reportado mayor dinamismo en su transporte son los agrícolas, los industriales y los animales, por otro lado y a pesar de los esfuerzos de Ferrocarriles Nacionales de México por la comercialización y reducción de sus tarifas mediante una agresiva política comercial desarrollada a principios de los noventas, basada principalmente en el establecimiento de tarifas flexibles, los productos minerales, inorgánicos y forestales mostraron un notable rezago, sin embargo, los productos derivados del petróleo se han mantenido estables.

En 1994, la distribución del volumen transportado fue el siguiente: el 42.24% del tráfico total fue por concepto de productos industriales, los agrícolas representaron el 28.67%, en tanto que los minerales y los inorgánicos registraron el 10.83% y 10.05% respectivamente, los derivados del petróleo representaron el 7.03%, y finalmente los productos forestales y los animales se distribuyeron con un 0.63% y 0.52% respectivamente, tal como se puede apreciar en la fig. IV.2.1.

Distribución del volumen transportado en 1994

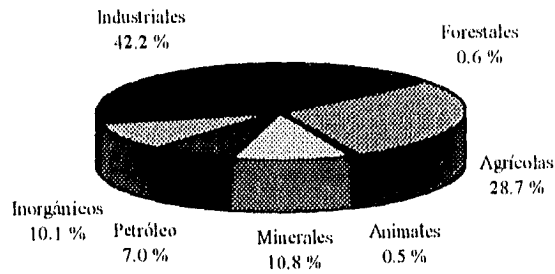


Fig. IV.2.1

Otras medidas implantadas que dieron resultado para la recuperación del tráfico y absorción de nuevos mercados, fueron la promoción para construir y rehabilitar instalaciones ferroviarias operadas por particulares, el arrendamiento de locales y bodegas en estaciones, el acondicionamiento de accesos y patios de carga, la incorporación de capitales privados en la construcción de terminales interiores de carga, terminales automotrices, operación de terminales multimodales y construcción de silos.

Los productos que más se han destacado por el incremento en su tráfico ferroviario son los industriales, tales como el cemento, el papel, el azúcar, así como también la industria química y la automotriz, y por otro lado, dentro de los productos agrícolas, el maíz es el que más demanda de tráfico tiene.

Entre 1989 y 1994 el transporte del material de ensamble para vehículos se duplicó, y el de automóviles terminados aumentó el triple. Como consecuencia de lo anterior, el ferrocarril moviliza poco más del 80% del total de automóviles que se exportan anualmente.

Los aumentos registrados en el movimiento de mercancías resultan relevantes, no sólo por su magnitud, si no por el esfuerzo que se tiene que hacer para compensar la pérdida

de fletes que se tiene en algunos sectores por causas ajenas a las comerciales, tales como la reducción de actividad, la baja en los precios internacionales y procesos de reestructuración, los cuales pueden provocar menores demandas en el transporte de mercancías.

La evolución del producto interno bruto y el transporte de carga tienen una cierta relación, ya que existen algunos factores que pueden condicionarla, tales como los niveles tarifarios y la calidad del transporte, los cuales influyen en la competitividad del medio. Sin embargo, no obstante que el nivel global de actividad económica es determinante en las posibilidades de desarrollo de la industria ferroviaria, en el análisis detallado del mercado potencial debe profundizarse en el comportamiento de los principales sectores de usuarios. En particular, el nivel esperado del comercio exterior, constituye un elemento fundamental para hacer pronósticos del transporte de mercancías.

La política económica puesta en práctica en los últimos años, ha tratado de hacer un saneamiento financiero del aparato productivo con miras a su modernización. Para estimar el mercado potencial del ferrocarril y establecer escenarios probables para la demanda atendida, se visualiza un entorno macroeconómico razonablemente optimista y coincidente con proyecciones de muchos sectores especializados.

Se consideraba que habían condiciones adecuadas para el favorecimiento de las tasas de crecimiento entre un 4.0% y 4.5% anual hasta el año 2000, sin embargo, dadas las características de la crisis económica de 1995, estas expectativas de crecimiento han desaparecido. Se espera que con un escenario optimista, la economía del país se mantenga estable durante 1995, esperando su reactivación a partir de 1996. En cuanto al crecimiento de la población, otro elemento fundamental para estimar el mercado potencial de algunos productos, se estima una tasa de crecimiento no mayor al 1.6% anual.

El análisis del mercado potencial constituye una de las informaciones principales en la planeación ferroviaria a mediano plazo. El movimiento esperado de mercancías junto con la hipótesis en el aumento de la productividad, sirve de base para estimar el número de

trenes que circularán por cada uno de los tramos de la red ferroviaria, las maniobras que se efectuarán en los principales patios y terminales, las necesidades de flota tractiva y el arrastre requerido, los recursos humanos, materiales y combustibles que se emplearán en el futuro para la operación ferroviaria, que es independiente de su estructura orgánica, régimen jurídico y propiedad del patrimonio ferroviario.

Junto con todo lo anterior, los estudios de capacidad física en las líneas, el conocimiento de los avances tecnológicos esperados y los diagnósticos sobre las condiciones físicas de la infraestructura, equipos y otros activos fijos, permitirán cuantificar los gastos de operación y mantenimiento, así como también las inversiones requeridas para ampliar y modernizar las líneas férreas, e identificar y evaluar los proyectos para garantizar la oferta futura del servicio, conforme a las metas y políticas definidas para el desarrollo del sector ferroviario.

La magnitud del desarrollo esperado en los próximos años, la desregulación de la economía, la modernización de la estructura productiva y la apertura comercial hacia el exterior, podrían provocar efectos importantes en diversas direcciones del sector transporte, principalmente en la disponibilidad de materias primas, mano de obra y ubicación geográfica de los principales centros de actividad económica.

Debido a los nuevos procesos de producción que traen como consecuencia modernas tecnologías, se esperan cambios cualitativos y cuantitativos en la magnitud y características del transporte de mercancías. La estructura origen-destino del tráfico podría sufrir algunas transformaciones, las cuales, se tendrán que tomar en cuenta en los pronósticos del tráfico futuro, ya que podrían no ser una simple extrapolación de las tendencias del pasado.

La importancia de ahorrar energéticos, aumentar la competitividad internacional, reducir costos de transportación y eliminar la carga que significaban para el estado los subsidios para el transporte, aunado a las enormes inversiones que se requieren para seguir ampliando la red carretera y recuperar el rezago que existe en materia de mantenimiento de

la infraestructura de todo los medios de transporte, podría traer como consecuencia el uso más generalizado del ferrocarril.

IV.3. Proyección futura del tráfico ferroviario de carga.

La proyección del tráfico de carga se realizará tomando en cuenta cada uno de los tramos que forman la red ferroviaria, partiendo de la densidad del tráfico de carga comercial durante 1994 (información obtenida de la Subdirección General de Planeación y Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM, mostrada en el plano IV.3.1); y partiendo de las condiciones actuales de la economía, y de las consideraciones hechas por dicho Departamento, se propusieron tasas de incremento anual del tráfico de carga en cada uno de los tramos de la red.

Con esta información, se proyectó el tráfico futuro de carga hasta el año 2010, utilizando la siguiente expresión:

$$Tf = Ta (1 + i)^n$$

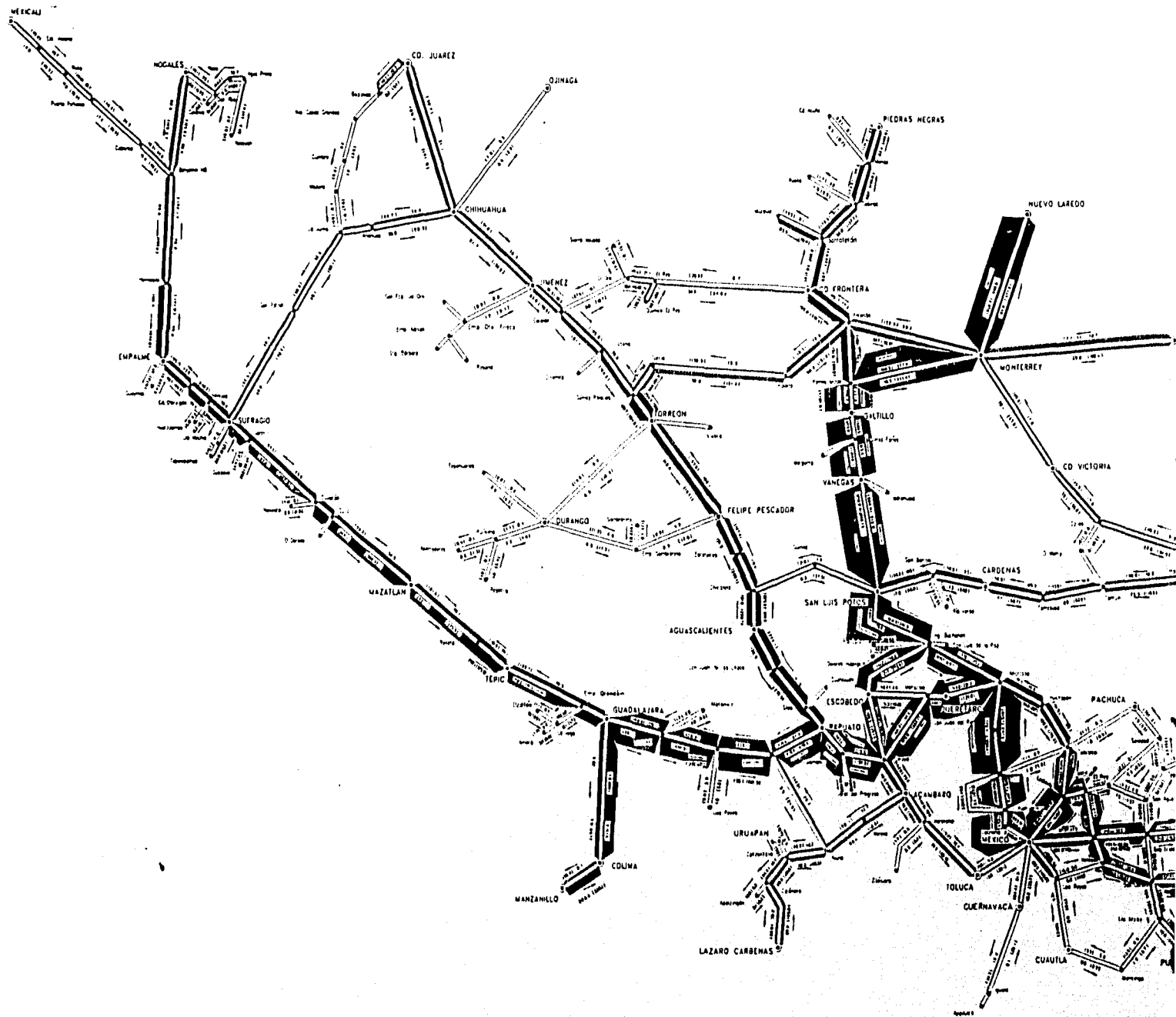
donde: Tf = Tráfico de carga futuro en el tramo (ton)

Ta = Tráfico de carga actual en el tramo (ton)

i = Tasa estimada de crecimiento del tráfico de carga

n = Número de años

El resultado de la proyección futura del tráfico de carga se muestra en la tabla IV.3.2.



Plano IV.3.1.



FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

SUBDIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y REESTRUCTURACION
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA

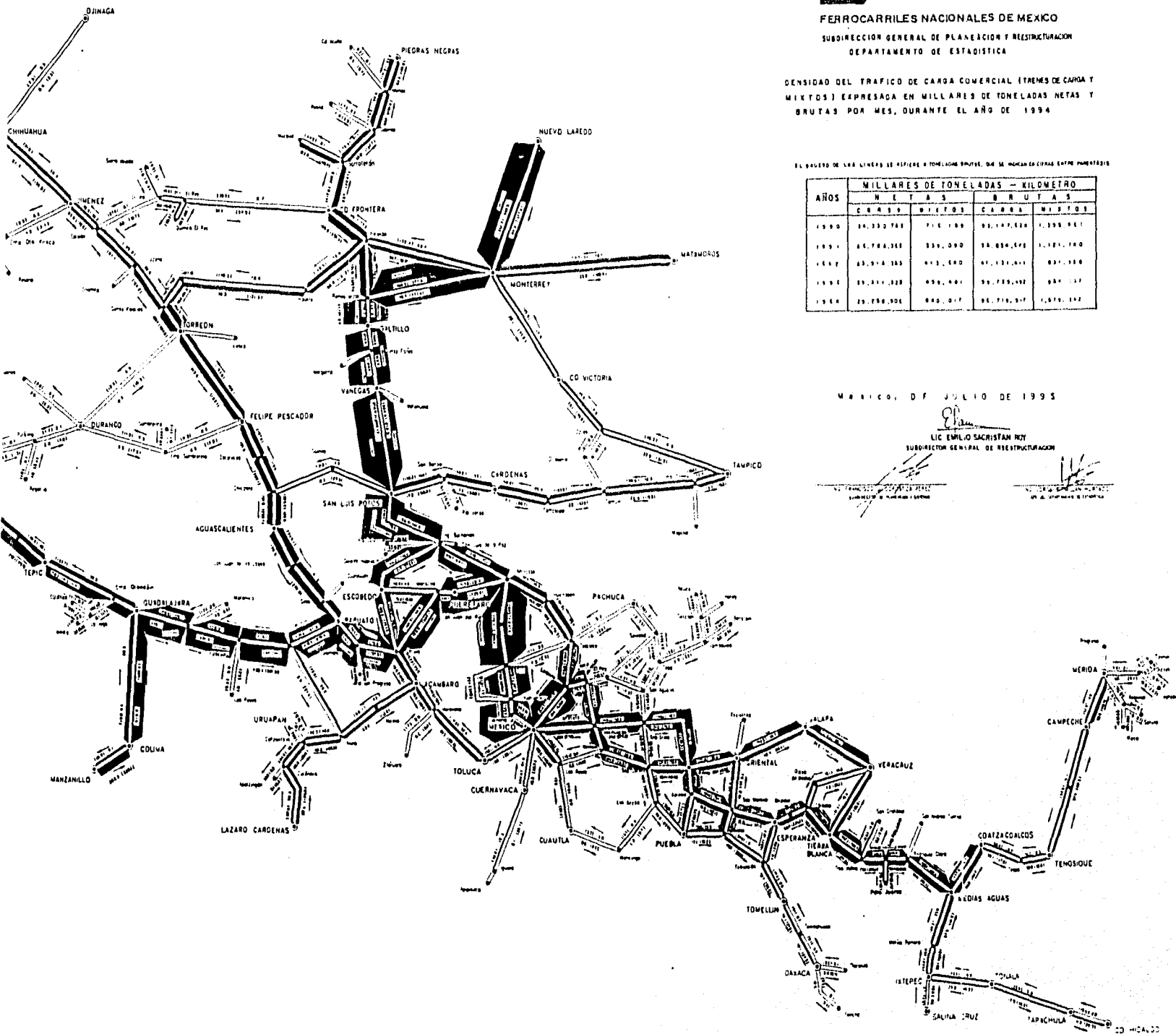
DENSIDAD DEL TRAFICO DE CARGA COMERCIAL (TRENES DE CARGA Y MIXTOS) EXPRESADA EN MILLARES DE TONELADAS NETAS Y BRUTAS POR MES, DURANTE EL AÑO DE 1994

EL VALORO DE LAS LINEAS SE REFIERE A TONELADAS BRUTAS QUE SE MOVILIZAN ENTRE PUNTEROS

AÑOS	MILLARES DE TONELADAS - KILOMETRO			
	NETAS		BRUTAS	
	CARRILES	TRAYECTORIAS	CARRILES	TRAYECTORIAS
1990	16,732,743	716,189	93,147,828	1,398,967
1991	16,768,345	839,090	94,889,548	1,381,180
1992	16,914,103	912,580	97,131,611	1,381,180
1993	17,311,328	990,401	99,789,492	1,381,180
1994	20,186,006	1,080,017	105,719,917	1,381,180

MEXICO, D.F. JULIO DE 1995

LIC. EMILIO SACRISTAN REY
SUBDIRECCION GENERAL DE REESTRUCTURACION



Proyección del tráfico ferroviario de carga (cifras anuales en miles)

Linea	Tramo	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
A	Guatemala - Metopan	208	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80	1871.80
	Metopan - Cobán	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Cobán - Tapachula	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Tapachula - Agaña	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Agaña - Metopan	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Metopan - Escuintla	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Escuintla - Escuintla	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Escuintla - Escuintla	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Escuintla - Escuintla	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
	Escuintla - Escuintla	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80
Escuintla - Escuintla	171	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	6874.80	

Tabla IV.3.2.

