

37



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"FERROCARRIL SUBURBANO EN EL ESTADO
DE AGUASCALIENTES"**

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
SERGIO CARLOS FERREIRA OCEJO
MIGUEL NAPOLEON MEDINA DELGADO

DIRECTOR DE TESIS: M. I. FRANCISCO GOROSTIZA PEREZ



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

MAYO DE 2002



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.



**FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/070/01**

Señores
**SERGIO CARLOS FERREIRA OCEJO
MIGUEL NAPOLEÓN MEDINA DELGADO**
Presente

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

"FERROCARRIL SUBURBANO EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES"

- INTRODUCCION**
- I. VENTAJAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DEL FERROCARRIL. SU FUNCIÓN EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.**
 - II. APERTURA DE LOS FERROCARRILES AL SECTOR PRIVADO.**
 - III. EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SU POBLACIÓN Y LA ACTIVIDAD ECONÓMICA.**
 - IV. PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN FERROCARRIL SUBURBANO.**
 - V. DEMANDA DE TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS Y SU PROYECCIÓN AL FUTURO.**
 - VI. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SERVICIO MEDIDA EN NÚMERO DE TRENES.**
 - VII. INGENIERÍA DE PROYECTO Y ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS.**
 - VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS INVERSIONES. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA.**
 - IX. 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 le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitario a 17 de abril de 2001
EL DIRECTOR

M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GEB/GNP/mstg

INTRODUCCIÓN	1
I. VENTAJAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DEL FERROCARRIL. SU FUNCIÓN EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.	3
I.1 Aspectos generales del Ferrocarril.	3
I.2 Ventajas y desventajas del Ferrocarril.	6
I.3 Análisis comparativo del Sistema de Transporte Terrestre.	7
I.4 Ferrocarriles Nacionales de México.	7
I.5 Avances recientes en la tecnología de Ferrocarriles Nacionales de México.	8
II. APERTURA DE LOS FERROCARRILES AL SECTOR PRIVADO.	
II.1 Bases y objetivos de la privatización de los Ferrocarriles.	10
II.1.1 Principios fundamentales.	10
II.1.2 Objetivos del proceso.	11
II.2 Reestructuración ferroviaria y las nuevas empresas.	12
II.3 Concesiones.	14
III. EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE SU POBLACIÓN Y LA ACTIVIDAD ECONÓMICA.	
III.1 Introducción.	16
III.2 Geografía.	16
III.3 Economía.	17
III.4 Historia.	17
III.5 Población.	20
III.5.1 Municipios de mayor importancia en Aguascalientes.	21
IV. PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN FERROCARRIL SUBURBANO.	22
IV.1 Participación económica del Ferrocarril.	22
IV.2 Política del servicio de pasajeros.	24
IV.3 Objetivo del Ferrocarril Suburbano.	24
IV.4 Beneficios para los usuarios.	25
IV.4.1 Beneficios socioeconómicos.	26
IV.4.2 Beneficios ambientales.	27
V. DEMANDA DE TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS Y SU PROYECCIÓN AL FUTURO.	
V.1 Situación actual del tráfico ferroviario.	30
V.2 Aspectos importantes del tráfico ferroviario.	31
V.3 Factores que influyen en la estimación del tráfico ferroviario.	33
V.4 Breve descripción de algunos métodos para la estimación del tráfico ferroviario.	33
V.5 Teoría relativa a las tarifas ferroviarias.	36
V.6 Estimación del mercado y recursos bajo condiciones de eficiencia.	36
V.6.1 Estimaciones de tráfico de carga.	39
V.6.2 Estimaciones de tráfico de pasajeros.	46
V.6.3 Sistemas operativos.	47

VI. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SERVICIO MEDIDA EN NÚMERO DE TRENES.	
VI.1 Capacidad de vías.	48
VI.2 Características generales de los Sistemas de Control de Tráfico.	49
VI.3 Modelos matemáticos para la determinación de la capacidad de las vías.	50
VI.4 Identificación de los proyectos de inversión ferroviaria.	51
VII. INGENIERÍA DE PROYECTO Y ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES NECESARIAS.	
VII.1 Infraestructura básica del Ferrocarril.	54
VII.1.1 Estructura de la vía.	54
VII.1.2 Geometría de la vía.	59
VII.1.3 Puentes y alcantarillas.	61
VII.1.4 Locomotoras y vehículos de carga.	64
VII.1.5 Estaciones, patios y terminales.	67
VII.2 Costos de operación del equipo ferroviario.	70
VII.2.1 Costos de amortización del equipo tractivo y de arrastre.	70
VII.2.2 Costo de consumo de combustible y lubricantes.	71
VII.2.3 Costo de reparaciones adicionales al equipo.	72
VII.2.4 Costos de tripulación.	73
VII.2.5 Costos de conservación de vía y de equipo tractivo y de arrastre.	74
VIII. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS INVERSIONES. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD FINANCIERA.	
VIII.1 Evaluación económica de las alternativas.	77
VIII.1.1 Caso base conservador.	78
VIII.1.2 Caso base optimista.	78
VIII.1.3 Caso Rincón.	78
VIII.1.4 Caso Pabellón.	78
VIII.2 Necesidad de equilibrio.	79
VIII.3 Parámetros para la evaluación financiera.	79
VIII.3.1 Comparación de la tarifa del Ferrocarril Suburbano.	80
VIII.3.2 Esquemas de coexistencia con el transporte de carga.	81
VIII.4 Costos del proyecto.	82
VIII.4.1 Costos del proyecto por etapa.	83
VIII.5 Estructura financiera del proyecto.	83
VIII.5.1 Orientación de la inversión.	85
VIII.5.2 Flujo del operador.	85
VIII.6 Análisis de sensibilidad.	85
VIII.7 Disponibilidad de equipo para rehabilitar.	86
VIII.8 Posibilidades de equipo autopropulsado.	86
IX. CONCLUSIONES.	87
ANEXO	
Costos de Operación de Autotransporte.	89
Costos de Operación Ferrocarril Suburbano.	124
Análisis Económico- Financiero y Análisis de Sensibilidad.	130
Asignación de la SCT al Edo. de Ags. para la operación del ferrocarril. Diario Oficial de la Federación.	136
Diagrama de corridas del Ferrocarril Suburbano y el de carga. Diagrama de Coexistencia.	
BIBLIOGRAFÍA	143

Mil Gracias :

A Dios, simple y sencillamente por haberme dado la oportunidad de estar en esta vida con mis seres queridos y disfrutarla día a día con ellos.

A mis Padres, ya que son los cimientos en los cuales me he constituido y por eso he llegado hasta donde me encuentro ahora.

A mis Hermanas, que han sido mis compañeras de toda la vida, como parte fundamental de mi trayectoria, y por haberme soportado todos estos días.

A mis Abuelos, por ser unos panes de Dios y ser los antecesores idóneos que tengo para seguir por el buen camino y que falta mucho por recorrer.

A mis Tíos y Tías, que siempre estuvieron ahí cuando los necesité para brindarme no una mano, sino todo lo que pude requerir.

A mis Primos y Primas, por esos tiempos tan inolvidables que vivimos y también por lo que hicimos, no hicimos y deshicimos.

A mis Amigos, que comprenden desde la infancia hasta estos días, porque sin sus atenciones ni su tiempo probablemente esto no podría plasmarse.

A mis mascotas, por esa compañía que me han dado y por la nobleza infinita que demuestran ante todo.

También, a todo aquel que de alguna manera contribuyó a la realización de este trabajo por el motivo que fuera.

Y sobre todo a Ti, que nunca diste por perdido este caso, que nunca dejaste de insistirme, motivarme, alentarme, aplaudirme, levantarme, recordarme, sacudirme, etc., en otras palabras: **POR CONFIAR EN MI, NUNCA HABER PERDIDO LA ESPERANZA Y LLEGAR A LA META JUNTOS.**

Ah! y también a...

También Agradezco :

A México, mi país tan lindo que me ha dado esta nacionalidad y también todos sus encantos que éste conlleva.

A Cuernavaca, porque fue la ciudad que me cobijó desde niño y me vio crecer hasta antes de ingresar a la Universidad y se quedó con grandes momentos de mi vida.

A la UNAM, por ser mi Alma Mater y haberme aceptado en sus filas para prepararme y poder enfrentarme a la vida profesional.

A los Profesores Universitarios, por compartir sus conocimientos con todos los que hemos ingresado a esta casa y fomentarnos día a día el estudio.

Al Ingeniero Francisco Gorostiza Pérez, por ser nuestro Director de Tesis y habernos apoyado magníficamente en todo este proceso.

Al Ingeniero Oscar E. Martínez Jurado, por haberme dado la oportunidad de realizar mi Servicio Social y laborar en el DISyP en este último periodo.

A los Ingenieros Miguel Ángel Flores Lira, Gonzalo López de Haro y Carmelino Zea Constantino, por haber accedido muy cordialmente a la invitación para formar parte del jurado que calificará este trabajo.

A los Compañeros y Amigos, que me he encontrado a lo largo de toda esta fabulosa carrera y no los nombro porque no quiero omitir a ninguno, pero los tengo muy bien identificados.

DEDICATORIA

Quiero dedicar muy especialmente este trabajo a la Memoria de dos seres que se han adelantado en este camino, y que han influido (desde allá) para llegar hasta este punto, ellos son:

Mi Tío Nacho † y

Mi Abuelo Nacho †

Muchísimas Gracias.

Atte.

Sergio Carlos Ferreira Ocejo

*Para mis padres,
por su infinito amor, dedicación
e incontables sacrificios, buscando hacer de mí
el hombre que soy ahora.*

*Para mi hermana,
por su cariño,
confianza y comprensión.*

*Para Jimena,
por ser mi eterna compañera
y llenar de inspiración el camino a la meta.*

Agradezco...

A Dios, por la bendición de la vida.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por su incansable labor en beneficio de la humanidad.

A la Facultad de Ingeniería, por acoger entre sus brazos, y dotar de sabiduría a los mejores ingenieros de México.

Al Ingeniero Francisco Gorostiza Pérez, por su invaluable ayuda, sin la cual no hubiera sido posible este trabajo.

A los Ingenieros Miguel Ángel Flores Lira, Gonzalo López de Haro, Oscar E. Martínez Jurado y Carmelino Zea Constantino, por su disposición para evaluar nuestro esfuerzo.

A cada uno de mis profesores, que incondicionalmente compartieron toda una vida de conocimientos.

A todos mis amigos, por los triunfos y fracasos. Por el camino recorrido juntos.

Atte. Miguel Napoleón Medina Delgado.