CAPÍTULO V.

Análisis de capacidad e identificación de proyectos de inversión en nuevas obras de infraestructura

V.1. *Capacidad de vías.*

Para la identificación de los proyectos de inversión es necesario determinar la capacidad de las vías, es decir, calcular el número de trenes diarios que pueden circular por una determinada vía en función de ciertos parámetros propios de la misma.

Para poder realizar el estudio de la capacidad de una vía, se requiere dividir dicha vía en los principales tramos que la componen, así como determinar ciertos datos propios de cada tramo, tales como:

- a) La longitud de vía.
- b) El tiempo limitador de cada tramo, que es el tiempo máximo entre laderos en dicho tramo.
- c) El tiempo adicional para encuentros, el cual es diferente para cada sistema de control de trenes, y que son:

Para OT (órdenes de tren):	600 seg.
Para CDT (control directo de tráfico):	438 seg.
Para CTC (control de tráfico centralizado):	276 seg.

V.2. *Características generales de los sistemas de control de tráfico de trenes.*

1. Sistema de Órdenes de Tren (OT).

El sistema de Órdenes de Tren es un sistema que requiere la entrega de órdenes escritas a la tripulación de cada tren, las cuales, el despachador de trenes se encarga de enviar a las estaciones de ruta a través de radio, teléfono selectivo o telégrafo. Además,

obliga a los trenes a que se detengan para recibir las órdenes en las estaciones, provocando demoras y el entorpecimiento de la circulación, lo cual se refleja en una baja capacidad de circulación vehicular en la ruta; sumado a esto, el establecimiento de clases y superioridad de trenes, provoca omisiones, malas interpretaciones y confusiones. Este sistema es empleado en 18,300 kilómetros de líneas troncales en el sistema y se encuentra aún regido por el reglamento de transportes de 1926.

2. Sistema de Control Directo de Tráfico (CDT).

Este servicio se puso en operación en 1993 en el distrito de Monterrey, Nvo. Laredo, el cual tuvo un desarrollo de 266 kilómetros, sustituyendo al sistema anterior de Órdenes de Tren. Este nuevo sistema se basa en la radiocomunicación directa entre el despachador y el maquinista para la protección de los tramos por el movimiento de trenes y vehículos ferroviarios en una vía principal. La autorización para ocupar un tramo es otorgada principalmente por el despachador, mediante instrucciones dadas por radio y grabadas simultáneamente. El sistema CDT permite incrementar la utilización de las vías por encima de la capacidad normal con el sistema OT, sin tener la necesidad de inversiones tan costosas como el Sistema de Control de Tráfico Centralizado.

3. Sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC).

Este sistema permite controlar el movimiento ferroviario en base a señales luminosas y cambios de vía a control remoto, desde un mando central con gran fluidez y seguridad en la operación de trenes. Este sistema se encuentra instalado en 1,627 kilómetros, principalmente en las rutas México-Monterrey y México-Guadalajara, lo que representa el 7% de la vía troncal del sistema. De los análisis de capacidad de los tramos se determina la necesidad de instalar este tipo de sistemas.

V.3. Modelos matemáticos para la determinación de la capacidad de las vías.

La expresión para calcular la capacidad máxima de una vía es:

$$C_m = \frac{1440}{T + t}$$

donde: C_m = Capacidad máxima del tramo
1440 = Minutos por día
 T = Tiempo del tramo limitador (min)
 t = Tiempo adicional para encuentros (min)

Para determinar la capacidad potencial de un tramo, la capacidad máxima es afectada por un coeficiente de eficiencia, el cual, dependerá del sistema de control de trenes con el que se piense operar, quedando las siguientes expresiones para este cálculo:

$C_p = 0.694 C_m$ para Órdenes de Tren
 $C_p = 0.747 C_m$ para Control Directo de Trenes
 $C_p = 0.8 C_m$ para Control de Tráfico Centralizado

donde: C_p = Capacidad potencial del tramo de vía
 C_m = Capacidad máxima del tramo de vía

Finalmente, la capacidad real de un tramo, se obtiene al afectar por otros coeficientes de eficiencia, la capacidad potencial de cada sistema de control antes mencionados, obteniendo las siguientes expresiones para su determinación:

$Cr = 0.66 C_p$	Para Órdenes de Tren
$Cr = 0.7145 C_p$	Para Control Directo de Trenes
$Cr = 0.769 C_p$	Para Control de Tráfico Centralizado

donde: Cr = Capacidad real del tramo de vía
 C_p = Capacidad potencial del tramo de vía

En resumen, las expresiones para el cálculo de la capacidad real de un tramo de vía, están dadas por las siguientes expresiones, las cuales, están en función del sistema de control con el cual se quiera operar dicha vía:

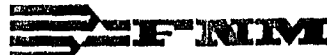
$$Cr = \frac{660}{T+t} \quad \text{Para Órdenes de Tren}$$

$$Cr = \frac{769}{T+t} \quad \text{Para Control Directo de Trenes}$$

$$Cr = \frac{886}{T+t} \quad \text{Para Control de Tráfico Centralizado}$$

V.4. Identificación de los proyectos de inversión ferroviaria.

Primeramente, se toma una base en el número de trenes diarios, la cual se tomó de las estadísticas registradas durante 1994 (información obtenida de la Subdirección General de Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM, mostrada en el plano V.4.1); y partiendo de la consideración de que el incremento del tráfico futuro es directamente proporcional al incremento del número de trenes diarios, se realiza el análisis hasta el año 2010.



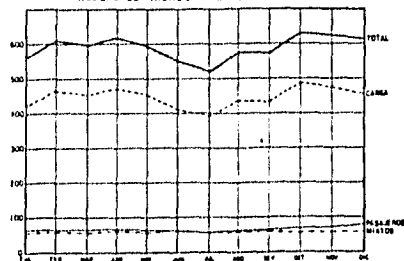
FERROCARRILES NACIONALES DE MÉXICO

SUBDIRECCION GENERAL DE REESTRUCTURACION
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA

ESQUEMA DE LAS VIAS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ESTOS FERROCARRILES
QUE MUESTRA LA CANTIDAD DE TRENES DE CARGA MIXTOS Y DE PASAJEROS
QUE SE MOVIERON DURANTE EL AÑO 1994 (PROMEDIOS MENSUALES)

LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS CUADRADO INDICAN TRENES DE CARGA
LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN TRENES MIXTOS
LOS NUMEROS SIN PARENTESIS INDICAN TRENES DE PASAJEROS.

NUMERO DE TRENES PROMEDIO DIARIO



TOTAL DE TRENES COMERCIALES CORRIDOS EN EL SISTEMA EN EL AÑO DE 1994

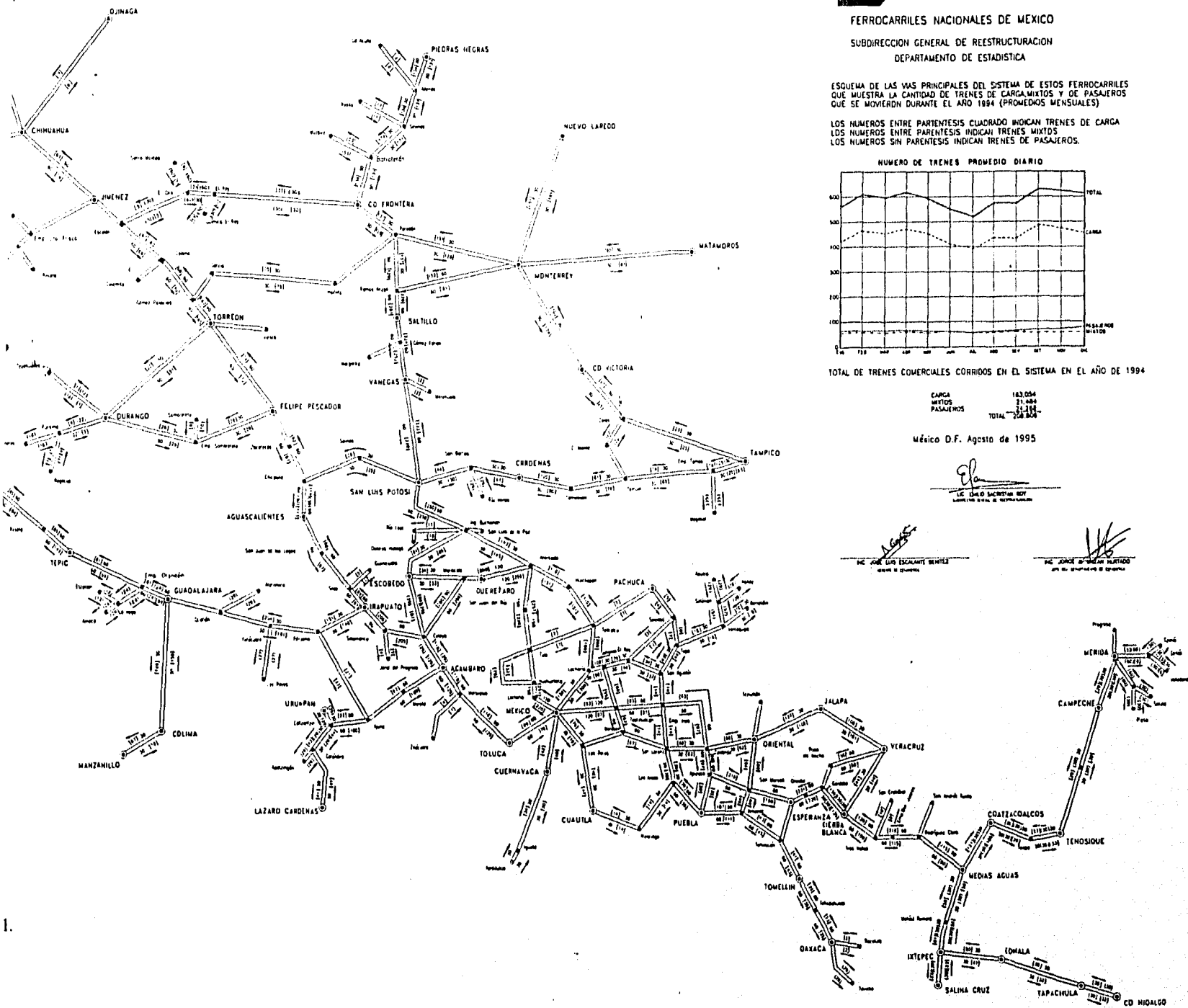
CARGA	183,056
MIXTOS	21,484
PASAJEROS	21,118
TOTAL	205,658

México D.F. Agosto de 1995

El
C. CARLOS SACRISTAN ROY
Subdirector General de Reestructuración

AGS
ING. JOSE LUIS ESCALANTE BENTLEY
Asesor de Estadística

[Signature]
ING. JOSE DE JESUS MARTINO
Asesor de Estadística



El año de saturación de los tramos se calcula como el año en el cual el número de trenes diarios alcanza la capacidad real del tramo para alojar solamente trenes de carga, ya que no se toman en cuenta los trenes de pasajeros en dicho análisis, el cual se muestra en la tabla V.4.2.

A partir del análisis de capacidades de cada uno de los tramos que integran a la Red Ferroviaria Nacional, se pueden determinar los tramos de próxima saturación, en los cuales se hace necesaria la modernización de la infraestructura existente del tramo, y de esta forma poder incrementar su capacidad.