INTRODUCCIÓN

El ferrocarril presenta grandes ventajas sobre otros sistemas de transporte, destacando por economía, escala, capacidad de carga, mayor rendimiento energético, menor número relativo de accidentes, reducida contaminación y escasas necesidades de espacio en su expansión. El ferrocarril tiene por objeto, transportar en forma masiva y al menor costo, los bienes derivados de la actividad económica y el traslado de personas.

En México, el ferrocarril históricamente ha contribuido al proceso de expansión industrial y a la urbanización de las ciudades, también ha sido pilar fundamental de las actividades comerciales e instrumento gubernamental para la regulación de precios y generación de empleos, todo esto, con base en tarifas altamente subsidiadas y a un gran proteccionismo a los trabajadores del ramo.

En la década de los ochenta, se realizó un cambio en la política gubernamental, al aumentarse las tarifas por encima del índice inflacionario y del autotransporte carretero, con el objetivo de disminuir la dependencia de recursos del Estado. Pero al no tomarse en cuenta los bajos índices de competitividad y productividad en Ferrocarriles Nacionales de México, se tuvo como consecuencia la reducción de ingresos, originando falta de recursos para el mantenimiento de los activos, deterioro de la calidad de los servicios ofrecidos y además, la inversión se tornó insuficiente.

En esta misma década, Ferrocarriles Nacionales de México operaba con procedimientos obsoletos, resistencia al cambio tecnológico, un número exagerado de talleres, baja disponibilidad de equipo tractivo y de arrastre, elevado número de trabajadores que absorbían las dos terceras partes del gasto de operación y la prestación de servicios innecesarios, que representaban grandes sangrías al presupuesto ejercido por ferrocarriles.

Sumado a la situación anterior, las grandes transformaciones económicas y políticas realizadas a inicio de 1990, produjeron grandes bajas en la demanda de transporte de productos que producían las empresas paraestatales, ahora desincorporadas y ante la exigencia de una mayor competitividad y comercialización de nuevos productos, derivados de la apertura comercial de nuestro país.

Por todo esto, Ferrocarriles Nacionales de México ha iniciado un cambio estructural, con el objetivo de convertirse en una empresa eficiente, rentable y comercialmente competitiva a mediano y largo plazo.

Actualmente la estrategia fundamental se basa en la privatización y concesión del servicio de los ferrocarriles hasta por 50 años, donde la inversión extranjera tendrá participación con un máximo del 49% de las acciones, y las tarifas se fijarán de acuerdo con las características del servicio, la libre competencia y acordes a las políticas del Estado.

Los principios de esta estrategia son:

- Mantener la rectoría del Estado y el carácter de servicio público del ferrocarril.
- Proteger el patrimonio y la infraestructura federal.
- Preservar el servicio a comunidades aisladas y dispersas.
- Salvaguardar los derechos laborales de los trabajadores.

Se propone que las concesiones sean otorgadas por regiones del país, según las necesidades que imperen, lo cual hará factible la coparticipación de estados y municipios, en los proyectos de construcción y modernización, además de la posibilidad de crear diversos sindicatos ferroviarios.

Se asienta además, que los Ferrocarriles Nacionales de México no serán liquidados como organismo descentralizado, dado que se pretende promover un servicio seguro, competitivo y eficiente.

Dentro de este contexto, ya se han abierto oportunidades de participación e inversión al sector privado, como en áreas de comercialización y en la prestación directa de algunos servicios conexos y suplementarios; adicionalmente se inició la externalización de algunas funciones, en particular en las de mantenimiento de vías y reparación de equipo.

Se ha señalado el propósito de convertir al organismo, en una empresa cuyo mercado principal sea el transporte de carga, para lo cual, se han fortalecido las actividades comerciales, con libertad tarifaria y con criterios de rentabilidad en las decisiones, para recuperar tráfico perdido en el pasado y ganar nuevos clientes; se están ofreciendo servicios competitivos en costos, junto con otras cualidades que no eran tradicionales en el transporte ferroviario, como mayores velocidades y compromisos en tiempo, frecuencia, regularidad e integración con otros modos de transporte.

Además, se ha determinado buscar la actualización de la tecnología operativa; fortalecer las relaciones laborales y la capacitación del personal, para fomentar la productividad interna; redimensionar los recursos humanos, mediante el estímulo al retiro voluntario, suprimir instalaciones y servicios no productivos e innecesarios; introducción de reformas en la organización y procedimientos administrativos, con énfasis en la desconcentración regional; y ampliar la capacidad ferroviaria con inversiones selectivas, promoviendo fuentes de ingresos distintas a las transferencias del Estado.

Se está dando prioridad al ahorro de energéticos, aumento en la competitividad internacional, a la reducción de costos de transportación y eliminación de carga que obligaba al Estado subsidiar el transporte; aunado a esto, están las enormes inversiones que se requieren para seguir ampliando la red carretera y además recuperar el rezago que existe en materia de mantenimiento de la infraestructura en todos los medios de transporte; todo ello en conjunto, provocará el uso más generalizado del ferrocarril, restándole importancia relativa al autotransporte en la satisfacción de la movilización de carga total.

Cabe señalar que en febrero de 2002, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, publicado en el Diario Oficial de la Federación, otorgó la ASIGNACIÓN en favor del Estado de Aguascalientes, para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico – Norte (Ver Anexo).

Con lo anterior, se da pie a un importante avance en materia de transporte público dentro del Estado y así obtener el resultado que se ha buscado en este trabajo de investigación denominado:

FERROCARRIL SUBURBANO EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES.

CAPÍTULO I

VENTAJAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DEL FERROCARRIL. SU FUNCIÓN EN LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.

I.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, Ferronales 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 de vía particular.

Longitud de vía férrea

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

Tabla I.1.1

En lo referente al equipo de carga, se tiene un total de 36,222 unidades, de las cuales 26,196 se mantienen disponibles para ser operadas y las restantes 10,031 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 utilizadas.

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 en reparación pesada	5,515
Equipo en condenación	4,516
Total	36,222

Tabla I.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 encuentran 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 I.1.3

En las tablas I.1.1, I.1.2 y I.1.3 se muestra gran parte de la infraestructura existente disponible con la que contaba Ferronales hasta 1994, teniendo en cuenta que ese organismo era la única empresa que ofrecía ese servicio en nuestro país.

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

Tráfico de carga en 1994

Mes	Toneladas (miles)	Toneladas - Km (millones)
Enero	3,867.5	2,702.0
Febrero	4,011.6	2,883.8
Marzo	4,259.6	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 I.1.4

Tráfico de pasajeros en 1994

Mes	Toneladas (miles)	Toneladas - 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 I.1.5

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

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.

I.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 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 la 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 Ferronales, uno de los problemas que más preocupan es la ocurrencia de accidentes, los cuales han ido disminuyendo en los últimos años. 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.

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.

I.3 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)
Ferroviario	52,051.9	7,189.4
Autotransporte	356,487.0	2'636,089.0
Total	408,538.9	2'643,278.4

Tabla I.3.1

Como se puede observar en la tabla anterior, el autotransporte acapara prácticamente el movimiento tanto de carga como el de pasajeros; dejando al sistema ferroviario 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.

I.4 Ferrocarriles Nacionales de México.

Los ferrocarriles mexicanos han desempeñado a lo largo de su historia distintos e importantes papeles, como la integración territorial y consolidación económica, social y política de la Nación. Sin embargo, como resultado de problemas acumulados por años, Ferrocarriles Nacionales de México mostró en la segunda parte de la década de los ochenta su incapacidad para seguir creciendo y para superar el deterioro progresivo en el que estaban cayendo. Dichos problemas se debieron a varios factores, tales como:

- a. **Disminución de la demanda.** El tráfico de carga disminuyó debido al lento crecimiento de algunos sectores de la economía ligados fuertemente a la actividad ferroviaria, así como por la competencia y mejor servicio proporcionado por los autotransportistas.
- b. **La política de saneamiento de la economía nacional emprendida por el Gobierno Federal.** Dicha política implicó una disminución de subsidios a la operación ferroviaria, así como la aplicación de aumentos tarifarios por encima de la inflación y por arriba de las cuotas del autotransporte, disminuyendo una de las ventajas competitivas del ferrocarril, su bajo costo relativo.
- c. **Disminución en la productividad.** Debido a la falta de agresividad comercial y flexibilidad tarifaria, así como al atraso tecnológico en el área operativa, los altos costos fijos (principalmente de mano de obra), la ausencia de autonomía en decisiones fundamentales y la falta de recursos para mantenimiento de activos, provocaron deficiencias en la calidad de los servicios ofrecidos, ocasionando la pérdida de competitividad e incapacidad para captar volúmenes de carga no tradicional y de lata rentabilidad.
- d. **Disminución en las inversiones para la modernización y ampliación de la capacidad.** Éstas estuvieron limitadas a transferencias decrecientes del Estado para este fin (con una disminución importante a partir de 1988) y restringidas a la contratación de nuevos créditos y a la capacidad para pagar los servicios de la deuda.

I.5 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 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% inferior que las locomotoras diesel.
- f) El daño ecológico se reduce considerablemente.

CAPÍTULO II

APERTURA DE LOS FERROCARRILES AL SECTOR PRIVADO.

II.1 Bases y objetivos de la privatización de los ferrocarriles.

Fue a partir de la modificación al párrafo cuarto del artículo 28 constitucional y de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario (publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de mayo de 1995), que la iniciativa privada se vio ante la posibilidad de invertir en el sector ferroviario de nuestro país, en áreas como concesión de líneas; nuevas obras de infraestructura; equipamiento y operación de terminales; trenes unitarios privados; explotación de ramales; arrendamiento de equipo; consolidación, distribución y acopio de fletes; almacenamiento de carga; comercialización de trenes de pasajeros; zonas de abasto, telecomunicaciones y señales; talleres y mantenimiento mecanizado de vía, entre un sinnúmero de opciones.

Dicha apertura a la iniciativa privada se inició bajo las premisas de promover un servicio seguro y eficiente, así como de fomentar una mayor competencia con otros modos de transporte, promoviendo la coordinación con los mismos y conservando la propiedad del derecho de vía e infraestructura para el Estado. Se buscó contar con nuevos instrumentos legales y administrativos para asegurar que los ferrocarriles cumplan con el sentido de servicio público que la sociedad necesita, sin eliminar las responsabilidades del Estado.

Por otro lado, se procuró una adecuada rentabilidad para los inversionistas privados, bajo un proceso de licitaciones transparentes, rápidas y de amplia participación mediante el otorgamiento de concesiones (mediante concursos públicos) y permisos estimulando el sano crecimiento de la economía, creando fuentes de empleo directos e indirectos, y abatiendo los costos de transportación. Asimismo, con el objetivo de sanear las finanzas de la empresa el Gobierno Federal aceptó hacerse cargo de la deuda externa a fin de dejar la economía de la paraestatal sin mayores recargos para los compradores.

II.1.1 Principios fundamentales.

El proceso de apertura a la inversión privada en el sistema ferroviario mexicano se normó, en todo momento, por los siguientes principios fundamentales:

1. Promover el desarrollo de la infraestructura ferroviaria del país y el incremento de la eficiencia en el sistema de transporte en general, para la conformación de un sistema de Transporte Multimodal.
2. Conformar un sistema ferroviario más seguro, competitivo, moderno y eficiente, que coadyuve al intercambio de mercancías y al impulso del comercio exterior de nuestro país y, en general, a comunicar de mejor manera a los mexicanos.

3. Fortalecer al Estado en el cumplimiento de su función de rectoría y autoridad, para asegurar que la prestación del servicio ferroviario se realice en condiciones que beneficien a la sociedad, preservando la soberanía nacional.
4. Fomentar la inversión privada y social en el sector para acelerar su proceso de modernización, así como generar empleos productivos y permanentes.
5. Garantizar, en términos de ley, que los derechos de los trabajadores ferrocarrileros activos, jubilados y pensionados, sean respetados.
6. Asegurar al Gobierno Federal las mejores condiciones y contra prestaciones en cuanto a precio, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, como resultado de un proceso transparente y con reglas claras.

II.1.2 Objetivo del proceso.

Es objetivo de este proceso, la apertura a la inversión privada en el sistema ferroviario mexicano, mediante licitaciones públicas para:

- a. La enajenación de títulos de propiedad del Gobierno Federal, representativos del capital social de cada una de las Empresas Ferroviarias.
- b. El otorgamiento de concesiones no comprendidas en las Empresas Ferroviarias para la operación y exploración de Vías Cortas, construcción, operación y exploración de Vías Nuevas y, en su caso, para la prestación del servicio público de transporte ferroviario.

Para otorgar una concesión, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) puntualiza que el usufructuario, además de poder contratar con terceros la construcción, operación, conservación o mantenimiento de las vías férreas, será el único responsable ante el Gobierno Federal del mejoramiento y calidad de los servicios prestados durante el tiempo que dure la concesión. Por otro lado, la SCT no solo tomará en cuenta la oferta monetaria, sino también el plan de negocios y la capacidad técnica y jurídica de las empresas postoras.

Los concesionarios del servicio ferroviario mexicano podrán fijar libremente las tarifas cuando exista competencia efectiva, es decir, cuando haya dos o más prestadores de servicio entre los diferentes modos de transporte en la misma ruta o por rutas alternativas, o cuando habiendo un solo prestador no existan barreras relevantes de acceso al mercado de que se trate.

En cuanto al papel del Gobierno Federal, éste conservará en todo momento la propiedad de las vías férreas y su derecho de vía, además de que establecerá un esquema de concesiones que permita generar los ingresos suficientes para estimular la inversión privada en este sector, incluyendo mantenimiento, mejoras a la infraestructura y nuevas líneas.

El reglamento interno de la SCT, estableció en su artículo 21 que la Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal, fuera la encargada de proponer y promover las políticas y programas de desarrollo, promoción, regulación y supervisión del transporte ferroviario y del transporte multimodal, así como fomentar la operación intermodal de los distintos modos de transporte para conformar un sistema integral. Entre otras facultades que se le otorga a dicha dirección se encuentran:

1. Tramitar las peticiones relativas al otorgamiento de concesiones.
2. Definir las características, tipo y ubicación de las vías generales de comunicación ferroviaria a ser construidas o reconstruidas.
3. Imponer modalidades en la operación y explotación de las vías férreas, así como en la prestación de los servicios ferroviarios.
4. Ejercer las atribuciones de la Secretaría respecto de las tarifas y precios en materias ferroviarias.
5. Verificar el cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas, concesiones, permisos, autorizaciones y demás disposiciones administrativas.

II.2 Reestructuración ferroviaria y las nuevas empresas.

Históricamente los ferrocarriles se han desarrollado como organizaciones monolíticas, controlando sus propias instalaciones, realizando todas las funciones de explotación y de administración, y determinando unilateralmente qué servicios prestar a un mercado a menudo cautivo. Al reconocerse esta situación de monopolio surgieron estructuras reglamentarias para su control, y en muchos países, la ilusión de monopolio persistió mucho después de la aparición de modalidades competidoras en el mercado de transporte.

En México, la falta de correspondencia entre lo que ofrecían los ferrocarriles y lo que los clientes querían causó una ineficiencia económica pronunciada y graves tensiones financieras para los ferrocarriles y sus propietarios estatales, las pérdidas de los ferrocarriles en cuanto a su participación en el mercado, los déficits potenciales y la proliferación de las demandas de financiamiento gubernamental se tradujeron en enormes presiones sobre los gobiernos. Por eso surgió la necesidad de llevar a cabo una

reestructuración fundamental de la propia entidad ferroviaria y de su relación con el Estado.

Con la entrada del Tratado de Libre Comercio a inicios de 1994, el país se vio obligado a realizar mejoras en todos los servicios de transporte y comunicación con el fin de ser más competitivos, por lo cual el gobierno instrumentó un *Plan de Reestructuración o de Cambio Estructural en el Transporte Ferroviario* que contempló la modernización de equipos, reordenamiento administrativo, participación privada, mejoramiento y extensión de la red interna de telecomunicaciones, capacitación del personal y ante todo la autosuficiencia financiera, con el fin de incrementar el flujo comercial y el desarrollo del país.

En 1992 se puso en marcha el Programa de Cambio Estructural de los Ferrocarriles Nacionales de México. El objetivo fundamental fue consolidar su vocación en el servicio de carga y convertirlos en una empresa eficiente y competitiva, con autosuficiencia financiera. Como estrategia general, Ferrocarriles Nacionales de México seguía teniendo como patrimonio la infraestructura de la vía y era responsable único de su uso, así como del control directo e integral del despacho de trenes y en general de las operaciones ferroviarias.

En 1992, FNM recuperó su capacidad de crecimiento al superar las metas de actividad y productividad establecidas. Entre los principales avances encontrados destaca el crecimiento del tráfico de carga, con una tasa del 5.2% con relación a 1991. el movimiento de contenedores creció 16% en 1992 y 18% en el primer semestre de 1993, equivalente a la transportación de 265,000 vehículos automotrices, 70% de la exportación total.

Se suprimen los trenes de pasajeros de baja demanda y los trenes mixtos de reducida utilización y se promovió la inversión de particulares en cuanto a equipo, se abrió la comercialización al sector privado, con tarifas liberadas.

Se modernizan los sistemas de despacho y control de trenes basándose en radiocomunicación, utilizando la tecnología empleada por Southern Pacific; y se establece un sistema computarizado de información para clientes y oficiales de transportes, mediante un contrato con el Union Pacific Technologies.

Después de este proceso de reestructuración se seleccionó la opción de dividir por regiones el sistema ferroviario, mediante la creación de empresas regionales integradas, las cuales serían responsables de prestar el servicio público de transporte. Los ferrocarriles regionales estarían debidamente interconectados para conformar el Sistema Ferroviario Mexicano.

II.3 Concesiones.

1. **Ferrocarril Pacífico Norte.** Comunica desde Mexicali a las ciudades de Nogales, Hermosillo, Piedras Negras, Mazatlán, Querétaro, Zacatecas, Torreón, Chihuahua y Ciudad Juárez, enlazando a la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. Además conecta los puertos de Manzanillo y Tampico. Fue concesionado el 19 de febrero de 1998 a la empresa Ferrocarril Mexicano (Ferromex), del Grupo México y a la Union Pacific.
2. **Ferrocarril del Noroeste.** Contempla la ruta Nuevo Laredo – Piedras Negras – Saltillo – Tampico – San Luis Potosí – México y cuenta con acceso a los puertos de Veracruz, Tampico y Lázaro Cárdenas. Se concesionó el 23 de junio de 1997 a Transportación Ferroviaria Mexicana (TFM), Transportación Marítima Mexicana (TMM) y Kansas City Southern Industries.
3. **Ferrocarril del Sureste.** Enlaza a la Ciudad de México con el puerto de Veracruz y a éste con el de Coatzacoalcos, así como con la península de Yucatán. Contempla la ruta Veracruz – Coatzacoalcos – Salina Cruz, con ramales a Tapachula y Campeche – Mérida, Puerto Progreso. El 8 de diciembre de 1998 se concesionó a Triturados Basálticos (Tribasa), pero después pasó a poder de Ferrosur, a través de Inbursa y el Grupo Carso, en sociedad con Omnitrax y Kingsley Group.
4. **Terminal del Valle de México.** En relación con los títulos representativos del capital social de la terminal del Valle de México, el Gobierno Federal podrá enajenarlos mediante el procedimiento de licitación correspondiente; o bien, transmitirlos a las Empresas Ferroviarias para ser considerados como parte de su activo, previamente al proceso de licitación de estas últimas.
5. **Líneas cortas.** Las principales son: Coahuila – Durango concesionado a GAN – Peñoles, ruta Nacozari concesionado a Grupo México y Chiapas – Mayab cuya concesión se otorgó a Genesee Wyoming Inc.

Otra alternativa de apertura al sector privado es la venta o concesión de un ferrocarril segmentado en empresas regionales, incluido el equipo y la responsabilidad del mantenimiento de las vías. De acuerdo con esta opción, los ferrocarriles en competencia, exclusivamente controlan una parte de la red ferroviaria nacional, pero tienen el derecho de acceso a los sistemas de vías de otras compañías propietarias o concesionarias, dando a éstas igual oportunidad de operar en rutas que conduzcan a centros de tráfico importantes en regiones adyacentes.

Para el acceso competitivo es necesario un considerable esfuerzo de coordinación del funcionamiento de los trenes y detallados protocolos para resolver incompatibilidades, debido a la naturaleza inherente de la operación ferroviaria. Los derechos deben ser públicos y no discriminatorios, ello obligaría a una intensa labor de regulación

gubernamental para asegurar el acceso equitativo, tarea que no se requiere en el caso de una empresa única.

La distribución de las concesiones debe garantizar el equilibrio, otorgando claros beneficios para todos los participantes, por lo que para que las concesiones puedan ser explotadas con eficiencia, se requieren importantes inversiones en los primeros años para abatir la conservación diferida, lo que para el adjudicatario puede significar un fuerte endeudamiento.