Los proyectos que resultaron de este análisis son los que se presentan a continuación:

- 1.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Aguascalientes-Chicalote-F. Pescador, perteneciente a la línea A.
- 2.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Calles-Monterrey, perteneciente a la línea M.
- 3.- Instalación del sistema de control de trenes CTC en el tramo Toluca-Acámbaro, perteneciente a la línea N.
- 4.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Barroterán-Piedras Negras, perteneciente a la línea R.
- 5.- Instalación del sistema de control de trenes CTC en el tramo Esperanza-Córdoba, perteneciente a la línea S.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LA RED FERROVIARIA NACIONAL

Línea	Tramo	Trenes de pas daños	Trenes de carga daños	Tiempo del tramo limitador	Capacidad Potencial del Tramo			Capacidad Real del Tramo			No. de trenes			Años de Saturación del Tramo		
					O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.
A	Querétaro - Mariscal	6	19	16	-	-	56	-	-	43	-	-	35			2010
	Mariscal - Celaya	6	19	16	-	-	56	-	-	43	-	-	37			*
	Celaya - Irapuato	6	14	16	-	-	56	-	-	43	-	-	37			*
	Irapuato - Aguascalientes	4	6	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	2007		*
	Aguascalientes - Chicalote	4	8	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	2002	2006	2009
	Chicalote - F. Pescador	4	6	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	2006	2010	*
	F. Pescador - Torreón	4	5	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	2008	*	*
	Torreón - Gómez Palacio	4	10	25	29	34	39	19	24	30	15	20	26	*	*	*
	Gómez Palacio - Escalón	4	5	25	29	34	39	19	24	30	15	20	26	*	*	*
	Escalón - Jiménez	4	5	25	29	34	39	19	24	30	15	20	26	*	*	*
	Jiménez - Chihuahua	4	5	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	*	*	*
	Chihuahua - Cd. Juárez	4	3	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	*	*	*
B	Huahuatla - Ahorcado	10	16	24	-	-	41	-	-	31	-	-	21			*
	Ahorcado - Ing. Buchanan	2	10	24	-	-	41	-	-	31	-	-	29			*
	Ing. Buchanan - Sn. Luis Potosí	4	17	29	-	-	35	-	-	27	-	-	23			2007
	Sn. Luis Potosí - Saltillo	4	16	22	-	-	44	-	-	34	-	-	30			*
	Saltillo - Ramos Arizpe	6	17	16	-	-	56	-	-	44	-	-	38			*
	Ramos Arizpe - Monterrey	4	8	23	-	-	42	-	-	33	-	-	29			*
	Monterrey - Nuevo Laredo	2	15	20	34	40	47	22	29	37	20	27	35	2008	*	*
C	México - Cuernavaca	0	3	40	20	23	26	14	17	20	14	17	20	*	*	*
	Cuernavaca - Apulco	2	3	42	20	22	25	13	16	20	11	14	18	*	*	*
DA	Torreón - Durango	2	2	29	26	30	35	17	22	27	15	20	25	*	*	*
DC	Durango - F. Pescador	2	2	31	25	29	33	17	21	25	15	19	23	*	*	*
E	Puebla - Amozoc	4	8	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Amozoc - Tehuacán	4	3	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Tehuacán - Tomelín	4	3	31	25	29	33	17	21	25	13	17	21	*	*	*
	Tomelín - Oaxaca	4	3	28	27	31	36	18	22	28	14	18	24	*	*	*
F	Monterrey - Matamoros	2	6	28	27	31	36	18	22	28	16	20	26	*	*	*
FA	Coahuilalcos - Teapa	2	2	37	22	25	28	15	18	22	13	16	20	*	*	*
	Teapa - Tenosique	2	3	38	22	25	29	15	18	22	13	16	20	*	*	*
	Tenosique - Campeche	2	2	38	22	25	29	15	18	22	13	16	20	*	*	*
	Campeche - Mérida	2	2	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27	*	*	*
G	Córdoba - Tierra Blanca	2	9	22	32	37	44	21	27	34	19	25	32	*	*	*
	Tierra Blanca - Tres Valles	4	8	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Tres Valles - Rod. Clara	4	11	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Rod. Clara - Medas Aguas	4	7	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
GA	Tierra Blanca - Veracruz	2	3	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27	*	*	*
I	Irapuato - Pénjamo	3	10	22	-	-	44	-	-	34	-	-	32			*
	Pénjamo - Guadalajara	2	13	19	-	-	49	-	-	38	-	-	36			*
	Guadalajara - Colima	2	11	27	27	32	37	18	23	29	16	21	27	*	*	*
	Colima - Marzanillo	2	5	24	30	35	41	20	25	31	18	23	29	*	*	*
IN	Pénjamo - Alino	0	2	40	20	23	26	14	17	20	14	17	20	*	*	*
K	Ixtépec - Tonala	2	4	30	25	29	34	17	21	26	15	19	24	*	*	*
	Tonala - Tapachula	2	3	35	23	26	30	15	19	23	13	17	21	*	*	*
	Tapachula - Cd. Hidalgo	2	3	20	34	40	47	22	29	37	20	27	35	*	*	*
L	Chicalote - Sn. Luis Potosí	2	2	41	20	23	26	13	16	20	11	14	18	*	*	*
	Sn. Luis Potosí - Cárdenas	2	3	28	27	31	36	18	22	28	16	20	26	*	*	*
	Cárdenas - Tamasopo	2	7	28	27	31	36	18	22	28	16	20	26	*	*	*
	Tamasopo - Tamuín	2	6	32	24	28	32	16	20	25	14	18	23	*	*	*
	Tamuín - Tampico	2	5	32	24	28	32	16	20	25	14	18	23	*	*	*
	(-) El tramo no opera con el sistema indicado.															
	(*) El tramo se satura después del año 2010.															

Tabla V.4.2.

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE LA RED FERROVIARIA NACIONAL

Línea	Tramo	Trenes de pas	Trenes de carga	Tiempo del tramo límitador	Capacidad Potencial del Tramo			Capacidad Real del Tramo			No. de trenes			Años de Saturación del Tramo		
		danos	danos		O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.	O.T.	C.D.T.	C.T.C.
M	Tampico - Calles	2	2	25	29	34	39	19	24	30	17	22	28	*	*	*
	Calles - Monterrey	2	8	30	25	29	34	17	21	26	15	19	24	2004	2008	*
	Monterrey - Paredón	2	10	25	29	34	39	19	24	30	17	22	28	*	*	*
	Paredón - Gómez Palacios	2	5	22	32	37	44	21	27	34	19	25	32	*	*	*
N	México - Toluca	4	6	25	29	34	39	19	24	30	15	20	26	*	*	*
	Toluca - Acambaro	4	9	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	*	2005	2009
	Acambaro - Ajuno	4	7	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	2010	*	*
	Ajuno - Caltzontzin	4	7	24	30	35	41	20	25	31	16	21	27	*	*	*
	Caltzontzin - Coróndro	2	3	24	30	35	41	20	25	31	18	23	29	*	*	*
	Coróndro - Apatzíngan	2	3	24	30	35	41	20	25	31	18	23	29	*	*	*
NC	Coróndro - Lázaro Cárdenas	2	3	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27	*	*	*
Q	Ojinaga - Chihuahua	0	1	30	25	29	34	17	21	26	17	21	26	*	*	*
	Chihuahua - La Junta	4	4	32	24	28	32	16	20	25	12	16	21	*	*	*
	La Junta - Sr. Rafael	4	5	31	25	29	33	17	21	25	13	17	21	*	*	*
	Sr. Rafael - Sufrajo	4	6	32	24	28	32	16	20	25	12	16	21	*	*	*
	Sufrajo - Topolobampo	0	4	34	23	27	30	15	19	23	15	19	23	*	*	*
R	Ramos Arizpe - Paredón	2	9	24	30	35	41	20	25	31	18	23	29	*	*	*
	Paredón - Cd. Frontera	2	9	18	36	43	51	24	31	40	22	29	38	*	*	*
	Cd. Frontera - Barroteran	2	9	21	33	38	45	22	28	35	20	26	33	*	*	*
	Barroteran - Piedras negras	2	9	30	25	29	34	17	21	26	15	19	24	2003	2007	*
RD	Cd. Frontera - Brey	0	3	48	18	21	23	12	15	18	12	15	18	*	*	*
	Brey - El oro	0	2	48	18	21	23	12	15	18	12	15	18	*	*	*
	El oro - Escalón	0	1	40	20	23	26	14	17	20	14	17	20	*	*	*
S	Teotihuacán - Atzacaco	4	7	18	36	43	51	24	31	40	20	27	36	*	*	*
	Atzacaco - Esperanza	4	14	18	36	43	51	24	31	40	20	27	36	*	*	*
	Esperanza - Córdoba	4	16	24	30	35	41	20	25	31	16	21	27	*	2004	*
	Córdoba - Veracruz	4	6	32	24	28	32	18	20	25	12	16	21	*	*	*
T	Guadaluajara - Tepic	4	6	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Tepic - Mazatlán	4	10	28	28	33	38	19	24	29	15	20	25	2009	*	*
	Mazatlán - Cuicatlan	4	6	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Cuicatlan - Sufrajo	4	7	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Sufrajo - Cd. Obregon	4	5	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Cd. Obregon - Empalme	4	8	22	32	37	44	21	27	34	17	23	30	*	*	*
	Empalme - Hermosito	4	7	20	34	40	47	22	29	37	18	25	33	*	*	*
	Hermosito - Benjamin Hill	4	6	20	34	40	47	22	29	37	18	25	33	*	*	*
	Benjamin Hill - Nogales	4	7	20	34	40	47	22	29	37	18	25	33	*	*	*
	U	Benjamin Hill - Caborca	4	2	35	23	26	30	15	19	23	11	15	19	*	*
Caborca - Pto. Peñasco		4	2	35	23	26	30	15	19	23	11	15	19	*	*	*
Pto. Peñasco - Mexicali		4	2	35	23	26	30	15	19	23	11	15	19	*	*	*
V	Los Reyes - Metepec	0	0	24	30	35	41	20	25	31	20	25	31	*	*	*
	Metepec - Sr. Lorenzo	4	5	24	30	35	41	20	25	31	16	21	27	*	*	*
	Sr. Lorenzo - Oriental	2	5	20	34	40	47	22	29	37	20	27	35	*	*	*
	Oriental - Jalapa	2	8	23	29	34	39	19	24	30	17	22	28	*	*	*
	Jalapa - Veracruz	2	7	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27	*	*	*
VB	Sr. Lorenzo - Puebla	4	3	30	25	29	34	17	21	26	13	17	22	*	*	*
VC	Los Arcos - Atencingo	2	1	33	24	27	31	16	20	24	14	18	22	*	*	*
	Atencingo - Quautla	2	1	33	24	27	31	16	20	24	14	18	22	*	*	*
VK	Xalostoc - Cuautla	2	4	34	23	27	30	15	19	23	13	17	21	*	*	*
Z	Coatzacoalcas - Medias Aguas	2	8	21	33	38	45	22	28	35	20	26	33	*	*	*
	Medias Aguas - Masias Romero	2	4	26	28	33	38	19	24	29	17	22	27	*	*	*
	Masias Romero - Ixtaptec	2	5	22	32	37	44	21	27	34	19	25	32	*	*	*
	Ixtaptec - Salina Cruz	0	2	24	30	35	41	20	25	31	20	25	31	*	*	*

Tabla V.4.2.

Dadas las características del tráfico de carga por las que atraviesa el Sistema Ferroviario Nacional, causadas principalmente por la caída de la economía nacional y sumadas a la fuerte competencia del autotransporte federal, trae como consecuencia, que los proyectos anteriores no sean de ejecución inmediata, ya que el más próximo se estimaría ponerlo en operación después del año 2000.

En lo que se refiere a la construcción de infraestructura nueva, sería prematuro pensar en esta opción, ya que la actual Red Ferroviaria es capaz para atender la demanda actual que maneja este modo de transporte, sumado a la falta de recursos propios con los que actualmente cuenta dicha empresa, es poco probable que se puedan construir obras nuevas en este momento de tanta incertidumbre.

CAPÍTULO VI.

Características geométricas y costos de inversión de los proyectos

VI.1. Características geométricas de los tramos con capacidad insuficiente.

A partir del análisis de capacidades en los tramos de la red ferroviaria, se llegó a la conclusión de que los tramos de próxima saturación son los que a continuación mencionaremos:

1.- Tramo Aguascalientes-Chicalote-F. Pescador, correspondiente a la Línea A.

Este tramo pertenece al distrito de Zacatecas, comunica a Aguascalientes y Zacatecas; cuenta con una longitud de 228.4 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 1.75% y su grado de curvatura máxima es de $8^{\circ} 30'$ (ver fig. VI.1.1).

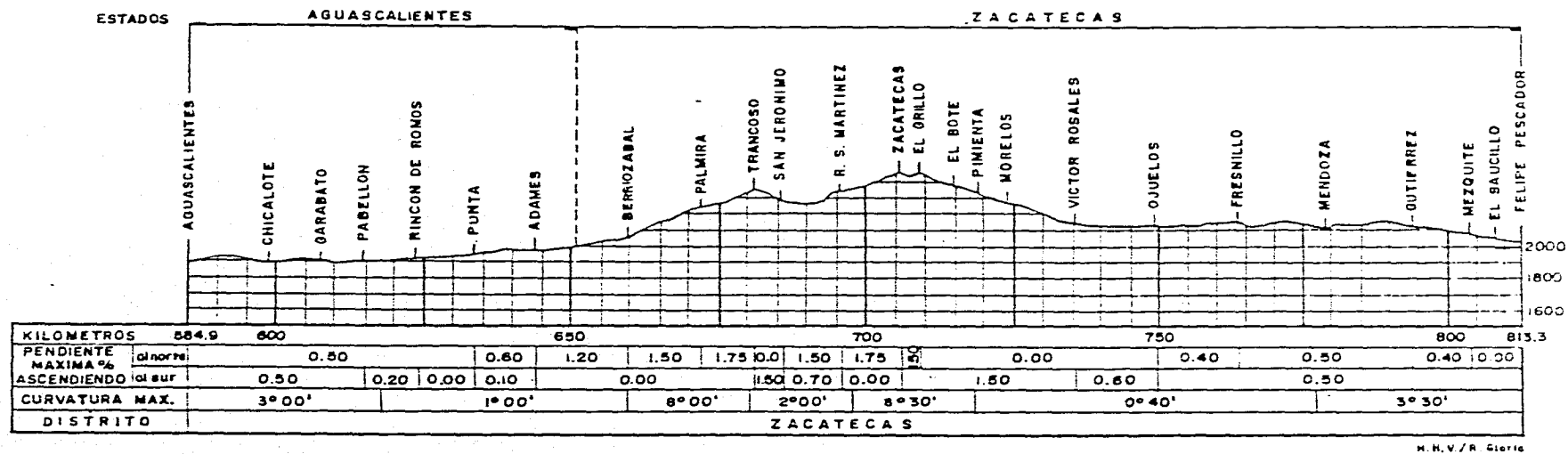
2.- Tramo Calles-Monterrey, correspondiente a la línea M.

Este tramo pertenece a los distritos de Calles y Linares, comunica a Tamaulipas y Nuevo León, cuenta con una longitud de 383.5 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 1.50% y su grado de curvatura máxima es de $6^{\circ} 00'$ (ver fig. VI.1.2a y fig. VI.1.2b).

3.- Tramo Toluca-Acámbaro, correspondiente a la Línea N.

Este tramo pertenece al distrito de Tultenango, comunica al Estado de México, Michoacán y Guanajuato; cuenta con una longitud de 210.6 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 2.20% y su grado de curvatura máxima es de $11^{\circ} 30'$ (ver fig. VI.1.3).

Tramo Aguascalientes-Chicalote-F.Pescador.



M. N. V. / R. Gloria

Fig. VI.1.1.

Tramo Calles-Monterrey (Calles-Cd. Victoria).