Con los cambios a la Ley Reglamentaria de Ferrocarriles Nacionales de México, realizados en abril de 1995, se podrá permitir la operación selectiva de trenes privados completos y directos, con origen y destino en instalaciones particulares; la operación integral de ramales privados; construcción de infraestructura nueva de uso exclusivo de pasajeros de alta velocidad, operada por particulares o gobiernos locales; y el financiamiento, construcción y mantenimiento de infraestructura nueva, arrendada al organismo para prestación de servicios públicos, recuperando los particulares el capital invertido con cargo a fletes o a través de cuotas fijas.

Las inversiones en equipo y modernización de la infraestructura se realizarán con mecanismos de gran calidad y se financiarán con créditos internos o externos, recursos de la venta de activos, así como capital privado. El Estado únicamente apoyaría a los ferrocarriles en la construcción de nuevas obras de infraestructura, justificadas por razones de desarrollo económico nacional y para programas temporales de abatimiento de la conservación diferida.

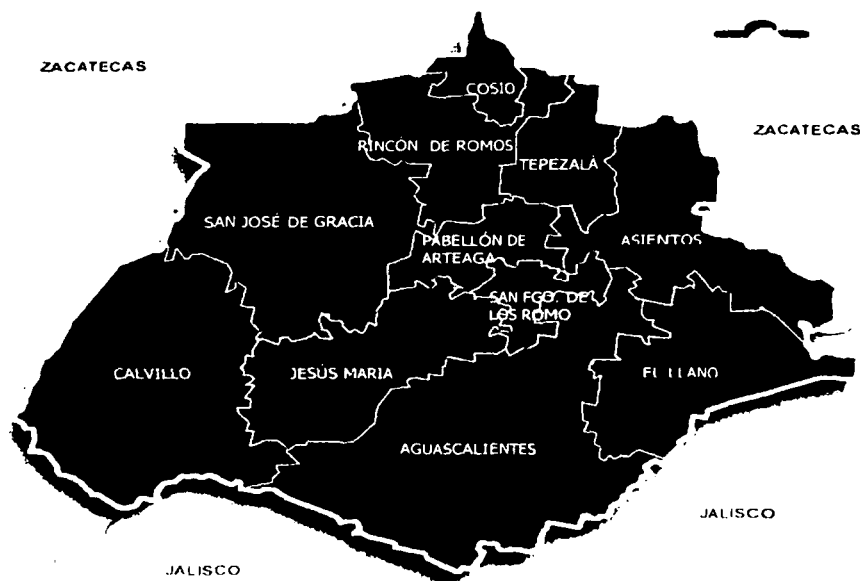
Si las finanzas de Ferrocarriles Nacionales de México logran ser sanas, se podrá llegar a una situación en la que será posible convertir a la empresa en una sociedad anónima y captar capital privado a través de la venta de acciones en el mercado bursátil.

CAPÍTULO III

**EL ESTADO DE AGUASCALIENTES. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA
DE SU POBLACIÓN Y LA ACTIVIDAD ECONÓMICA.**

III.1 Introducción.

Aguascalientes, Estado situado en la parte sur de la Mesa Central, en México, tiene límites al norte, noreste y oeste con el Estado de Zacatecas; al sur y sureste, con el Estado de Jalisco. Por su extensión ocupa el 28º lugar en el país.



III. 2 Historia.

La región fue, durante siglos, un lugar de paso de norte a sur y de este a oeste, sin que los grupos de cazadores y recolectores de frutos silvestres se quedaran allí para colonizar. Sin embargo hay evidencias, como fragmentos de cerámica y pinturas rupestres en las cavernas del cerro del Laurel, que atestiguan la presencia del hombre desde hace más de 20,000 años. Los grupos que ocuparon alternativamente este territorio fueron llamados 'chichimecas' (bárbaros en náhuatl) por las civilizaciones más desarrolladas, establecidas más al sur. Nombrado estado libre y soberano en 1853.

III.3 Geografía Física.

Su relieve está conformado por la Mesa Central, la Sierra Madre Occidental y el Sistema Volcánico Transversal, de sus principales elevaciones destacan el cerro de la Ardilla, con 3,003 m, el cerro del Pinal, con 2,890 m y el cerro del Laurel, con 3,090 m; en su parte central se encuentra el valle de Aguascalientes y en el suroeste el valle de Calvillo. El clima en la mayor parte del Estado es semicálido, semiseco con lluvias en verano, y extremo; en las partes altas de las sierras es templado subhúmedo. Asociado a su clima, tiene una vegetación resistente a la sequía, como el mezquite, el pirú, la biznaga, el huisache, el maguey y el nopal, en las zonas elevadas predominan el roble, el encino, el pino, el cedro y la manzanita. Sus principales ríos son el Aguascalientes y el Calvillo, que forman parte de la cuenca del río Santiago, el cual desemboca en el Océano Pacífico. Los manantiales de aguas termales son muy abundantes, a ellos se deben el nombre del Estado y de su capital.

III.4 Economía.

Durante mucho tiempo, Aguascalientes se ha considerado un Estado agrícola, cuyos principales cultivos son los de maíz, frijol, chile, vid, árboles frutales —en especial la guayaba—, hortalizas y papas. La zona agrícola más importante es la parte centro; casi todos los cultivos son de temporal, a excepción del cultivo de la vid. Las principales presas de almacenamiento son: la presa Calles, la Abelardo Rodríguez, la Media Luna, el Niágara y la Codorniz. La ganadería, silvicultura, minería y pesca, son actividades poco desarrolladas en el Estado. Dentro de la industria de la transformación destacan la reparación y armado de carros y piezas de ferrocarril; las deshidratadoras de chile y ajo; la industria vitivinícola; la industria textil de hilados y tejidos, cuya expresión folclórica más conocida son los deshilados, producto de una artesanía más que de una industria. En años recientes la industria automotriz y electrónica ha alcanzado un fuerte impulso con la instalación de nuevas empresas. El turismo afluye casi exclusivamente en fechas señaladas, como son las celebraciones de la Feria de San Marcos, de fama nacional, que se une a la Feria de la Uva, en agosto, y la Feria de la Guayaba en diciembre. Cuenta con 573 km de carreteras pavimentadas y 212 de vías férreas que lo comunican con Ciudad Juárez al norte, la ciudad de México al sur, Guadalajara al occidente y San Luis Potosí al poniente; también posee un aeropuerto que cubre vuelos nacionales a la ciudad de México y Tijuana.

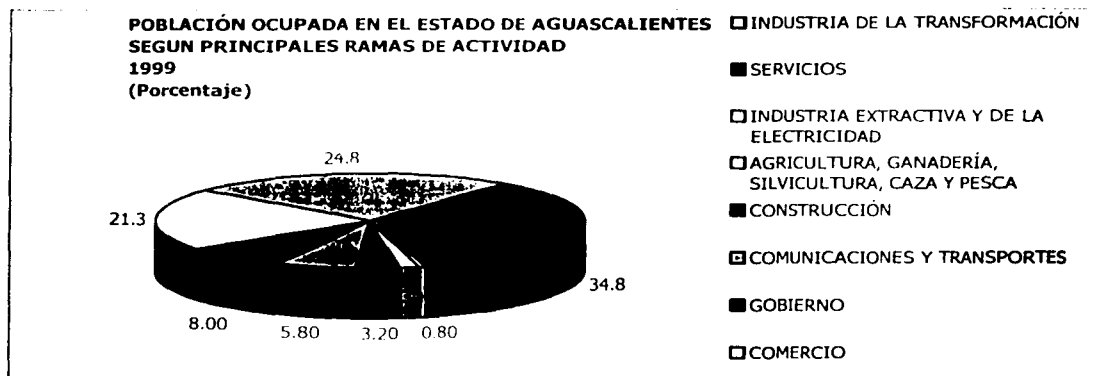


Figura III.4.1

PRODUCTO INTERNO BRUTO POR GRANDES DIVISIONES Y DIVISIONES INDUSTRIALES, 1999

Gran división (GD) y división industrial	Nacional	Entidad	Nacional	Entidad
	Miles de pesos a precios corrientes		Miles de pesos a precios de 1993	
Total	4,196,502,697	48,087,499	1,384,697,220	15,285,074
GD 1 Agropecuario, silvicultura y pesca	197,728,268	2,042,371	81,048,685	728,949
GD 2 Minería a/	60,139,580	38,431	18,431,124	20,237
GD 3 Industria manufacturera	884,526,833	13,289,820	296,528,442	4,245,480
GD 4 Construcción	207,277,181	1,769,463	60,328,557	496,710
GD 5 Electricidad, gas y agua	55,514,858	445,072	23,717,887	185,679
GD 6 Comercio, restaurantes y hoteles	837,562,187	8,819,855	287,748,625	2,870,590
GD 7 Transporte, almacenaje y comunicaciones	468,656,734	7,888,315	151,675,934	2,259,392
GD 8 Servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler	546,964,174	4,821,902	218,227,435	1,847,854
GD 9 Servicios comunales, sociales y personales	995,143,356	9,309,276	286,180,777	2,861,349
Menos: cargos por los servicios bancarios imputados	-57,010,474	-337,006	-39,190,246	-231,666

Tabla III.4.1

SALARIO MÍNIMO GENERAL 1997-2000 (PESOS DIARIOS)

PERIODO	SALARIO MÍNIMO
1997 Del 1 de ENERO AL 31 DE DICIEMBRE	22.50
1998 DEL 1 DE ENERO AL 2 DE DICIEMBRE	26.05
DEL 3 AL 31 DE DICIEMBRE	29.70
1999 DEL 1 DE ENERO AL 31 DE DICIEMBRE	29.70
2000 A PARTIR DEL 1 DE ENERO	32.70

Tabla III.4.2

UNIDADES ECONÓMICAS Y PERSONAL OCUPADO SEGÚN PRINCIPALES SECTORES DE ACTIVIDAD 1999

SECTOR	UNIDADES ECONÓMICAS	PERSONAL OCUPADO
	1999	1999
TOTAL	33820	211075
MANUFACTURAS	3859	70700
COMERCIO	15649	41827
SERVICIOS	13895	92522
PRIVADOS		
NO FINANCIEROS	11669	43642
PÚBLICOS		
NO FINANCIEROS	1357	41548
OTROS SERVICIOS	809	7332
RESTO DE SECTORES	477	6026

Tabla III.4.3

UNIDADES ECONÓMICAS Y PERSONAL OCUPADO SEGÚN MUNICIPIO 1999

MUNICIPIO	UNIDADES ECONÓMICAS 1999	PERSONAL OCUPADO 1999
ESTADO	33820	211075
AGUASCALIENTES	26997	169047
ASIENTOS	381	1732
CALVILLO	1312	3990
COSÍO	226	915
JESÚS MARIA	1577	19239
LLANO, EL	194	768
PABELLÓN DE ARTEAGA	1018	4157
RINCÓN DE ROMOS	1278	4947
SAN FRANCISCO DE LOS ROMO	523	5162
SAN JOSÉ DE GRACIA	197	672
TEPEZALÁ	117	446

Tabla III.4.4

III.5 Población.

Los principales centros de población del Estado son: la ciudad de Aguascalientes (capital del Estado), con 637,403 habitantes; Pabellón de Arteaga, con 34,614 habitantes; Rincón de Romos, con 42,381 habitantes; y Calvillo, con 56,495 habitantes. Superficie 5,589 km²; población del Estado (2000) 903,506 habitantes.

III.5.1 Municipios de mayor importancia en Aguascalientes.

MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL
AGUASCALIENTES	AGUASCALIENTES
ASIENTOS	ASIENTOS
CALVILLO	CALVILLO
COSÍO	COSÍO
JESÚS MARÍA	JESÚS MARÍA
PABELLÓN DE ARTEAGA	PABELLÓN DE ARTEAGA
RINCÓN DE ROMOS	RINCÓN DE ROMOS
SAN JOSÉ DE GRACIA	SAN JOSÉ DE GRACIA –COLONIA CALLES-
TEPEZALÁ	TEPEZALÁ
LLANO, EL	PALO ALTO
SAN FRANCISCO DE LOS ROMO	SAN FRANCISCO DE LOS ROMO

Tabla III.4.5

POBLACIÓN TOTAL SEGÚN MUNICIPIO AL 5 DE NOVIEMBRE DE 2000

MUNICIPIO	TOTAL
AGUASCALIENTES	637,403
ASIENTOS	39,111
CALVILLO	56,495
COSÍO	13,272
JESÚS MARÍA	59,577
LLANO, EL	15,615
PABELLÓN DE ARTEAGA	34,614
RINCÓN DE ROMOS	42,381
SAN FRANCISCO DE LOS ROMO	19,506
SAN JOSÉ DE GRACIA	7,841
TEPEZALÁ	17,690
ESTADO	903,506

Tabla III.4.7

CAPÍTULO IV

**PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UN FERROCARRIL
SUBURBANO.**

IV.1 Participación económica del ferrocarril.

El contexto económico internacional ha propiciado la conversión y dinamismo de los ferrocarriles. Con la firma del TLC, México entra a un amplio y profundo proceso de redefinición de su espacio productivo, una modificación de la dirección de los flujos de materias primas y mercancías, así como cambios en la composición de los productos intercambiados que favorecen los movimientos de productos industrializados. Por una parte las cadenas industriales internacionales se reestructuraron y encontraron nuevos factores de localización, intensificándose los movimientos entre plantas y lugares de consumo. Por otra parte, el valor del flete de los movimientos de bienes manufacturados intercambiados entre México y Estados Unidos tienden a igualar al de los graneles.

Algunas ramas industriales, como la industria automotriz, se están convirtiendo en líderes de un proceso de integración productiva que está estimulando la aparición de cadenas industriales trinacionales.

Además el TLC no ha involucrado sólo a las empresas de los tres países firmantes, sino a todas las empresas transnacionales decididas a beneficiarse de las ventajas del libre comercio, en la medida en que se respeten las restricciones del contenido regional en el valor de sus productos. Estas empresas como Nissan o Volkswagen aplican una estrategia global que tendrá consecuencias importantes para los transportes nacionales y en particular para los ferrocarriles.

Algo que es importante de mencionar son las iniciativas de los ferrocarriles norteamericanos y su forma de influencia en México. La relación entre las empresas Norteamericanas y las empresas de México se fue haciendo más estrecha en la medida en que aumentaban los movimientos de trenes unitarios graneleros en la frontera y se reforzó a partir de 1989 cuando el éxito de los puentes terrestres en Estados Unidos incitó a Southern Pacific a ofrecer una relación comercial más estrecha con FNM para extender sus movimientos de doble estiba a México.

Al principio, los trenes unitarios norteamericanos entraron a México dejando su locomotora en la frontera, pero ante la escasez de la fuerza tractiva en México, se tuvo que evitar el cambio de locomotora, limitándose a la sustitución de la tripulación. Para agilizar los movimientos, las empresas norteamericanas prestan a veces sus locomotoras para asegurar el cumplimiento de sus compromisos, para 1987 los ferrocarriles norteamericanos rentaban sus locomotoras. Ya en 1998 y debido a los cambios estructurales que se han dado, existe solo un mínimo de locomotoras extranjeras circulando por el País.

Es interesante constatar, que a diferencia del autotransporte que fue objeto de la atención especial de los congresistas de los tres países y de acciones de cabildeo relevantes durante las negociaciones del TLC, los ferrocarriles no provocaron ningún debate entre los tres gobiernos. No hubo presiones para que FNM se privatizara. Por el contrario, trataron de

crear condiciones favorables para estimular la cooperación entre las empresas ferroviarias y para acelerar la modernización de la misma.

A mediano plazo es probable que se logre integrar un sistema ferroviario continental denso y competitivo, que ofrezca muchas alternativas y opciones de servicios.

Las limitaciones a las que se enfrentan los ferrocarriles pueden ser por ejemplo: apenas tres ferrocarriles norteamericanos de primera clase tienen entradas directas a México, controlan los 8 cruces fronterizos ubicados en California, Arizona y Texas.

Como el sistema estadounidense es muy fraccionado, la integración de las cadenas ferroviarias continentales necesitan involucrar en frecuentes acuerdos de servicios varias empresas ferroviarias para ofrecer servicios de larga distancia. Esto resta flexibilidad en el manejo de estas cadenas de transporte y reduce la ventaja del ferrocarril en los recorridos largos, por complicar la operación y el seguimiento de la carga, obligando a una integración de los sistemas de información.

A pesar de la desregulación sigue existiendo el temor a la monopolización. Por lo tanto esta idea sigue limitada y hasta ahora no existe una empresa continental. Además, los traumas del siglo XIX obligan a la ICC (Organismo Internacional en contra de Monopolios) a frenar las adquisiciones y las fusiones.

La estrategia comercial de los ferrocarriles mexicanos debe tomar en cuenta esta situación. A pesar de los progresos observados, los movimientos Este-Oeste como Norte-Sur van a seguir presentando por mucho tiempo serias restricciones que el autotransporte sabrá aprovechar.

Además para integrar un verdadero sistema ferroviario continental es preciso que las empresas de los tres países superen plenamente sus diferencias tecnológicas y operativas. En este sentido los rezagos de los ferrocarriles mexicanos están afectando de manera muy seria las expectativas comerciales de los ferrocarriles norteamericanos y a la postre de los canadienses ante la agresividad comercial de algunas empresas de autotransporte.

Entre las carencias más graves del ferrocarril nacional está la falta de una red de terminales de transferencia capaz de alimentar el sistema y un dinamismo comercial suficiente para equilibrar los movimientos.

Los ferrocarriles están más afectados que las empresas de autotransporte por el desequilibrio que registra el comercio internacional entre México y Estados Unidos. El costo de los regresos vacíos es más alto para los ferrocarriles que para el autotransporte.

En este sentido, los ferrocarriles norteamericanos se presentan como los mejores aliados de los exportadores nacionales. El papel de los ferrocarriles se reforzará en México en la medida en que la capacidad exportadora nacional aumente. La paradoja es que, en el

futuro, el desarrollo del comercio exterior mexicano puede depender de las iniciativas comerciales de transportistas extranjeros en busca de carga y en particular de los ferrocarriles mexicanos.

IV.2 Política del servicio de pasajeros.

Por falta de inversiones en muchos años en coches de pasajeros, no se lograron mayores avances; la flota actual sigue siendo insuficiente para hacer frente a la enorme presión de la demanda que no ha podido ser atendida en su totalidad, dejándose de cumplir una función básica de los ferrocarriles, para la cual, tienen una clara vocación por los bajos costos y eficiencia que puedan ofrecer.

Para apoyar las políticas sectoriales de impulsar el uso de transportes masivos de pasajeros y en concordancia con los objetivos básicos y de promoción del desarrollo social señalados para el ferrocarril se establecerán las estrategias siguientes:

- a) Se mejorarán y ampliarán sustancialmente los servicios actuales de transporte de pasajeros de demanda masiva entre grandes centros demográficos o hacia aquellos sitios que no cuentan con otros medios de transporte disponibles, haciéndose más puntuales y confortables, en beneficio de los estratos de población de más bajos ingresos.
- b) Se continuarán estableciendo nuevos servicios de alta calidad en los principales corredores de tráfico, complementándose con el autobús, el automóvil particular e incluso con el avión.
- c) Se construirán y operarán servicios de transporte suburbano en las grandes áreas metropolitanas, para contribuir a resolver los graves problemas viales que afectan y al mismo tiempo, contar con una valiosa herramienta para planear y ordenar el uso de suelo.

IV.3 Objetivo del Ferrocarril Suburbano.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el marco de la Reestructuración del Sistema Ferroviario Mexicano, está llevando a cabo los estudios necesarios para promover y desarrollar un sistema integrado de transporte ferroviario denominado "Ferrocarril Suburbano". Este proyecto ofrece una oportunidad histórica para aprovechar los 73 Km de infraestructura ferroviaria principal (corredor) y derechos de vía existentes en el Estado de Aguascalientes.

Como parte de la Estrategia de Ordenamiento del Desarrollo Urbano y Rural, y con el objetivo de modernizar el transporte público del Estado de Aguascalientes, la Secretaría de Obras Públicas está desarrollando el estudio para evaluar la factibilidad de implantación de un servicio de pasajeros en la red ferroviaria, en el tramo comprendido de Cosío a Peñuelas.

Se espera que este nuevo servicio se constituya en una alternativa de comunicación eficiente en el corredor industrial, y apoye la estrategia de desarrollo urbano - regional.

Actualmente el Estado de Aguascalientes cuenta con una población cercana al millón de habitantes. De éstos, el 86% se concentran en la zona de influencia del corredor.

El objetivo del Ferrocarril Suburbano es ofrecer un servicio de transporte masivo de pasajeros seguro, competitivo y eficiente, que mejore el bienestar social de los habitantes del Estado de Aguascalientes, ahorre tiempo de transporte, contribuya en la solución del congestionamiento vial, la contaminación ambiental y el excesivo consumo de energéticos, además de coadyuvar en la conducción del desarrollo urbano del Estado de Aguascalientes.