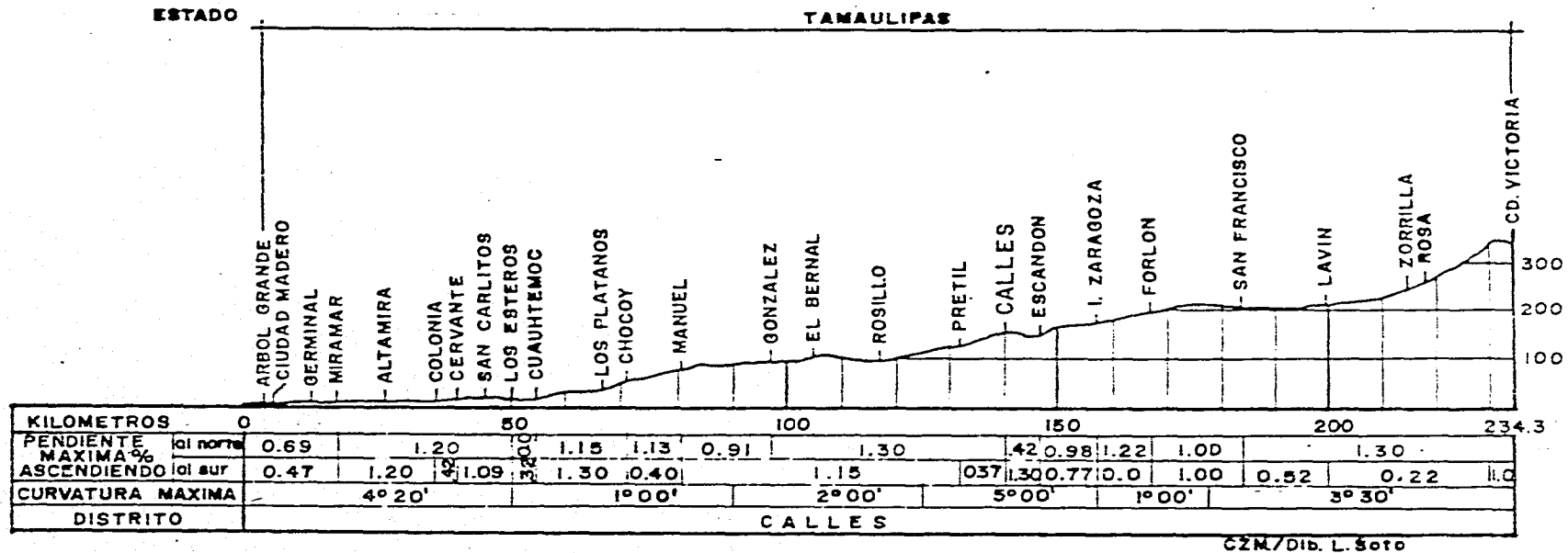


Fig. VI.1.2a.

Tramo Calles-Monterrey (Cd. Victoria-Monterrey).

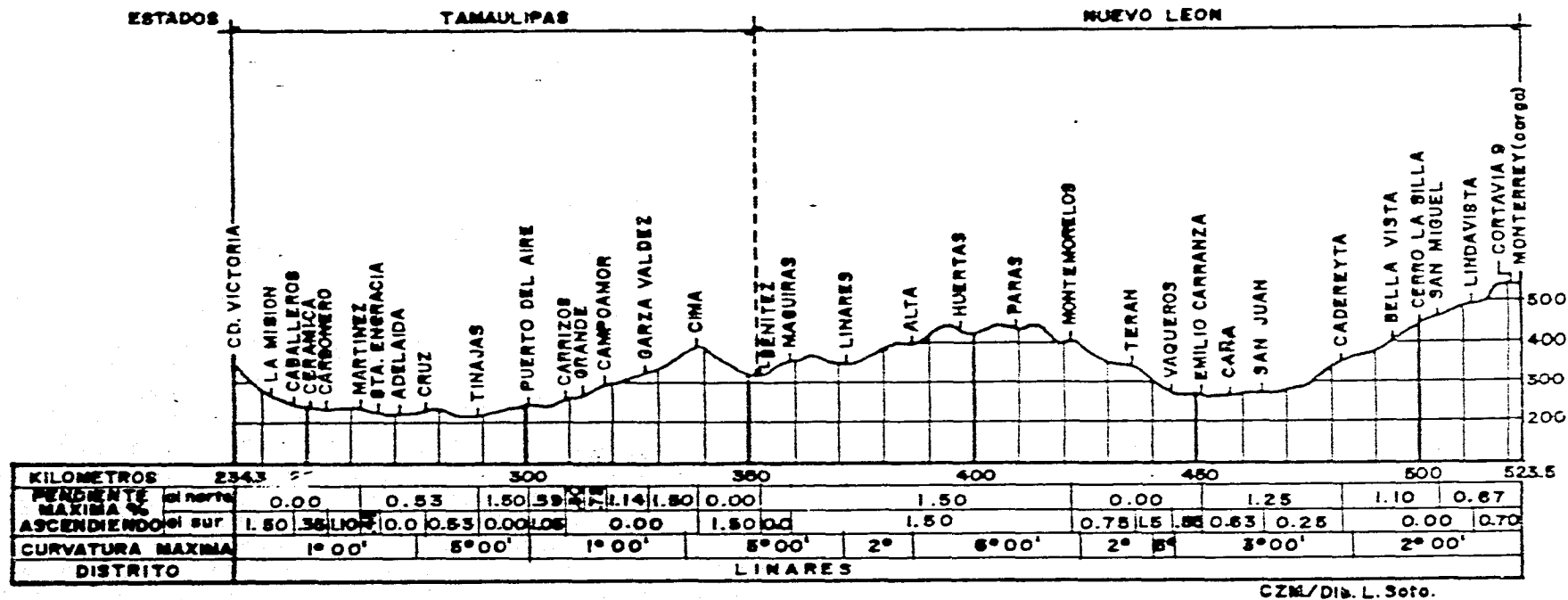


Fig. VI.1.2b.

Tramo Toluca-Acámbaro.

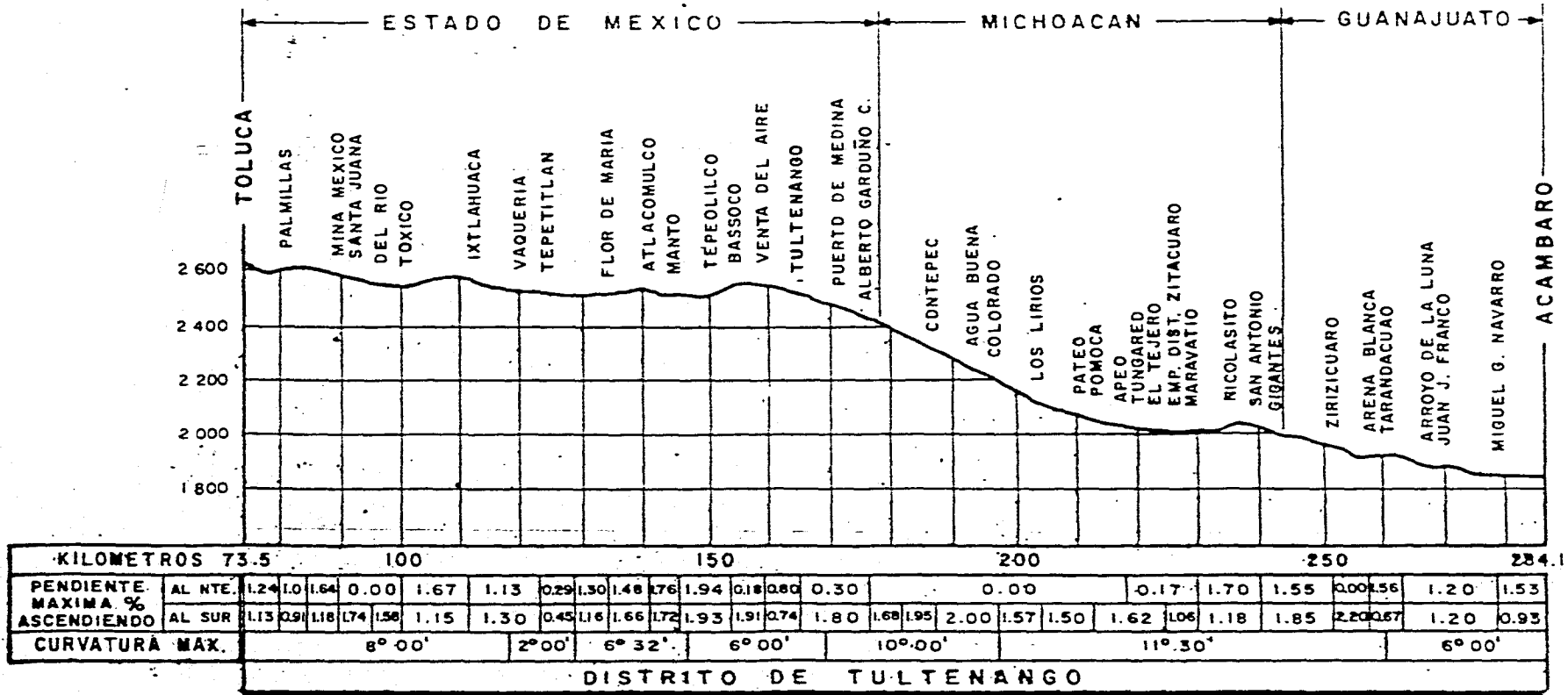


Fig. VI.13.

4.- Tramo Barroterán-Piedras Negras, correspondiente a la Línea R.

Este tramo pertenece al distrito de Sabinas, estado de Coahuila; cuenta con una longitud de 143.1 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 1.00% y su grado de curvatura máxima es de 5° 00' (ver fig. VI.1.4).

5.- Tramo Esperanza-Córdoba, correspondiente a la Línea S.

Este tramo pertenece al distrito de Orizaba, comunica a Puebla y Veracruz; cuenta con una longitud de 73.5 kilómetros, su pendiente máxima ascendiendo es de 4.10% y su grado de curvatura máxima es de 11° 00' (ver fig. VI.1.5).

VI.2. Costos de inversión de los proyectos para el incremento de capacidad.

El propósito fundamental de la evaluación económica de un proyecto consiste en comparar sus costos de construcción y conservación con los beneficios que acarrea para la comunidad. Por ello, es importante conocer las características técnicas del proyecto propuesto, con el objeto de preparar una estimación de los costos de inversión que sea congruente con los que ocurren en la práctica.

El análisis de los costos de un proyecto parte del conocimiento de sus principales componentes, de la cuantificación de obra por realizar en cada uno de ellos y de la estimación actualizada de precios unitarios.

En proyectos ferroviarios, los principales componentes del costo de la obra civil son: terracerías, obras de drenaje, tendido de vía y obras especiales (puentes, túneles y viaductos). Adicionalmente, se consideran los proyectos ingenieriles de cada concepto.

Tramo Barroterán-Piedras Negras.

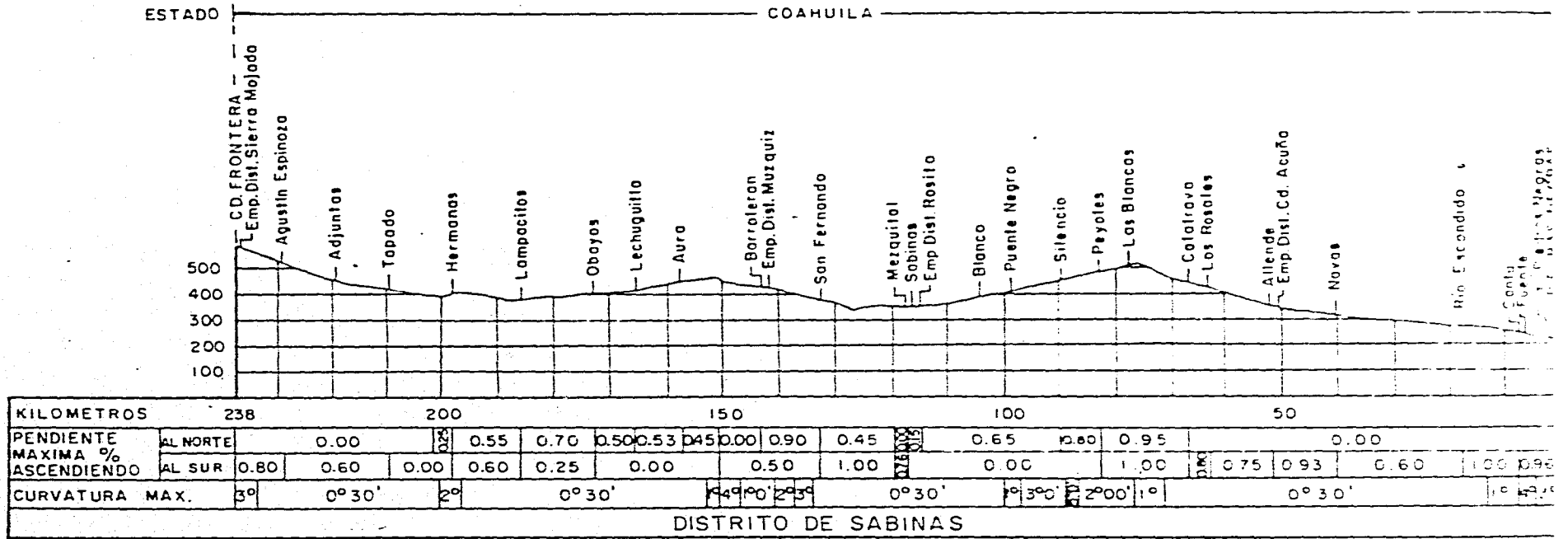


Fig. VI.1.4.

Tramo Esperanza-Córdoba.

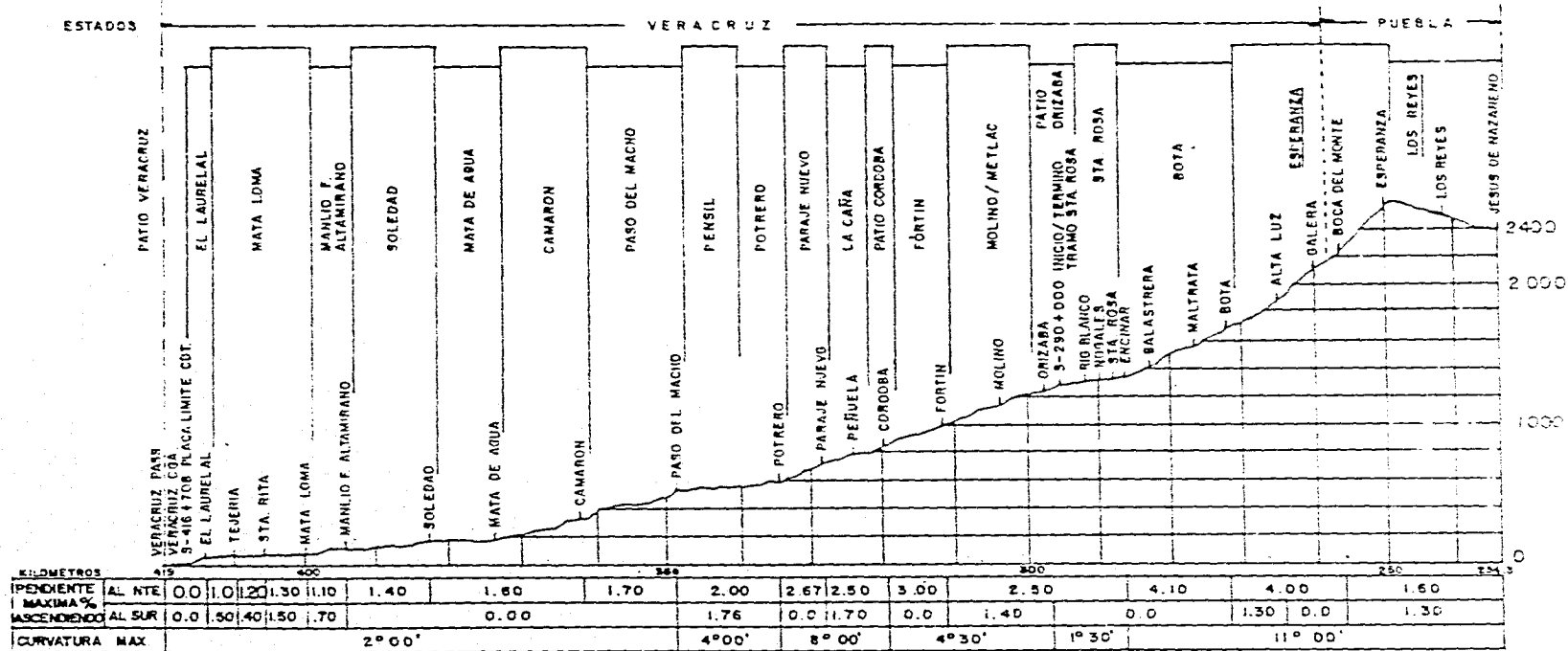


Fig. VI.1.5.