Además, el estudio *del Proyecto del Ferrocarril Suburbano en el Estado de Aguascalientes*, se elaboró considerando los siguientes puntos:

- Analizar la viabilidad técnica, socioeconómica, financiera y ambiental del Ferrocarril Suburbano, consistente en la instrumentación de un servicio público, masivo de pasajeros sobre la red ferroviaria del Valle de Aguascalientes (en el ámbito interurbano y regional).
- En función de los resultados del análisis de viabilidad, aportar los elementos necesarios para la consulta del proyecto a la sociedad y el inicio de las gestiones ante las autoridades Federales para su instrumentación.

IV.4 Beneficios para los usuarios.

El Ferrocarril Suburbano ha sido planteado para que sus servicios sean accesibles a la mayor parte de la población del Estado de Aguascalientes, ya que el 26% de la demanda identificada tiene un ingreso menor a 3 salarios mínimos, y se aplicaría una tarifa equivalente a la que paga actualmente, pero con un ahorro en tiempo significativo, además de una mayor seguridad.

Conforme a los resultados obtenidos en el estudio de demanda, el recorrido promedio de un usuario del Ferrocarril Suburbano es de 40 Km., lo que a \$ 0.26 / Km, resulta en una tarifa promedio de \$ 10.50.

Considerando este recorrido promedio, el simple ahorro en tiempo por pasajero sería de 5 minutos, representa en términos de salario mínimo \$0.42 que al multiplicarse por la demanda de 26,000 pasajeros, se traduce en 10,920 pesos al día y en 3'472,560 millones de pesos al año (318 días efectivos), todo lo anterior referido únicamente al primer año de operación. Este ahorro, podría justificar por sí mismo al proyecto. Adicionalmente, debe considerarse que los resultados financieros muestran que los ingresos son cercanos a 2 veces los costos de operación.








IV.4.1 Beneficios Socioeconómicos.

El proyecto del Ferrocarril Suburbano traería consigo utilizar el transporte público de superficie para establecer un sistema de alimentación y desalojo de pasajeros a las estaciones del Ferrocarril Suburbano, para lo cual se podría utilizar un sistema de rutas basado en autobuses propulsados a gas natural con lo que se minimizarían las emisiones al ambiente cumpliendo así con las normas ambientales mexicanas, en materia de emisión de contaminantes por vehículos. Dichas rutas podrán ser objeto de concesionamiento.

Para los posibles concesionarios de los servicios alimentadores serían necesarios recursos crediticios para la compra de los autobuses y fondos de respaldo o garantía de dichos créditos ante organismos de la banca de desarrollo como BANOBRAS. Dichos fondos podrían ser constituidos con aportaciones de los gobiernos Federal, Estatal y Municipal.

Los beneficios socioeconómicos del Ferrocarril Suburbano para la sociedad corresponden principalmente a los ahorros que se obtendrían en costos al no utilizar un modo de transporte alterno (costos de operación e inversiones en infraestructura y equipo), ahorros en tiempo de los usuarios, así como los que resultarían por reducción de congestionamientos viales y accidentes. Estos beneficios superan con creces los recursos que demanda este proyecto, y su justificación socioeconómica puede observarse al comparar el beneficio social con el apoyo gubernamental que se requiere.

Beneficios Sociales del Ferrocarril Suburbano

	Ahorros considerables en TIEMPOS DE VIAJE de los usuarios	En el primer año de operación del FS se ahorrarían 1.6 millones de horas - hombre	Mayor bienestar de la población
	Menos ACCIDENTES	La mortalidad asociada a accidentes de transporte en el Estado (19 71) es superior al promedio nacional (16 1)	Menor Gasto en Salud Seguridad de las familias
	Menos CONTAMINACIÓN	En el primer año de operación se reducirían las emisiones contaminantes en más de 2 mil toneladas	Menor Gasto en Salud Mayor promedio de vida
	Mayor CONFIABILIDAD	El FS tendría horarios preestablecidos con capacidad suficiente en puntos intermedios (fuera de las localidades principales)	Mayor bienestar de la población
	Mayor COMODIDAD	El FS usaría vehículos de tamaño adecuado para el nivel de demanda estimado, que actualmente se atiende con vehículo de baja capacidad (11-12 pasajeros)	Mayor bienestar de la población
	Mayor SEGURIDAD a bordo de las unidades	Debido a su infraestructura, el FS permite mejores controles de acceso a los vehículos e instalaciones	Menor incidencia de delitos a bordo de las unidades
	Apoyo a la ESTRATEGIA DE DESARROLLO REGIONAL	El sistema de transporte actual favorece la dispersión de los asentamientos urbanos	Descentralización y desconcentración Desarrollo social y económico equilibrado

Aún en el escenario conservador, el VPN de los beneficios sociales esperados por la operación del Ferrocarril Suburbano, supera a la inversión requerida para la implantación del proyecto, y a la inversión en infraestructura de los diferentes niveles de Gobierno.

IV.4.2 Beneficios Ambientales.

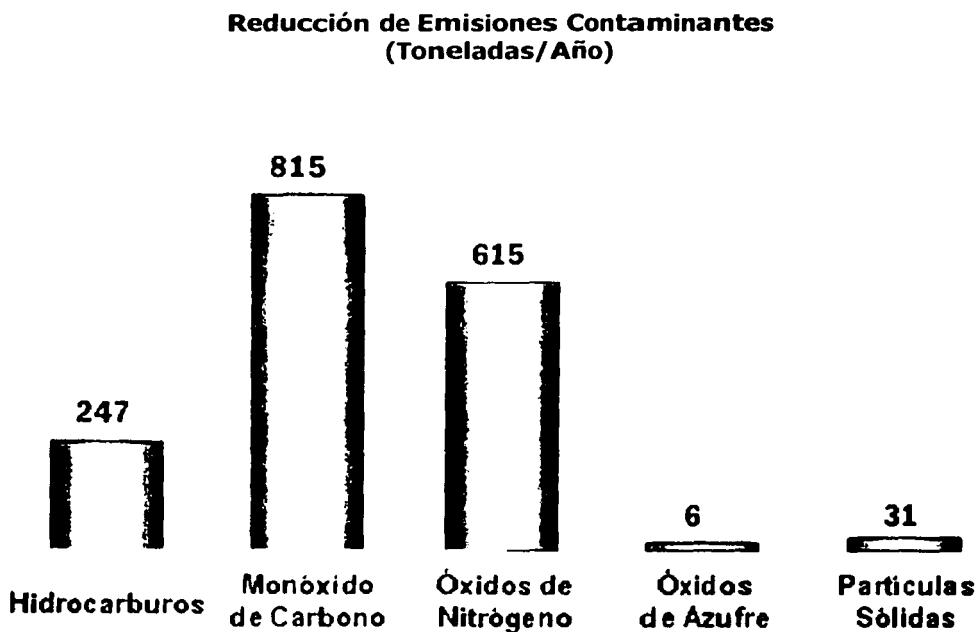
Con la instrumentación del Ferrocarril Suburbano se obtendría una notable disminución del número de viajes que se realizan por medio de vehículos de baja densidad como autobuses, microbuses y combis, lo que reduciría los congestionamientos vehiculares y la emisión de contaminantes del Estado de Aguascalientes, particularmente en la ciudad de Aguascalientes, en donde estos problemas se acentúan más.

Las características del Ferrocarril Suburbano como un sistema de transporte masivo, diesel-eléctrico y confinado muestran un conjunto de beneficios adicionales, que permitirían atender de manera más adecuada las consideraciones de protección ambiental en el Estado de Aguascalientes, principalmente en el corredor principal.

Así, los beneficios adicionales en materia de protección ambiental son los siguientes:

1. **Impulso de transporte masivo.** Se privilegian los sistemas de transportación masiva como base de la movilidad urbana y se reordenan los sistemas de baja densidad para que actúen como medios alimentadores.
2. **Menor consumo de combustibles.** Se reduce significativamente el excesivo e ineficiente consumo de energéticos, al sustituirse la utilización de combustibles en motores de combustión interna, en las unidades de baja densidad por el consumo de combustible en el sistema de transportación masiva.
3. **Menos ruido.** Se disminuye la contaminación acústica, al disminuir considerablemente el número de vehículos automotores en circulación y sustituirlos por uno solo masivo con un número de decibeles muy inferior al total emitido por el parque vehicular equivalente.
4. **Menor afectación vial por confinamiento.** Se refiere a que la infraestructura ferroviaria se encuentra confinada y ello permitirá que el ferrocarril pueda operar a su plena capacidad sin afectar el tránsito vehicular ni acentuar los problemas viales.
5. **Circulación vehicular más fluida.** Gracias a que el ferrocarril correrá sobre la vía que no interviene en la carretera principal, el tránsito vehicular no se verá afectado, además que los vehículos de transportación de baja capacidad disminuirán sus corridas, disminuyendo por ende el número de unidades.
6. **Desarrollo urbano orientado.** La cobertura de los servicios del ferrocarril a través del Estado de Aguascalientes, permitirá inducir un desarrollo urbano planeado en zonas específicas y crecimiento preferencial del Estado, lo cual ayudará a desconcentrar los principales asentamientos urbanos de la capital, reduciendo los asentamientos irregulares que generan un importante impacto en el medio ambiente.
7. **Desconcentración.** La construcción de la terminal de pasajeros en la Ciudad de Aguascalientes, con un sistema de transferencia de pasajeros eficiente y moderno, entre la terminal de autobuses foráneos y el Ferrocarril Suburbano permitirá desconcentrar de la Capital este punto de intercambio y reducirá el acceso masivo de autobuses, conformados por un parque vehicular obsoleto.
8. **Mayor seguridad a la población.** Al confinar en su totalidad las vías de carga y pasajeros se evitarían los actuales cruces vehiculares y de personas, que implican riesgos inadecuados para la población.

Se estima que la operación del Ferrocarril Suburbano generaría una reducción de emisiones contaminantes de más de 1,700 toneladas de contaminantes por año, debido a la disminución del kilometraje recorrido por vehículos de combustión interna que prestan actualmente el servicio de transporte público en el corredor.



CAPÍTULO V

**DEMANDA DE TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS Y SU
PROYECCIÓN AL FUTURO.**

V. 1 Situación actual del tráfico ferroviario.

El ferrocarril como medio de transporte, tiene como finalidad realizar el movimiento de carga y 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 con base en el 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 periodos muy malos, en donde se nota una caída importante 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. Como ejemplo de esta situación en la tabla V.1.1 se presentan cifras que muestran al número de pasajeros transportados y los ingresos recibidos por concepto de cuota de transporte, durante el año de 1998.