El costo de inversión de cada uno de los componentes mencionados varía en función de las características específicas de cada proyecto. Sin embargo, en términos generales se observa que las obras especiales son las más costosas, seguidas por el tendido de vía, que incluye la adquisición del riel importado, terracerías y obras de drenaje. En virtud de que los costos que se manejan para cada rubro son unitarios, es preciso obtener cantidades de obra mediante un análisis de los planos del proyecto, los cuales deberán ser lo más detallado posible; sin embargo, para efectos de la evaluación económica, se permite obtener una estimación de costos que varíe más o menos en un 10% del costo total de la obra.

El análisis integral del proyecto requiere que se tomen en cuenta todos los costos incurridos durante su vida útil. En rigor, implica que además de los costos de construcción, deben incluirse los costos de operación y mantenimiento de la vía, así como los necesarios para efectuar reconstrucciones o rehabilitaciones periódicas.

Para el caso específico de este estudio, no será necesario la construcción de obra nueva en ninguno de los tramos, ya que el costo de este tipo de proyectos es sumamente elevado. Se pretende incrementar la capacidad de los cinco tramos antes mencionados utilizando sistemas de control de trenes, ya que es posible lograrlo y su costo es mucho menos elevado que el de una posible rectificación.

Tomando en cuenta la experiencia ferroviaria de la Subdirección de Planeación y Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM, se ha estimado un costo promedio para la instalación del sistema de control directo de trenes (CDT), el cual es de \$8,000.00 por kilómetro de vía, costo que incluye tanto señales fijas, radios y central de comunicación por tramo.

Por otro lado, para el sistema de control de tráfico centralizado (CTC), el costo promedio de instalación se estima en \$337,000.00 por kilómetro de vía, el cual incluye conceptos tales como: semáforos, cableado, mecanismos para el movimiento de agujas y central de control electrónico por tramo.

El costo de operación y mantenimiento de cada uno de los sistemas de control antes citados, se estima en un porcentaje no mayor al 15% del costo de instalación de cada sistema, dicho porcentaje es resultado de la experiencia en su instalación.

VI.3. *Costos de operación del equipo ferroviario.*

A continuación se describen los modelos específicos utilizados para calcular los costos de operación del equipo ferroviario; cabe señalar que cada uno de ellos han sido desarrollados en FNM, los cuales se han adoptado y actualizado para su uso dentro de la evaluación económica de proyectos de infraestructura.

VI.3.1. *Costos de amortización del equipo tractivo y de arrastre.*

Costo de amortización del equipo tractivo.

$$Cal = \frac{Pal(Fr)}{8760(Fu)n} \quad (1)$$

- donde:
- Cal = Costo de amortización de una locomotora (\$/hr)
 - Pal = Precio de adquisición de una locomotora nueva (\$)
 - Fr = Factor de reserva de equipo tractivo (1.15)
 - Fu = Factor de utilización del equipo (0.6)
 - n = Vida útil de la locomotora (20 años)

Los factores empleados en esta expresión, son valores sistemales utilizados para ajustar los costos a las condiciones de operación típicas de FNM.

Costo de amortización del equipo de arrastre.

$$Cac = \frac{Pac}{8760(n)} \quad (2)$$

donde: Cac = Costo de amortización de un carro (\$/hr)
 Pac = Precio de adquisición de un carro nuevo (\$)
 n = Vida útil de un carro (20 años)

Costo de amortización horario.

$$Cat = Cal(NL) + Cac(NC) \quad (3)$$

donde: Cat = Costo de amortización de un tren (\$/hr)
 Cal = Costo de amortización de una locomotora (\$/hr)
 NL = Número de locomotoras en la formación del tren
 Cac = Costo de amortización de un carro (\$/hr)
 NC = Número de carros en la formación del tren

VI.3.2. Costos de consumo de combustible y lubricantes.

Estos costos tienen dos componentes: la correspondiente al consumo transitando, es decir, cuando el tren está en movimiento, y la correspondiente al consumo holgando, la cual se registra cuando las locomotoras están con el motor encendido pero detenidas.

Costo de consumo transitando.

$$C_{ctr} = NL(PCP)(CH_{tr})(C_c + CI/130) \quad (4)$$

- donde: C_{ctr} = Costo horario de consumo de combustibles y lubricantes en condición transitando (\$/hr)
 NL = Número de locomotoras en la formación del tren
 PCP = Porcentaje de carga de las locomotoras promedio en la dirección dominante y contraria (%)
 CH_{tr} = Consumo horario de combustible de un locomotora en condición transitando (720 lt/hr)
 C_c = Costo del combustible (\$/lt)
 CI = Costo del lubricante (\$/lt)
130 = Factor de relación entre el consumo horario de combustibles y lubricantes

Costo de consumo holgando.

$$C_{cho} = NL(CH_{ho})(C_c + CI/130) \quad (5)$$

- donde: C_{cho} = Costo horario de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/hr)
 CH_{ho} = Consumo horario de combustible de una locomotora en condición holgando (36 lt/hr)
 NL , C_c y CI = Son iguales que en caso transitando

Costo de consumo total.

$$C_{cot} = C_{ctr} + C_{cho} \quad (6)$$

- donde: C_{cot} = Costo horario total de consumo de combustible y lubricantes (\$/hr)

VI.3.3. Costos de reparaciones adicionales al equipo.

Estos costos se producen por el uso del equipo rodante en vías que se encuentran en estado no óptimo. De hecho, se supone que la circulación por vías en mal estado provoca desperfectos y desgastes adicionales al equipo, los cuales deben de ser atendidos con un costo determinado.

Costo de reparaciones adicionales a locomotoras.

$$Cral = 5(FC)(PI)(NI) \quad (7)$$

donde: $Cral$ = Costo por reparaciones adicionales a locomotoras (\$/hr)

FC = Factor de costo del tramo analizado

PI = Potencia de la locomotora (miles de HP)

NI = Número de locomotoras en la formación

Costo de reparaciones adicionales a carros.

$$Crac = 0.7(FC)\left(\frac{Nc^2}{50}\right) \quad (8)$$

donde: $Crac$ = Costo de reparaciones adicionales a carros (\$/hr)

Nc = Número de carros en la formación

FC = Factor de costo del tramo analizado

Costo de reparaciones adicionales totales.

$$Crat = Cral + Crac \quad (9)$$

donde: $Crat$: costo total de reparaciones adicionales (\$/hr)

VI.3.4. Costos de tripulación.

La tripulación de un tren consta de un conductor, un maquinista y un ayudante de maquinista por cada dos locomotoras conectadas al convoy, y varios garroteros; el número de éstos últimos depende del número de carros que forman parte del tren. Como mínimo se tienen tres garroteros, y cuando el tren consta de más de 45 carros se añade un garrotero por cada 15 carros adicionales.

Los costos de tripulación se obtienen por kilómetro recorrido, e incluyen prestaciones como prima vacacional y prima por séptimo día. En virtud de que la compleja intervención de los distritos no se introduce en el cálculo de los costos en este modelo, se utiliza un factor arbitrario para tomarlos en cuenta en forma aproximada.

El procedimiento utilizado consiste en calcular un costo básico de tripulación por kilómetro, el cual depende de la formación del tren. El costo de tripulación por tren de un tramo se obtiene mediante las siguientes expresiones:

$$CT_t = (CC + CM + CAM + CG)(L) \quad (10)$$

donde: CT_t = Costo de tripulación por tren (\$)
 CC = Costo atribuible al conductor (\$/Km)
 CM = Costo atribuible al maquinista (\$/km)
 CAM = Costo atribuible al ayudante de maquinista (\$/km)
 CG = Costo atribuible a los garroteros (\$/km)
 L = Longitud del tramo (km)

$$F_i = \frac{1.3CT_t + CSD + CPV}{CT_t} \quad (11)$$

donde: F_i = Factor de incremento de costos
 CSD = Costo atribuible al pago del séptimo día (\$)

CPV = Costo atribuible al pago de la prima vacacional (\$)

CTt = Costo de tripulación por tren (\$)

Finalmente:

$$CHTt = \frac{Fi(CTt)}{tmr} \quad (12)$$

donde: CHTt = Costo horario de tripulación del tren (\$/hr)

Fi = Factor de incremento de costos

CTt = Costo de tripulación por tren (\$)

tmr = Tiempo medio de recorrido en el tramo (hr)

VI.3.5. Costos de conservación de vía y de equipo tanto tractivo como de arrastre.

Costo de conservación de equipo.

Estos costos no son dependientes del tiempo de recorrido de un tren en un trayecto determinado, por lo que se obtienen directamente por tonelada bruta transportada y no en plan horario. Las expresiones empleadas para calcular este costo son las siguientes:

$$Cce = \frac{[192Ni * Fcp + 5.45(Nc + 1)] * L}{(TTdd + TTde) / 2} \quad (13)$$

donde: Cce = Costo de conservación de equipo tractivo y de arrastre (\$/ton bruta)

Ni = Número de locomotoras en la formación del tren

Fcp = Factor promedio de carga de las locomotoras, tomando en cuenta recorridos en ambas direcciones

Nc = Números de carros cargados en la formación del tren

L = Longitud del tramo (km)

TT_{dd} = Tonelaje bruto del tren en dirección dominante (ton)

TT_{dc} = Tonelaje bruto del tren en dirección contraria a la dominante (ton)

Costo de conservación de vía.

El costo de conservación de vía tiene dos componentes: el fijo, que corresponde al costo de conservación que es independiente del paso de los trenes e incluye trabajos de conservación normal, eliminación de obstáculos, etc.; y el variable, que corresponde al costo que depende del tráfico registrado.

Costo fijo de conservación de vía.

$$CF_{cv} = \frac{330000(Fcl)(L)}{Ta} \quad (14)$$

donde: CF_{cv} = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)

Fcl = Factor de costo de conservación de vía (\$/km)

L = Longitud del tramo (km)

Ta = Tonelaje anual movido sobre la vía (ton)

Nota: Cuando se trata de una vía doble, el costo fijo de conservación de vía es simplemente 1.4 de CF_{cv}.

Costo variable de conservación de vía.

$$CV_{cv} = 0.19(Fcl)(L) \quad (15)$$

donde: CV_{cv} = Costo variable de conservación de vía (\$/ton)

Fcl = Factor de costo de conservación de vía (\$/km)

L = Longitud del tramo (km)

Costo de conservación de equipo y vía por tonelada bruta transportada.

$$C_{cev} = C_{ce} + C_{fcv} + C_{vcv} \quad (16)$$

- donde: C_{cev} = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)
 C_{ce} = Costo de conservación de equipo tractivo y de arrastre (\$/ton)
 C_{fcv} = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)
 C_{vcv} = Costo variable de conservación de vía (\$/ton)

Después de haber obtenido cada uno de los costos anteriores, éstos finalmente deben conjuntarse en uno solo y transformarse a una unidad común, la cual será el costo por tonelada bruta transportada en el tramo analizado (\$ / ton bruta), tal como se indica en la expresión siguiente:

$$COT = [(tr*(Cat+Crat+CHTt)+tT*Cctr+tH*Ccho) / TBt] + C_{cev} \quad (17)$$

- donde: COT = Costo de operación total (\$/ton bruta)
 tr = Tiempo de recorrido total (hrs)
 tT = Tiempo de tránsito (hrs)
 tH = Tiempo holgando (hrs)
 Cat = Costo de amortización por tren (\$/hr)
 $Crat$ = Costo por reparaciones adicionales de locomotoras y carros (\$/hr)
 $CHTt$ = Costo de tripulación del tren (\$/hr)
 $Cctr$ = Costo de consumo de combustible y lubricantes en condición transitando (\$/hr)
 $Ccho$ = Costo de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/hr)
 C_{cev} = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)
 TBt = Peso bruto promedio por tren (ton)

Costo de conservación de equipo y vía por tonelada bruta transportada.

$$C_{cev} = C_{ce} + C_{Fev} + C_{Vcv} \quad (16)$$

- donde: C_{cev} = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)
 C_{ce} = Costo de conservación de equipo tractivo y de arrastre (\$/ton)
 C_{Fev} = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)
 C_{Vcv} = Costo variable de conservación de vía (\$/ton)

Después de haber obtenido cada uno de los costos anteriores, éstos finalmente deben conjuntarse en uno solo y transformarse a una unidad común, la cual será el costo por tonelada bruta transportada en el tramo analizado (\$ / ton bruta), tal como se indica en la expresión siguiente:

$$COT = [(tr*(Cat+Crat+CHTt)+tT*Cctr+tH*Ccho) / TBt] + C_{cev} \quad (17)$$

- donde: COT = Costo de operación total (\$/ton bruta)
 tr = Tiempo de recorrido total (hrs)
 tT = Tiempo de tránsito (hrs)
 tH = Tiempo holgando (hrs)
 Cat = Costo de amortización por tren (\$/hr)
 $Crat$ = Costo por reparaciones adicionales de locomotoras y carros (\$/hr)
 $CHTt$ = Costo de tripulación del tren (\$/hr)
 $Cctr$ = Costo de consumo de combustible y lubricantes en condición transitando (\$/hr)
 $Ccho$ = Costo de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/hr)
 C_{cev} = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)
 TBt = Peso bruto promedio por tren (ton)

CAPÍTULO VII.

Evaluación económica y financiera de los proyectos

VII.1. *Evaluación económica y financiera.*

El análisis de factibilidad de un proyecto comprende el estudio de sus condicionantes técnicos, económicos, financieros, sociales y políticos.

Dentro de este contexto, la evaluación económica busca determinar desde el punto de vista de la colectividad, si las ventajas económicas de un proyecto superan los costos económicos que se ocasionan al implantarlo.

Por ello, los resultados son importantes para determinar la conveniencia de realizar o no un proyecto, así como de jerarquizar el orden de ejecución de aquellos que se justifiquen en función de la disponibilidad de los recursos.

En el caso particular de la evaluación de proyectos ferroviarios, ésta se basa en la comparación de los beneficios que se obtienen al implantar un proyecto con los costos de su instalación, operación y mantenimiento.