PASAJEROS TRANSPORTADOS E INGRESOS POR PASAJE DEL TRANSPORTE FERROVIARIO 1998

CONCEPTO	TOTAL
*PASAJEROS TRANSPORTADOS	28094
INGRESOS POR PASAJE (miles de pesos)	730.99

Tabla V.1.1

*La información considera a la entidad como punto de origen hacia otros destinos, incluyendo aquellos que se encuentran dentro de la propia

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 dio un incremento importante del 11.22%; posteriormente, se presentan dos periodos muy malos: el de 1984 a 1986 donde hay un descenso del 10.77%, y 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%.

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.

V.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 de 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 elaboración 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 es calculado dividiendo el total de toneladas-kilómetro 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.

La tabla V.2.1 muestra el volumen total transportado y los ingresos por flete generados por este rubro, en el Estado de Aguascalientes.

VOLUMEN DE LA CARGA TRANSPORTADA EN INGRESOS POR FLETE EN EL TRANSPORTE FERROVIARIO SEGÚN TIPO DE PRODUCTO 1998

TIPO DE PRODUCTO	VOLUMEN DE LA CARGA TRANSPORTADA (Toneladas)	INGRESOS POR FLETE (Miles de pesos)
TOTAL	14339.21	7783.23
PRODUCTOS INORGÁNICOS	375.00	68.04
PRODUCTOS INDUSTRIALES	13964.21	7715.19

Tabla V.2.1

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 de ese país, ya que los ferrocarriles en Norteamérica son muy rápidos.

Países desarrollados como Estados Unidos ofrecen tantas comodidades en el servicio ferroviario de pasajeros, como las empresas de aviación; como consecuencia de esto, 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.

V.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 valorarlo con una gran precisión y franqueza para la identificación plena de los puntos críticos tanto físicos, humanos y económicos.

V.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 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.

Con base en el 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

Tabla V.4.1

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, de 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 de tráfico a largo plazo, mientras estos carezcan de, mayores condiciones y restricciones para el planteo del problema, tales como la elasticidad de 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.

V. 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 disfrutaron 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.

V.6 Estimación del mercado y de recursos bajo condiciones de eficiencia.

Marco macroeconómico y sociodemográfico.- La evolución del Producto Interno Bruto y el transporte tienen una estrecha relación, con factores que pueden condicionarla, como las tarifas y la eficiencia del transporte, que influyen en la competitividad entre medios.

Aunque el nivel global de actividad económica es determinante en las posibilidades de desarrollo del transporte ferroviario, en el análisis detallado del mercado potencial, se profundizará en el comportamiento de los principales sectores usuarios, en particular, en el nivel esperado del comercio exterior, constituye un elemento fundamental para los pronósticos de transporte de mercancías.

La política económica aplicada en los últimos años, ha permitido el saneamiento financiero y cambio estructural del aparato productivo, con miras a su modernización, con lo que para estimar el mercado potencial del ferrocarril y establecer escenarios probables de la demanda atendida, se visualizará un entorno macroeconómico razonablemente optimista y coincidente con proyecciones de muchos bufetes especializados, así después de la crisis financiera de 1995, se considera que habrá condiciones adecuadas que favorecerán tasas de crecimiento promedio del 4% anual, durante el resto del siglo.

Hipótesis de crecimiento del PIB

AÑO	% ANUAL
1995	6.0
1996	3.0
1997	3.5
1998	4.0
1999	4.5
2000	4.5
2001	5.0

Tabla V.5.1

En cuanto al crecimiento de la población, otro elemento fundamental para estimar el mercado potencial de algunos productos, se estima que la tasa media durante para el periodo será del orden del 1.6% anual, menor al 2% registrado entre 1980 – 1990.

Proyección de la población total de México

AÑO	Miles de habitantes
1995	88,894.1
1996	90,316.4
1997	91,761.5
1998	93,229.7
1999	94,721.3
2000	96,236.9

Tabla V.5.2

Metodología de análisis y cuantificación del mercado potencial del ferrocarril de 1996 a 2001.- El análisis del mercado potencial del ferrocarril por segmentos de actualidad económica y el pronóstico de demanda de carga atendida, constituye una de las informaciones primordiales e hipótesis de trabajo para la planeación ferroviaria a mediano plazo.

El movimiento esperado de mercancías, junto con la hipótesis de 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 de arrastre requerida, así como en general, para calcular los recursos humanos, materiales y combustibles que se emplearán en el futuro de la operación ferroviaria.

Lo anterior, junto con los estudios de capacidad física de las líneas, que está relacionado con sus características y los avances tecnológicos esperados, además del diagnóstico sobre las condiciones físicas de la infraestructura, equipos y activos fijos de Ferrocarriles Nacionales de México, permite cuantificar los gastos de funcionamiento y las inversiones requeridas para ampliar y modernizar las vías férreas, y evaluar los proyectos para garantizar la oferta de servicios, conforme a las metas y políticas definidas.

Para determinar el mercado potencial del ferrocarril a mediano plazo, posteriormente asumir hipótesis de crecimiento del sector ferroviario, se investigó y recabó información directa de FNM sobre las perspectivas de expansión de las principales ramas de actividad económica y proyecciones de tráfico obtenidas directamente de los usuarios más importantes, material que se consideró como objetivo confiable.

Para estimar las perspectivas de transporte ferroviario, también se hicieron estimaciones del consumo nacional aparente, producción interna, importaciones y exportaciones, derivado de ello se tomaron como variables explicativas la evolución esperada de la economía, el crecimiento demográfico y criterios sobre el mejoramiento del nivel de vida de la población, lo que permitió efectuar cálculos matemáticos y estadísticos de la demanda, para con ella estimar el potencial del tráfico ferroviario, y con esto redefinir la estructura de origen-destino del tráfico, para tener en cuenta las transformaciones de la red ferroviaria y verla como una simple explotación del pasado.

Con dicha información se hicieron distintas consideraciones sobre la proporción de la demanda que es factible absorber con el ferrocarril en forma realista, para lo cual tomó en cuenta la penetración de este medio de transporte en la satisfacción en el mercado por vía terrestre y comparándola con la registrada en el pasado, así como perspectivas en otros modos de transporte como cabotaje y ductos. En concordancia con los pronósticos de FNM, en los próximos 6 años, el ferrocarril mantendrá una participación del 20% del transporte terrestre, y en lo que respecta al pronóstico del tráfico con origen o destino marítimo, se tendrá una tasa media de crecimiento del 6%.

El ferrocarril en el mercado de transporte por vía terrestre 1996-2001

Año	Carretera	Ferrocarril	Suma	%FFCC/Total (Millones de ton-Km)
1996	159,100	39,600	198,700	19.9
1997	167,400	41,500	208,900	19.9
1998	175,600	43,600	219,200	19.9
1999	183,900	45,700	229,600	19.9
2000	192,200	47,900	240,100	20.0
2001	200,100	50,200	250,300	20.0

Tabla V.5.3

Pronóstico de tráfico ferroviario con origen o destino marítimo 1996-2001

Año	Importaciones	Exportaciones	Total (Millones de toneladas)
1996	4.363	2.478	6.841
1997	4.631	2.677	7.308
1998	4.907	2.849	7.756
1999	5.297	3.041	8.338
2000	5.633	3.233	8.866
2001	6.008	3.447	9.455

Tabla V.5.4

V.6.1 Estimaciones del tráfico de carga.

Productos forestales.- Durante la década de los ochenta, el transporte ferroviario de éstos sufrió una disminución considerable, en 1980 se transportaron cerca de 1.2 millones de toneladas y para 1990 menos de 400 mil toneladas. Los artículos movilizados fueron principalmente madera y leña, originada en las zonas de explotación de la Sierra Madre Occidental, en los estados de Durango y Chihuahua.

Se considera que con una buena promoción y equipo adecuado, para el año 2001 podrán recuperarse los niveles de tráfico ferroviario reportados en 1986, transportando cerca de 670 mil toneladas.

Productos agrícolas.- Para el caso del arroz, éste se mantuvo con bastante estabilidad durante la década de los ochenta, habiéndose movilizado en promedio anual 265 mil toneladas.

El transporte de caña de azúcar registró en la década de los ochenta una disminución considerable, pasando de 1 millón de toneladas en 1984 a 600 mil toneladas en 1994. De hecho, no se considera que el tráfico ferroviario de este producto, que a la fecha significa menos del 2% del producto nacional, crezca en los próximos años y en el mejor de los casos permanecerá constante en la cifra de 1994.

El transporte de cebada se mantuvo estable durante toda la década de los ochenta, transportando un promedio de 400 mil toneladas. Considerando que el crecimiento del consumo nacional de cerveza y las perspectivas de exportación sigan como están, para el 2001 se estiman 500 mil toneladas.

Como el tráfico de forrajes ha disminuido en los últimos años y a la fecha un alto porcentaje del movimiento de este producto está constituido por importaciones de harina de pescado, pastas oleaginosas y pasta de salvado. Para este caso, se considera realista asumir la recuperación del volumen alcanzado en 1988 (1.1 millones de toneladas) a principios de este siglo, por lo que asume una tasa de crecimiento promedio del 4.7% por año para este caso.

Por su parte, el mercado del transporte ferroviario de frijol, se estima crecerá a una tasa promedio del 8.5% anual, alcanzando las 546 mil toneladas para el 2001.

En 1992 las importaciones de soya fueron las mayores de la historia al ascender a 2.1 millones de toneladas y por ferrocarril se movieron cerca del 59% de este total, por lo que se espera que si se van a mover más de 2.4 millones de toneladas en el futuro, el ferrocarril transportará más del 70% con una tasa media anual de crecimiento del 6%.

El maíz es uno de los productos que el ferrocarril transporta en mayor cantidad (cerca a los 3 millones de toneladas anuales) y representa una gran variedad en cuanto a mayor número de orígenes-destino, es decir que su distribución está sumamente atomizada, al producirse en muchas partes excedentes y consumirse en sitios donde hay déficit. La participación en el mercado potencial de transporte oscila entre el 15% y el 23%. Para el cálculo de las necesidades de transporte de este producto, se asumió que el consumo crecerá a un ritmo similar al incremento de la población (1.6% anual). Por lo tanto, se espera para el 2001 un crecimiento en el transporte ferroviario de 5.9 millones de toneladas a una tasa media anual del 6%. Estableciéndose como meta llegar a cubrir el 25% de las necesidades de transporte de maíz por vía terrestre.

El transporte ferroviario de sorgo es bastante estable con un promedio de 2.5 millones de toneladas anuales, representando el 30% y el 33% del total nacional. Se estima que el consumo de este producto crecerá un promedio anual de 12 millones de toneladas. Por lo tanto, se plantea que a principios del siglo XXI el ferrocarril transportará cerca del 35% del mercado potencial, con una tasa media del 7.1%.