La realización del estudio económico-financiero de los tramos con problemas de saturación en su capacidad instalada, parte de la comparación de los egresos (costos de instalación, operación y mantenimiento) con los ingresos (beneficios obtenidos con el incremento de la capacidad en la vía) en cada tramo, el cual se analizará a partir del año en el cual éste se satura, tomando en cuenta las características operacionales de cada uno de ellos. Para poder realizar este estudio, se presenta a continuación cierta información que nos permitirá tomar un punto de partida para dicho análisis, el cual se hará hasta el año 2010; ver tablas VII.1.1, VII.1.2 y VII.1.3.

Costos de instalación, operación y mantenimiento del CDT y CTC en 1995

Tamo	Sist. prop. a instalar	Costo de Instalación (\$)	Costo de op. y mant. anual (\$)
Aguascalientes-F.Pescador	C.D.T.	1'827,200	274,080
	C.T.C.	76'970,800	11'545,620
Calles-Monterrey	C.D.T.	3'068,000	460,200
	C.T.C.	129'239,500	19'385,925
Toluca-Acámbaro	C.T.C.	70'972,200	10'645,830
Barroterán-Piedras Negras	C.D.T.	1'144,800	171,720
	C.T.C.	48'224,700	7'233,705
Esperanza-Córdoba	C.T.C.	24'769,500	3'715,425

Tabla VII.1.1

Datos operacionales en 1995

Tramo	Longitud (km)	No.loc./tren	No.carros/tren	Ton./carro	Sist.op.actual
Aguascalientes-F.Pescador	228.4	2	55	59	O.T.
Calles-Monterrey	383.5	1	25	59	O.T.
Toluca-Acámbaro	210.6	2	35	59	C.D.T.
Barroterán-Piedras Negras	143.1	2	55	59	O.T.
Esperanza-Córdoba	73.5	4	50	59	C.D.T.

Tabla VII.1.2

A partir del balance económico (Ingresos - Egresos), se determina primeramente que el resultado sea positivo, ya que de lo contrario se pueden presentar pérdidas durante la operación. Es obvio, que se pretende recuperar la inversión que se realice en cualquier tramo, en un lapso de tiempo no muy largo; por esta razón, es conveniente que se tengan balances positivos.

CÁLCULO DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL	Agascalientes-F. Pescador	Calles-Monterrey	Toluca-Acámbaro	Barroteran-P. Negras	Esperanza-Córdoba
Longitud del tramo:	228.4 km	383.5 km	210.6 km	143.1 km	75.5 km
Pendiente gobernadora rumbo norte:	0.50%	0.50%	0.90%	0.50%	1.50%
Pendiente gobernadora rumbo sur:	0.70%	0.70%	0.70%	0.70%	1.20%
Pendiente media rumbo norte:	0.20%	0.20%	0.60%	0.20%	1.20%
Pendiente media rumbo sur:	0.40%	0.40%	0.50%	0.40%	1%
Tiempo de esperas adicionales:	1.0 hr	0.5 hr	1.0 hr	0.5 hr	0.5 hr
DINAMICA DE TREN					
Tonelaje en sentido dominante:	4,400 ton	2,000 ton	2,800 ton	4,400 ton	4,000 ton
Número de locomotoras necesarias:	2 unidades	1 unidad	2 unidades	2 unidades	4 unidades
Número de carros:	55 unidades	25 unidades	35 unidades	55 unidades	50 unidades
Velocidad media en sentido dominante:	47.15 km/hr	55.80 km/hr	48.60 km/hr	47.15 km/hr	40.10 km/hr
Porc. de carga en sentido dominante:	100%	83%	83%	100%	95%
Tiempo de tránsito en sentido dominante:	4.84 hr	6.87 hr	4.33 hr	3.03 hr	1.88 hr
Velocidad media en sentido contrario:	54.80 km/hr	55.80 km/hr	48.60 km/hr	49.80 km/hr	40.10 km/hr
Porc. de carga en sentido contrario:	67%	81%	94%	66%	76%
Tiempo de tránsito en sentido contrario:	4.17 hr	6.87 hr	4.33 hr	2.87 hr	1.88 hr
DATOS PARA EL CÁLCULO DE COSTOS					
Horario medio para el cálculo de costos:	6.59 hr	8.00 hr	5.83 hr	3.98 hr	2.59 hr
Horario medio transitando:	4.51 hr	6.87 hr	4.33 hr	2.95 hr	1.88 hr
Horario medio holgando:	2.09 hr	1.13 hr	1.50 hr	1.03 hr	0.71 hr
Porc. de carga medio:	83%	82%	88%	83%	86%
COSTOS DIRECTOS					
Costo horario de amortización de la fuerza tractiva:	\$ 562.41	\$ 281.21	\$ 562.41	\$ 562.41	\$ 1,124.83
Costo horario de amortización del equipo de arrastre:	\$ 280.60	\$ 127.54	\$ 178.56	\$ 280.60	\$ 255.09
Costo horario de combustible transitando:	\$ 2,014.70	\$ 1,007.35	\$ 2,014.70	\$ 2,014.70	\$ 4,029.41
Costo horario de combustible holgando:	\$ 67.16	\$ 33.58	\$ 67.16	\$ 67.16	\$ 134.31
Costo horario total de reparaciones adicionales:	\$ 1.47	\$ 0.55	\$ 1.22	\$ 1.47	\$ 3.11
Costo horario total de tripulación:	\$ 74.38	\$ 104.80	\$ 64.87	\$ 70.09	\$ 149.18
Costo por ton.bruta transportada en el tramo:	\$ 4.66	\$ 7.21	\$ 5.01	\$ 2.69	\$ 3.29
Costo por ton.bruta/kilómetro:	\$ 0.020	\$ 0.019	\$ 0.024	\$ 0.019	\$ 0.044
COSTOS INDIRECTOS					
Costo de conservación del equipo por ton.bruta:	\$ 1.33	\$ 2.08	\$ 1.26	\$ 0.83	\$ 0.58
Costo fijo de conservación de vía por ton.bruta:	\$ 1.02	\$ 1.60	\$ 0.98	\$ 0.64	\$ 0.45
Costo variable de conservación de vía por ton.bruta:	\$ 0.71	\$ 1.11	\$ 0.68	\$ 0.44	\$ 0.31
Costo por superintendencia y despacho de trenes:	\$ 0.49	\$ 0.83	\$ 0.45	\$ 0.31	\$ 0.16
Costo por administración central:	\$ 0.68	\$ 1.07	\$ 0.70	\$ 0.41	\$ 0.40
Costo por ton.bruta transportada en el tramo:	\$ 4.23	\$ 6.69	\$ 4.07	\$ 2.63	\$ 1.90
Costo por ton.bruta/kilómetro:	\$ 0.019	\$ 0.017	\$ 0.019	\$ 0.018	\$ 0.025
COSTO TOTAL					
Costo total por ton.bruta transportada en el tramo:	\$ 8.89	\$ 13.90	\$ 9.08	\$ 5.32	\$ 5.19
Costo total por ton.bruta/kilómetro:	\$ 0.039	\$ 0.036	\$ 0.043	\$ 0.037	\$ 0.069

Tabla VII.1.3

Con ayuda del factor de actualización del capital, se determina el posible cambio del poder adquisitivo de la moneda a partir del año en el que se realiza el análisis; dicho factor depende del comportamiento financiero de un país, y se calcula con la siguiente expresión:

$$Fa = \frac{1}{(1+i)^n}$$

donde: Fa = Factor de actualización.
i = Costo de oportunidad del capital.
n = Número de años.

Para las evaluaciones consideradas en este trabajo, se consideró un costo de oportunidad del capital del 30%, el cual es un promedio estimado del comportamiento financiero que se presentó en México durante 1995.

Con la ayuda del factor de actualización es posible actualizar tanto los egresos como los ingresos en cada evaluación, con el objeto de poder determinar el índice de rentabilidad, que indica el comportamiento en la recuperación del capital invertido, el cual se calcula de la siguiente forma:

$$IR = \frac{\sum Ba}{\sum Ca}$$

donde: IR = Índice de rentabilidad.
Ba = Beneficios actualizados.
Ca = Capital actualizado.

Si el índice de rentabilidad resulta ser igual o mayor que 1.0, se puede llegar a concluir que el proyecto es rentable, de lo contrario no sería conveniente realizar una

inversión. Los análisis económico-financiero de los proyectos considerados en este trabajo se muestran en los anexos VII.2, VII.3, VII.4, VII.5, VII.6, VII.8 y VII.9.

Para tener un panorama más claro del comportamiento financiero de cada proyecto, se incluye un análisis de sensibilidad, el cual muestra la variación del índice de rentabilidad de cada proyecto en función de costo de oportunidad del capital que se puede tener en cualquier momento, dichos análisis se encuentran junto con los anexos correspondientes.

Como resultado de las evaluaciones realizadas, se observa que en los tramos de Toluca-Acámbaro y Esperanza-Córdoba, el índice de rentabilidad es mucho menor que 1.0, por lo que la rentabilidad de estos proyectos no es la deseada, sin embargo, se puede modificar la alternativa propuesta en un principio.

Tomando esto en cuenta y a partir de las características de operación de trenes en dichos tramos, se puede proponer aumentar la longitud de algunos laderos comprendidos en cada tramo, de tal manera, que con esto se incremente la capacidad de la vía sin modificar el número de trenes que circulan sobre ella. Por lo tanto, se requiere determinar la longitud de vía necesaria en los laderos y analizar los costos tanto de materiales, mano de obra y maquinaria, con los cuales se realizará el tendido de vía elástica, que en este caso será de segunda clase (el costo para el tendido de vía en laderos se muestran en la tabla VII.7).

Para el caso del tramo Toluca-Acámbaro, se tiene una longitud adicional de 4,360 metros de vía secundaria, con lo cual se podrán alojar trenes de hasta 60 carros en 10 de los 21 laderos que tiene este tramo.

Por otro lado, en el tramo Esperanza-Córdoba, se propone una ampliación total de vía para laderos de 1,660 metros, para poder alojar también trenes de hasta 60 carros en 5 de los 8 laderos con los que cuenta este tramo. Tomando en cuenta que se tienen fuertes pendientes, no es posible incrementar mucho el número de carros por tren, porque el costo de operación sería muy elevado, ya que se requeriría más fuerza tractiva.

VII.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO AGUASCALIENTES-F. PESCADOR

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación						1,827				76,971				
Operación y mant.							274	274	274	274	11,546	11,546	11,546	11,546
Operación del tramo							73,611	73,611	73,611	73,611	184,027	184,027	184,027	185,315
Total de Egresos	0	0	0	0	0	1,827	73,885	73,885	73,885	150,855	195,572	195,572	195,572	196,860

INGRESOS

Beneficios							106,727	106,727	106,727	106,727	266,817	266,817	266,817	268,685
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	106,727	106,727	106,727	106,727	266,817	266,817	266,817	268,685
BALANCE	0	0	0	0	0	-1,827	32,842	32,842	32,842	-44,129	71,245	71,245	71,245	71,824

Costo de Oportunidad del Capital 30%

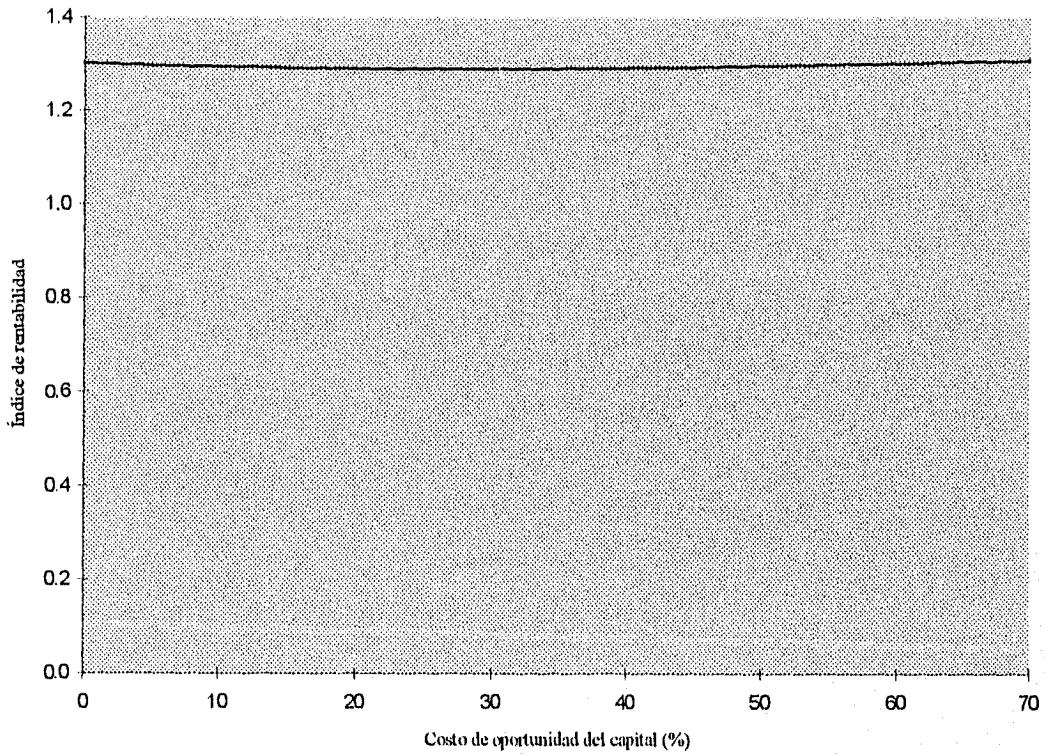
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	492	15,307	11,775	9,057	14,226	14,186	10,913	8,394	6,457	5,000	95,808
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	22,111	17,009	13,084	10,064	19,354	14,888	11,452	8,809	6,824	123,596

Índice de Rentabilidad 1.290044

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	1.3025
5	1.2981
10	1.2947
15	1.2922
20	1.2906
25	1.2899
30	1.2900
35	1.2909
40	1.2923
45	1.2943
50	1.2966
70	1.3079

Análisis de sensibilidad del tramo Aguascalientes-F.Pescador
(Instalando CDT y CTC)



VII.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO CALLES-MONTERREY.

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación								3,068				129,240			
Operación y mant.									460	460	460	460	19,386	19,386	19,386
Operación del tramo									67,314	67,314	67,314	67,314	151,456	151,456	151,456
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	3,068	67,774	67,774	67,774	197,014	170,842	170,842	170,842

INGRESOS

Beneficios									81,455	81,455	81,455	81,455	183,275	183,275	183,275
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	81,455	81,455	81,455	81,455	183,275	183,275	183,275
BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	-3,068	13,681	13,681	13,681	-115,558	12,433	12,433	12,433

Costo de Oportunidad del Capital 50%

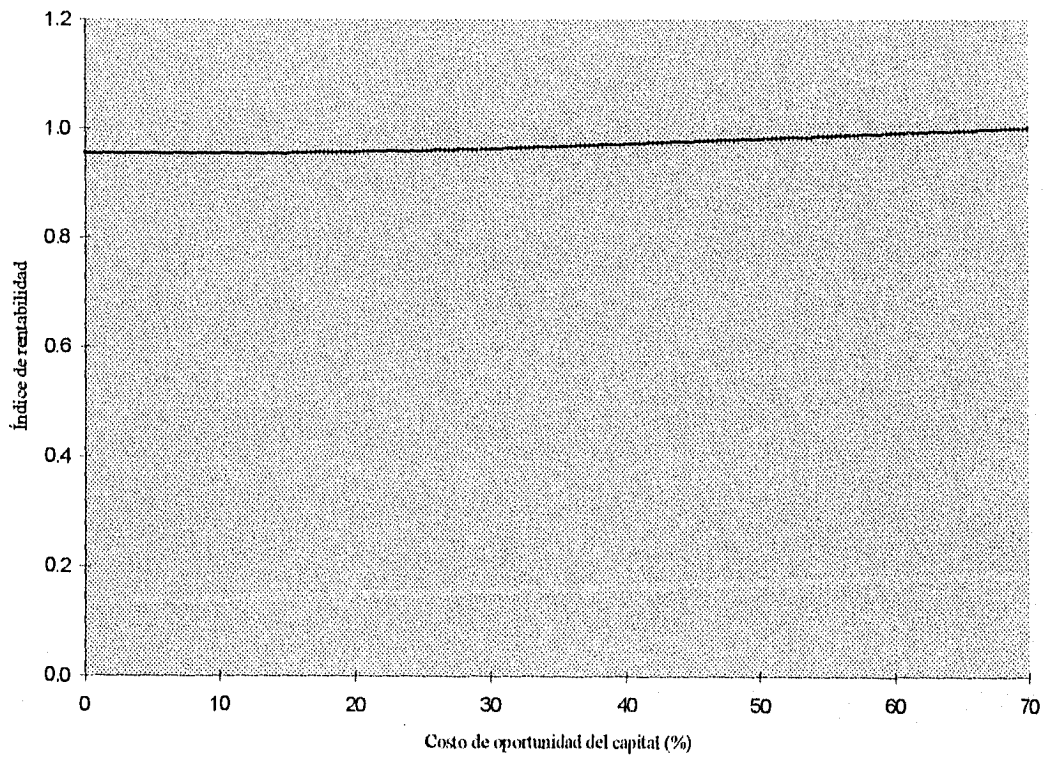
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159566	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	0	489	8,308	6,391	4,916	10,993	7,333	5,641	4,339	48,410
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	0	9,986	7,681	5,909	4,545	7,867	6,051	4,655	46,693

Índice de Rentabilidad 0.964527

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.9560
5	0.9549
10	0.9550
15	0.9561
20	0.9581
25	0.9610
30	0.9645
35	0.9686
40	0.9731
45	0.9778
50	0.9828
70	1.0028

Análisis de sensibilidad del tramo Calles-Monterrey
(Instalando CDT y CTC)



VII.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO TOLUCA-ACÁMBARO.

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación									70,972						
Operación y mant.										10,646	10,646	10,646	10,646	10,646	10,646
Operación del tramo										81,179	81,179	81,179	81,179	81,179	165,046
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	0	70,972	91,825	91,825	91,825	91,825	91,825	115,692

INGRESOS

Beneficios										78,280	78,280	78,280	78,280	78,280	101,294
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78,280	78,280	78,280	78,280	78,280	101,294
BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	0	-70,972	-13,545	-13,545	-13,545	-13,545	-13,545	-14,397

Costo de Oportunidad del Capital 30%

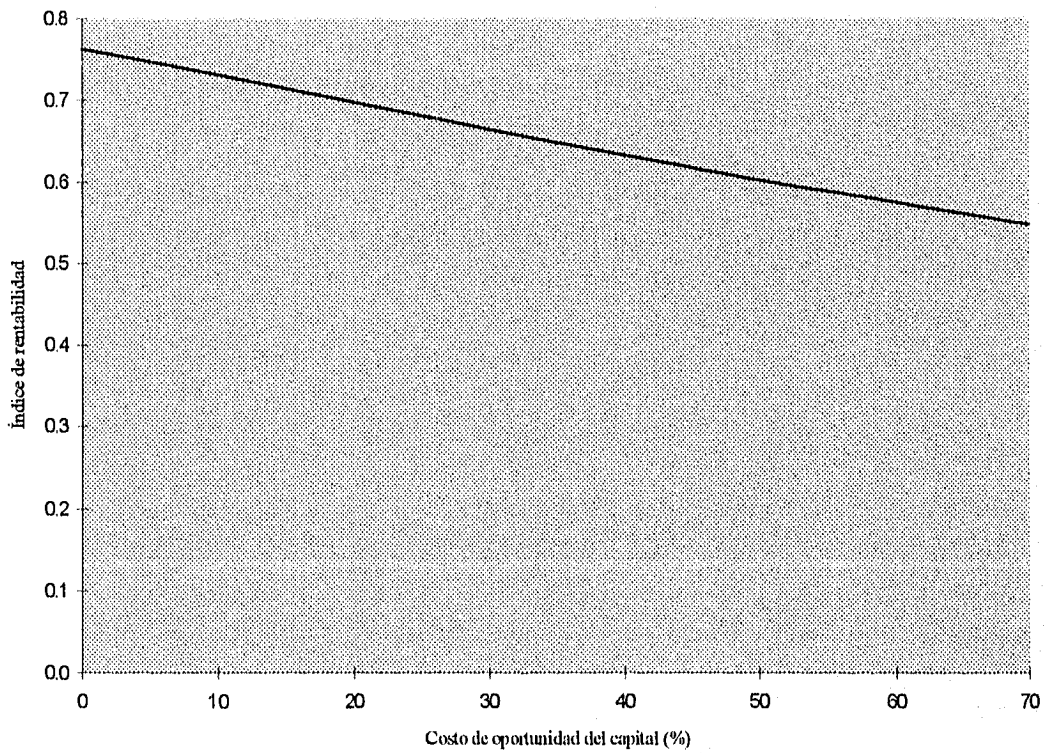
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	0	0	8,700	8,659	6,661	5,124	3,941	3,032	2,938	39,055
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,382	5,678	4,368	3,360	2,585	2,573	25,945

Índice de Rentabilidad 0.664315

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.7629
5	0.7470
10	0.7307
15	0.7141
20	0.6974
25	0.6808
30	0.6643
35	0.6482
40	0.6323
45	0.6169
50	0.6020
70	0.5470

Análisis de sensibilidad del tramo Toluca-Acámbaro
(Instalando CTC)



VII.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO BARROTERÁN-PIEDRAS NEGRAS.

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación							1,145				48,225				
Operación y mant.								172	172	172	172	7,234	7,234	7,234	7,234
Operación del tramo								55,723	55,723	55,723	55,723	125,377	125,377	125,377	125,377

Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	1,145	55,895	55,895	55,895	104,120	132,611	132,611	132,611	132,611
-------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

INGRESOS

Beneficios								66,868	66,868	66,868	66,868	150,452	150,452	150,452	150,452
------------	--	--	--	--	--	--	--	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	66,868	66,868	66,868	66,868	150,452	150,452	150,452	150,452
--------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------

BALANCE	0	0	0	0	0	0	-1,145	10,973	10,973	10,973	-37,252	17,842	17,842	17,842	17,842
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Costo de Oportunidad del Capital 30%

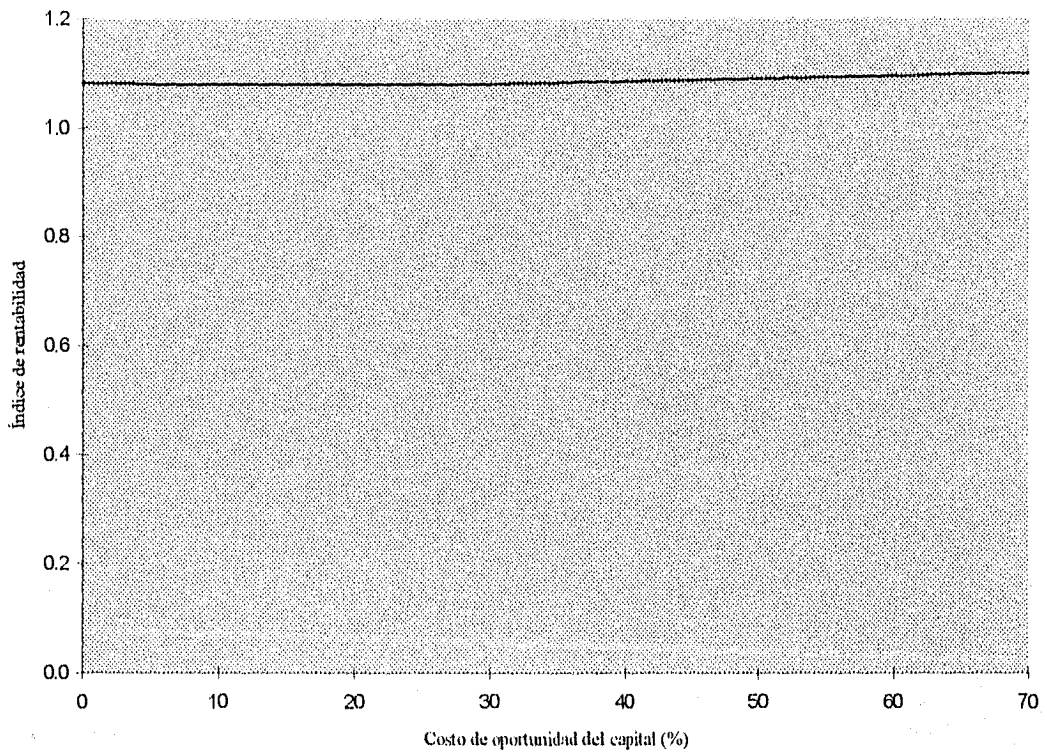
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	237	8,908	6,852	5,271	7,553	7,399	5,692	4,378	3,368	49,658
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	10,656	8,197	6,306	4,850	8,395	6,458	4,967	3,821	53,651

Índice de Rentabilidad 1.080406

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	1.0820
5	1.0801
10	1.0789
15	1.0784
20	1.0785
25	1.0792
30	1.0804
35	1.0820
40	1.0839
45	1.0861
50	1.0885
70	1.0984

Análisis de sensibilidad del tramo Barroterán-Piedras Negras
(Instalando CDT y CTC)



VII.6. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO ESPERANZA-CÓRDOBA.

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación								24,770							
Operación y mant.									3,715	3,715	3,715	3,715	3,715	3,715	3,715
Operación del tramo									84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	24,770	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208

INGRESOS

Beneficios									48,109	48,109	48,109	48,109	48,109	48,109	48,109
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	48,109	48,109	48,109	48,109	48,109	48,109	48,109
BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	-24,770	-40,100	-40,100	-40,100	-40,100	-40,100	-40,100	-40,100

Costo de Oportunidad del Capital 30%

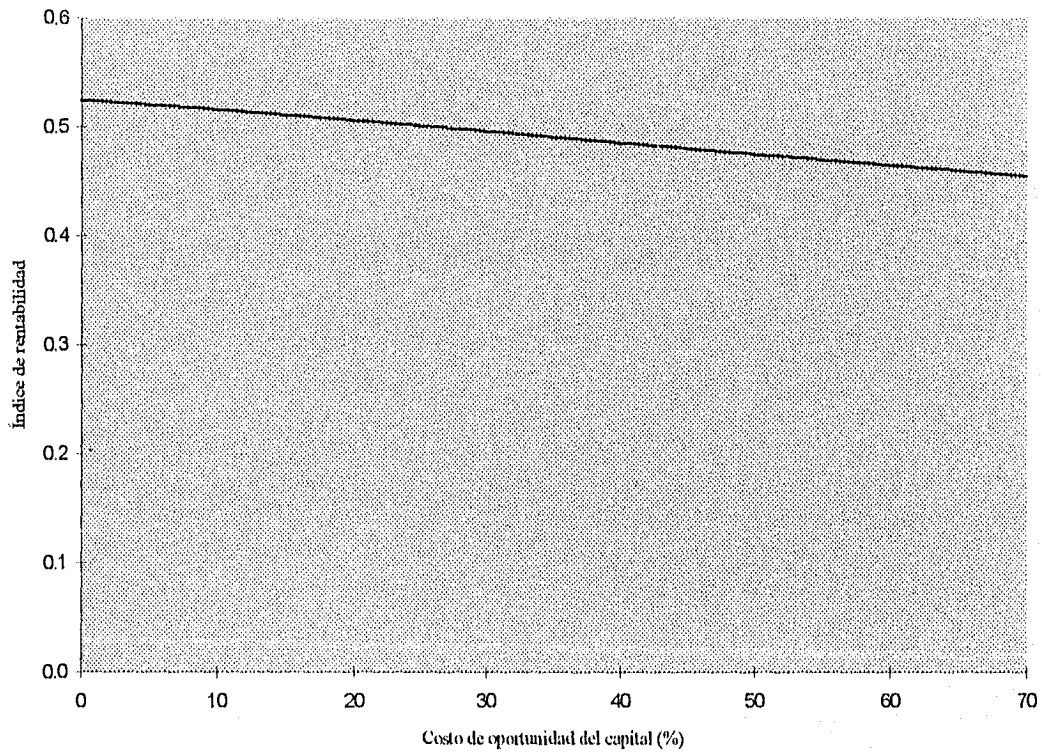
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	0	3,947	10,813	8,318	6,398	4,922	3,786	2,912	2,240	43,338
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	0	5,898	4,537	3,490	2,684	2,065	1,588	1,222	21,483

Índice de Rentabilidad 0.495721

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.5244
5	0.5202
10	0.5157
15	0.5109
20	0.5060
25	0.5009
30	0.4957
35	0.4905
40	0.4852
45	0.4799
50	0.4746
70	0.4539

Análisis de sensibilidad del tramo Esperanza-Córdoba
(Instalando CTC)



Costos para la construcción de un kilómetro de vía clásica con riel y accesorios de 2da. clase de 100 lbs/yda.

Cantidad	Unidad	Concepto	Clase	Precio Unitario	Importe
Materiales:					
100.70	ton	Riel 100 lbs/yda	2da	2,100.00	211,470.00
2028.00	Pza.	Durmiente de madera	2da	45.00	91,260.00
338.00	Pza.	Planchuela	2da	40.00	13,520.00
4056.00	Pza.	Placa de asiento.	2da	21.00	85,176.00
8,112.00	Pza.	Clavo de vía	2da	1.20	9,734.40
676.00	Pza.	Tomillo de vía	2da	9.40	6,354.40
676.00	Pza.	Roldana de presión	2da	2.20	1,487.20
2,028.00	Pza.	Ancla	2da	4.50	9,126.00
1,279.00	m ³	Balasto	1ra	33.00	42,207.00
				Sub-total	470,335.00
Mano de obra:					
5	Jornada	Mayordomo general	--	65.67	328.35
25	Jornada	Mayordomo C. Sistemal	--	44.70	1,117.50
500	Jornada	Reparador de vía	--	32.35	16,175.00
5	Jornada	Soldador de vía	--	40.71	203.55
5	Jornada	Ayudante de soldador	--	34.94	174.70
5	jornada	auxiliar de soldador	--	32.35	161.75
					18,160.85
		+1.04% de pagos de aguinaldos, fondo par el ahorro, Infonavit, vacaciones, accidentes y enfermedades.	--	--	18,887.28
		Ingeniería y supervisión (15% de la mano de obra)	--	--	2,724.13
				Sub-total	39,772.26
Maquinaria:					
1	Km.	Grupo de maquinaria (grúa, burro, reguladora de balasto, multicalzadora y compactadora de balasto).	--	51,730.00	51,730.00
				Sub-total	51,730.00
Resumen:					
		Materiales	--	Sub-total	470,335.00
		Mano de obra	--	Sub-total	39,772.26
		Maquinaria	--	Sub-total	51,730.00
				TOTAL:	561,837.26

Tabla VII.7

VII.8. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO TOLUCA-ACÁMBARO.

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación										70,972						
Operación y mant.										10,646	10,646	10,646	10,646	10,646	10,646	10,646
Operación del tramo										81,179	81,179	81,179	81,179	81,179	81,179	105,046
Incremento de vía de 2da.										2,450						

Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73,422	91,825	91,825	91,825	91,825	91,825	115,692
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

INGRESOS

Beneficios										134,194	134,194	134,194	134,194	134,194	134,194	134,194
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134,194	134,194	134,194	134,194	134,194	134,194	134,194
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	0	-73,422	42,369	42,369	42,369	42,369	42,369	42,369	18,503
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Costo de Oportunidad del Capital 30%

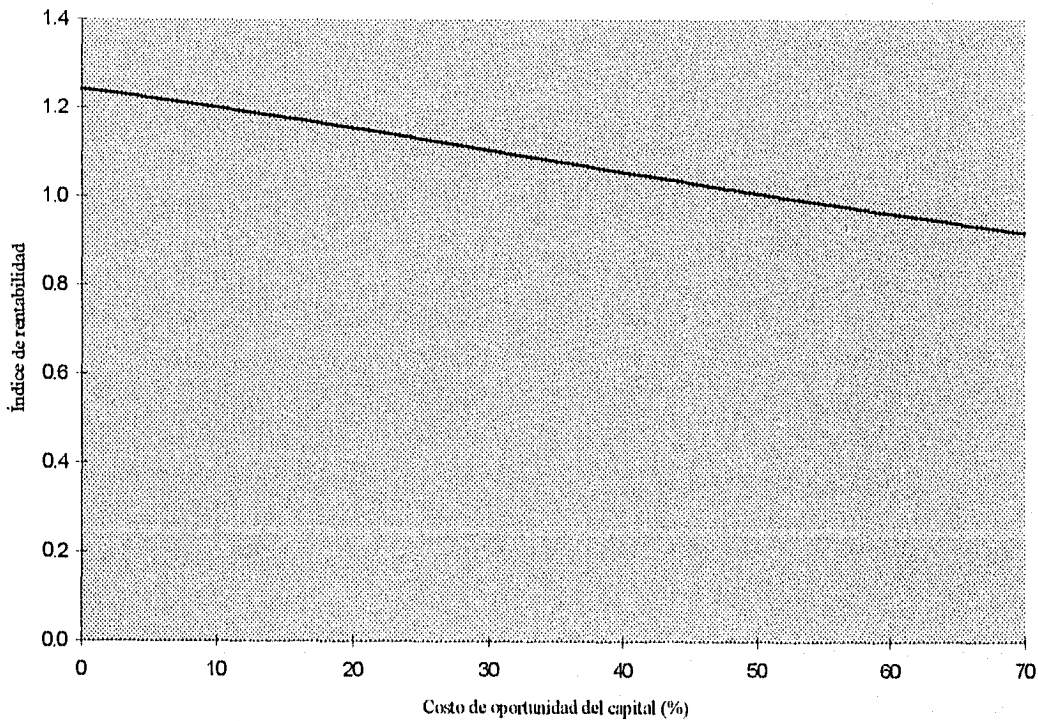
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	0	0	9,001	8,659	6,661	5,124	3,941	3,032	2,938	39,356
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,654	9,734	7,488	5,760	4,431	3,408	43,475

Índice de Rentabilidad 1.104675

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	1.2421
5	1.2222
10	1.2006
15	1.1776
20	1.1538
25	1.1294
30	1.1047
35	1.0799
40	1.0554
45	1.0311
50	1.0073
70	0.9181

**Análisis de sensibilidad del tramo Toluca-Acámbaro
(Instalando CTC y aumentando la longitud de laderos)**



VII.9. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL TRAMO ESPERANZA-CÓRDOBA.

Cifras en miles de pesos

1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010

EGRESOS

Instalación								24,770							
Operación y mant.									3,715	3,715	3,715	3,715	3,715	3,715	3,715
Operación del tramo									84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493	84,493
Incremento de vía de 2da.								933							
Total de Egresos	0	0	0	0	0	0	0	25,702	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208	88,208

INGRESOS

Beneficios									57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730
Total de Ingresos	0	0	0	0	0	0	0	0	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730	57,730
BALANCE	0	0	0	0	0	0	0	-25,702	-30,478	-30,478	-30,478	-30,478	-30,478	-30,478	-30,478

Costo de Oportunidad del Capital 30%

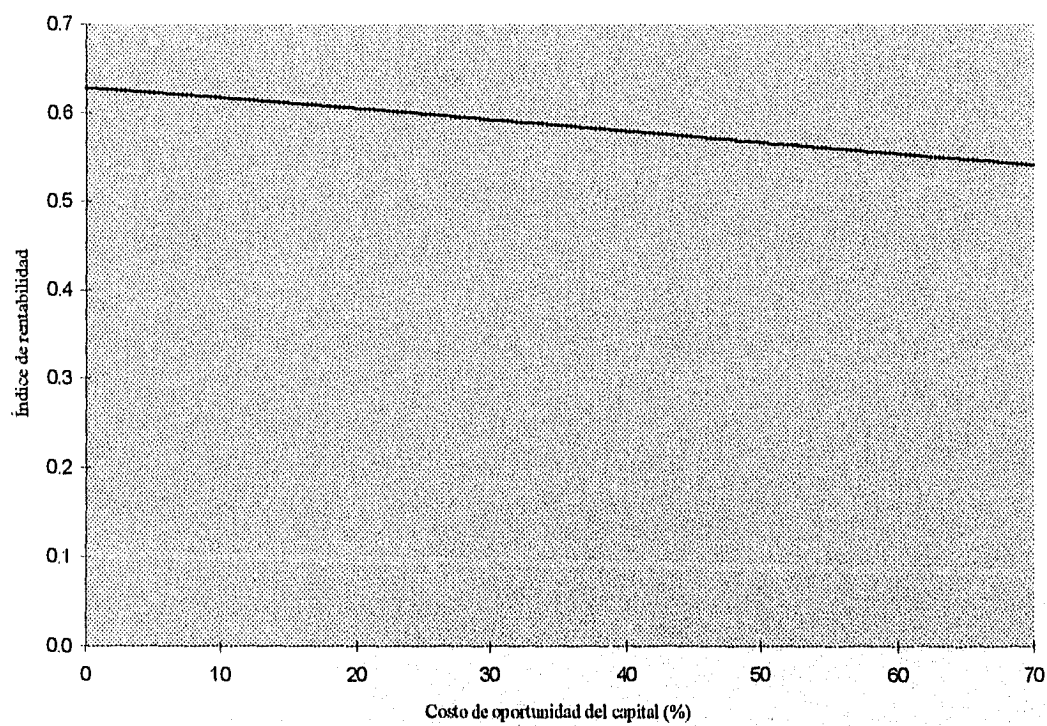
EVALUACIÓN

F. de actualización	1	0.769231	0.591716	0.455166	0.350128	0.269329	0.207176	0.159366	0.122589	0.0943	0.072538	0.055799	0.042922	0.033017	0.025398	Sumatoria
Capital actualizado	0	0	0	0	0	0	0	4,096	10,813	8,318	6,398	4,922	3,786	2,912	2,240	43,486
Beneficios actualizados	0	0	0	0	0	0	0	0	7,077	5,444	4,188	3,221	2,478	1,906	1,466	25,780

Índice de Rentabilidad 0.592832

Costo de Oportunidad del Capital (%)	Índice de Rentabilidad
0	0.6283
5	0.6231
10	0.6175
15	0.6116
20	0.6055
25	0.5992
30	0.5928
35	0.5863
40	0.5798
45	0.5733
50	0.5668
70	0.5413

Análisis de sensibilidad del tramo Esperanza-Córdoba
(Instalando CTC y aumentando la longitud de laderos)



CAPÍTULO VIII.

Conclusiones

VIII.1. Conclusiones y comentarios.

Después de la investigación, estudio y análisis realizado en los capítulos anteriores, se observó que son varias las alternativas para incrementar el tráfico ferroviario de carga en las líneas; resultaría lógico pensar que la construcción de nuevas obras de infraestructura puede ser la alternativa inicial, ya que con esto se puede extender la red para que el movimiento de carga entre dos o más puntos pueda ser realizado por diversas rutas con la finalidad de no saturar la infraestructura existente.

Sin embargo, han surgido con el tiempo otras alternativas que pueden incrementar la capacidad de las vías existentes, que desde el punto de vista financiero, resultan ser más favorables para la economía de un país. Dichas alternativas se ponen en operación cuando la vía presenta problemas de saturación, tomando en cuenta que la primera opción en implementarse será la que económica y financieramente resulte más rentable.

Tomando como base lo anterior, se observa que en los tramos donde se presenta saturación próxima con el sistema de órdenes de tren (OT), resulta muy conveniente poner en operación el sistema de control directo de trenes (CDT), ya que éste tiene la gran ventaja de tener un costo instalación relativamente bajo, el cual se puede recuperar en un período de tiempo muy corto.

Por otro lado, en los tramos donde se presentan problemas de saturación próxima con el sistema de control directo de trenes (CDT), se plantea la alternativa de instalar el sistema de control de tráfico centralizado (CTC), el cual incrementa la capacidad de la vía a un costo muy elevado en comparación con el anterior; situación que se ve reflejada en los resultados del estudio económico y financiero de los tramos con estas características. Esta

alternativa resulta ser poco atractiva para los inversionistas, ya que la situación del país no ofrece panoramas de recuperación de inversiones a corto plazo.

En los tramos con sistema de órdenes de tren (OT) que tienen problemas de próxima saturación, es buena la alternativa de instalar sistemas que ayuden a incrementar su capacidad instalada, ya que en el estudio realizado se muestra una cierta seguridad de ser rentables, tomando en cuenta que los beneficios esperados se basaron en una tarifa promedio registrada en 1994, la cual podría ser más elevada según el tipo de mercancías que se pudieran transportar en estos tramos.

Hablando de los casos en donde el índice de rentabilidad fue mucho menor que uno, tal es el caso de los tramos de Toluca-Acámbaro y Esperanza-Córdoba, se observa en el resultado obtenido, que no es conveniente instalar la alternativa propuesta en un principio, ya que estarán operando estos tramos con pérdidas. Tomando en cuenta lo anterior, se realizó otro análisis de los mismos tramos considerando otra alternativa, la cual, involucra la señalización del tramo y el incremento en la longitud de algunos laderos, con lo que se pretende incrementar aún más la capacidad de dichos tramos, considerando que solamente se tendrá el costo adicional de instalación de vía de segunda clase con dicha alternativa.

El resultado del análisis propuesto mostró ser una buena alternativa para el tramo Toluca-Acámbaro, ya que se puede incrementar el número de carros por tren sin aumentar el número de éstos, y así incrementar los beneficios en un alto porcentaje. La razón por la que se propuso esta alternativa, se debió a que el costo de instalación de vía de segunda clase es relativamente bajo en comparación a la rectificación.

Por otro lado, el tramo Esperanza-Córdoba no mostró mejoría con esta alternativa, ya que no se puede incrementar mucho el número de carros por tren, debido a que las pendientes de este tramo son muy fuertes, por lo cual, se tendría que recurrir a tener más fuerza tractiva para el movimiento de un número mayor de carros.

Debido a que este tramo tiene ciertas restricciones geográficas, sería conveniente la rectificación del tramo con el objeto de bajar los costos de operación, ya que es muy difícil seguir operando en las condiciones actuales.

En resumen, la situación económica en este país es inestable, por lo que es muy difícil que se incremente la infraestructura con la que actualmente cuenta Ferrocarriles Nacionales de México, por esta razón, este organismo tiene que modernizar su operación e infraestructura existente, de tal manera que los costos de inversión en proyectos con este fin sean relativamente bajos.

Por otro lado, medidas tales como la privatización de los ferrocarriles, seguramente podrán incrementar la eficiencia de este servicio e incorporarlo a cadenas logísticas bien estructuradas en lo que a movimiento de carga se refiere. Por su parte, el servicio de pasajeros deberá de someterse a extensos programas de modernización y adquisición de equipo nuevo para poder resurgir y en un futuro poder competir con el autotransporte. Sin embargo, la privatización deberá de entenderse como un proceso de concesión del servicio a particulares mexicanos y extranjeros, y no como la venta de estos bienes por parte del estado, ya que el ferrocarril deberá de conservar la característica de ser patrimonio nacional.

Bibliografía:

- 1.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Breve Reseña Histórica de los Ferrocarriles Mexicanos”**. México D.F., 1987.
- 2.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Horario No. 5, Región Sureste, División del Mexicano”**. México D.F., 1994.
- 3.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Horario No. 7, Región Noreste, División del Golfo”**. México D.F., 1992.
- 4.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Horario No. 8, Región Noreste, División de Monclova”**. México D.F., 1991.
- 5.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Horario No. 8. Región Norte, División del Centro”**. México D.F., 1991.
- 6.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Horario No. 18. Región Centro, División del Pacífico”**. México D.F., 1993.
- 7.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Informe de labores 1989-1994”**. México D.F., 1995.
- 8.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Programa de Cambio Estructural 1992-1994”**.
- 9.- Ferrocarriles Nacionales de México. **“Series Estadísticas de 1993”**. México D.F., 1994.

10.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Series Estadísticas de 1994". México D.F., 1995.

11.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Situación actual y perspectivas al año 2000". México D.F., 1994.

12.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Situación actual y perspectivas al año 2000". Apéndices y anexos. México D.F., 1994.

13.- Ferrocarriles Nacionales de México. "Situación actual y perspectivas al año 2000". Síntesis ejecutiva. México D.F., 1994.

14.- Fuentes Delgado, Rubén. "Economía del Transporte Ferroviario". México D.F.

15.- M. Togno, Francisco. "Ferrocarriles". México D.F., 1968.

16.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Autotransporte Federal. Subsecretaría de Transporte. "Estadísticas Básicas del Autotransporte Federal 1994". México D.F., 1995.

17.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Planeación. "Evaluación Económica de Proyectos Ferroviarios". México D.F., 1984.

18.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Subsecretaría de operación. Dirección General de Ferrocarriles. "Estadística Ferroviaria Nacional". México D.F., 1986.