El transporte de semillas oleaginosas durante los últimos años ha alcanzado cerca de las 450 mil toneladas por año, para pronosticar el tráfico a futuro se considera que es posible

recuperar las cifras de 1993 de 500 mil toneladas a una tasa promedio anual de crecimiento del 6%.

El transporte ferroviario de trigo se mantuvo bastante estable durante el periodo 1980-1988, en un nivel cercano a los 2.5 millones de toneladas anuales y con una participación en el mercado de transporte de alrededor de 54%. Suponiendo una tasa media anual del 11.2%, se espera que al principio del siglo las necesidades de transporte de éste serán cercanas a los 4 millones de toneladas por año.

Productos derivados de animales.- Se mantuvo constante durante la década de los ochenta, transportando un promedio anual de 200 mil toneladas, cifra relativamente baja. En el futuro se espera un ligero aumento en el mercado potencial de transporte a una tasa media anual del 1.6%, estimándose necesidades de transporte de cerca de 290 mil toneladas anuales para finales del siglo XX y principios del siguiente.

Productos minerales.- Este transporte ha representado siempre una alta proporción del flete movido por este modo de transporte. Sin embargo, su importancia ha disminuido, al transportar 14.3 millones de toneladas en 1980, a solo 5.4 millones de toneladas en 1994.

En el futuro se espera un ligero incremento en el transporte ferroviario de materias primas para la industria siderúrgica.

El movimiento de mineral de hierro permanecerá prácticamente constante, con una tasa de crecimiento media anual del 2.4%, llegando a transportar más de 3 millones de toneladas en el año 2001.

El pronóstico de otros productos minerales (coke, carbón, fluorita, zinc, cobre, etc.) es de una tasa media de crecimiento anual de 8.3% y de 3.3 millones de toneladas por año en conjunto.

Petróleo y sus derivados.- El transporte de diesel por ferrocarril tuvo fuertes variaciones, así en 1980 este medio movilizó 732 mil toneladas y en 1992 sólo 341 mil toneladas, aunque se espera incrementar el transporte de diesel a una tasa media anual del 4.9%, alcanzando las 455 mil toneladas a principios de este siglo.

La participación del ferrocarril en el mercado total del transporte de gasolina fue del 2% en promedio durante el periodo 1980-1990, aunque a partir de 1992 se registró una recuperación de 782 mil toneladas. Las estimaciones del transporte de gasolina por ferrocarril, indican una tasa de crecimiento promedio anual del 1.4%, alcanzando las cifras de 964 mil toneladas para el año 2001.

El transporte ferroviario de gas LP ha tenido grandes fluctuaciones, pasando de 10 mil toneladas en 1989 a 300 mil toneladas en 1993. Para el futuro, las estimaciones de PEMEX reportan un crecimiento esperado de 3.5% anual, y siguiendo la misma proporción para el

tráfico ferroviario, entonces se tendrán 375 mil toneladas para el tráfico ferroviario a inicios del siglo XXI.

Para estimar el mercado potencial del transporte de combustóleo se consideró el pronóstico de ventas de PEMEX y se asume la hipótesis de incrementar el transporte ferroviario a una tasa media anual del 6.3% y alcanzar la cifra de 3.8 millones de toneladas en el año 2001.

Para otros productos derivados del petróleo (aceites y gasas lubricantes, asfalto, parafina, petróleo refinado y cerosota, entre otros) se considera para el 2001 una tasa media anual de crecimiento del 12.2% y se estima superar las 120 mil toneladas de transporte ferroviario.

Productos inorgánicos.- Para la arcilla se pronostica que el tráfico se incrementará con una tasa promedio del 4% anual, llegando a las 277 mil toneladas en al año 2001.

Entre 1980 y 1992 se transportó por ferrocarril, un promedio anual de 742 mil toneladas de arena sílica, representando el 76% de la producción nacional. Para el año 2001 se estiman 1.2 millones de toneladas y una tasa media anual de crecimiento del 8%.

El transporte ferroviario de azufre en 1993 registró más de 200 mil toneladas. Actualmente se asume que el tráfico ferroviario aumente en una tasa media anual del 6.8%, transportando más de 305 mil toneladas a fines del siglo pasado.

En el periodo de 1986-1992, el transporte de dolomita fue realizado casi en su totalidad por ferrocarril, manejando en promedio 410 mil toneladas por año, equivalentes al 97% del mercado potencial generado en el mismo lapso. Debido a las tendencias conservadoras de este campo de explotación de dolomita, para el 2001 se espera un tráfico de 640 mil toneladas, equivalente a una tasa media de crecimiento anual del 3.7%.

El transporte de piedra caliza en 1993 fue de 2.5 millones de toneladas y se establece una tasa promedio anual de crecimiento del 2.1% pudiendo llegar a transportarse 2.9 millones de toneladas para el año 2001.

El transporte de piedra de yeso a partir de 1987 ha ido en descenso, transportando menos de 100 mil toneladas anuales, debido principalmente a la mayor competencia del autotransporte, con ello, a principios de siglo será factible llegar a transportar 294 mil toneladas anuales.

La participación del ferrocarril en el movimiento de sal se estimó con base al pronóstico de la producción nacional de la sal que pasa de 6.6 millones de toneladas en 1980 a 7.8 millones de toneladas para el 2001. para la proyección del transporte ferroviario se fijó una tasa media anual de crecimiento del 8.5%, debiendo transportar a partir de 1996, 479 mil toneladas y para el 2001 alcanza las 705 mil toneladas.

Otros productos inorgánicos, entre los que se incluye arena, grava, cal, etc., que se transportan por ferrocarril, tienen un consumo ligado al crecimiento de la industria de la construcción. Por tal motivo se estima que el tráfico potencial podrá crecer el 4% anual en promedio, pasando de lo 843 mil toneladas en 1996 al millón a fines del siglo pasado.

Productos industriales.- El transporte ferroviario de productos industriales como los aceites y grasas vegetales, tuvo 350 mil toneladas en 1994. para estimar el mercado potencial del transporte por vía férrea de este producto hasta el año 2001, se consideró una tasa de crecimiento medio anual del 5.5%, llegándose a estimar el transporte de 608 mil toneladas.

El ácido sulfúrico se mantuvo en los ochenta en un promedio anual cercano a las 230 mil toneladas. Para estimar el mercado potencial del ferrocarril de ácido sulfúrico, se consideró una tasa media anual de crecimiento del flete de este producto del 3.5%, transportando para inicios del nuevo siglo, más de 500 mil toneladas.

La perspectiva de crecimiento del transporte de azúcar se estima factible llegará en el 2001, con una tasa de crecimiento promedio anual del 10%, pasará de 800 mil toneladas en 1994 a 1.5 millones de toneladas.

El transporte ferroviario de botellas de vidrio, creció durante la segunda mitad de los ochenta hasta llegar a las 275 mil toneladas, por lo que para el 2001, se estima una tasa media de crecimiento anual del 13.6 %, transportando cerca de 280 mil toneladas.

Por su parte, el transporte ferroviario de cemento en 1993 llegó a superar los 8.4 millones de toneladas. Ahora, este transporte presentará una tasa de crecimiento promedio anual del 7.9% superando los 14.8 millones de toneladas a principios del este siglo.

El transporte ferroviario de cerveza ha sido creciente, con un volumen promedio anual durante la década de los ochenta superior a las 200 mil toneladas. Se estima que el transporte de cerveza podrá incrementarse con una tasa media anual del 5%, transportando 431 mil toneladas para el año 2001.

El transporte de papel por vía férrea se incrementó de 1.2 millones de toneladas en 1986, a 1.7 millones en 1992, siendo el aumento del 43%. Debido a esto, la participación del ferrocarril en el movimiento de estos productos podrá elevarse a cerca de 2.7 millones de toneladas y de 800 mil toneladas de celulosa.

El transporte ferroviario de fertilizantes espera llegar en el año 2001 a los 2.4 millones de toneladas con una tasa media anual del 12.7%.

El ferrocarril participó en 1993 en el transporte de químicos con 900 mil toneladas. Con esto, se espera que este modo de transporte podrá llegar en el año 2001 a transportar 2.2 millones de toneladas, con una tasa media de crecimiento anual del 13.6%.

El transporte ferroviario de vehículos automotores y material de ensamble tuvo un aumento en el periodo de 1986-1993, que fue de 100,544 toneladas a 617,000 toneladas, equivalente a una tasa media anual de crecimiento del 29.6%. Para el cálculo del mercado potencial se estimaron las siguientes tasas medias de crecimiento por año del 11.1% para materiales de ensamble y 22.1% para vehículos armados, arrojando necesidades de transportar 1.9 y 2.2 millones de toneladas por cada producto respectivamente para inicios de este siglo.

Otros bienes y productos industriales que se trasladan por ferrocarril, son los alimentos preparados para animales, aparatos para uso doméstico, lingotes de cobre, plomo y zinc, envases de diversos materiales, harinas de trigo y otros cereales, implementos y maquinaria agrícola, productos lácteos, alimentos en conservas, triplay y fibracel, entre otras. Para estimar el volumen de transporte movilizado en los próximos años, se consideró una tasa media anual de crecimiento de cerca del 5% anual, alcanzando los 3 millones de toneladas para fines del siglo XX.

Contenedores y remolques sobre plataformas.- con el fin de determinar el mercado potencial del movimiento de contenedores por ferrocarril, se realizó un pronóstico del movimiento portuario, tomando como base información de las expectativas de Puertos Mexicanos y el comportamiento de los grandes flujos de o hacia los puertos.

El movimiento de contenedores por ferrocarril ha crecido a un ritmo acelerado, pasando de 113 mil toneladas en 1985, a 1.2 millones de toneladas en 1994. esto representa una tasa promedio anual cercana al 36%. El movimiento de tráfico multimodal por ferrocarril se incrementará significativamente en los próximos años, se espera que el mercado para el año 2001 será de cerca de 6.7 millones de toneladas, a una tasa media anual del 28.3%.

Proyección de ingresos por tráfico de carga

CONCEPTO	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Tráfico de carga	3,150.6	3,472.0	3,715.0	3,972.1	4,248.0	4,547.2
Productos forestales	25.2	27.8	33.4	35.7	38.2	40.9
Productos agrícolas	977.3	1,062.8	1,122.6	1,182.8	1,249.5	1,314.8
Productos animales	19.4	19.3	19.2	19.0	18.9	18.8
Productos minerales	346.4	367.7	369.9	372.1	374.7	377.9
Petróleo y derivados	163.8	175.2	181.8	188.2	200.1	206.9
Productos inorgánicos	185.9	201.4	211.8	222.4	233.6	241.0
Productos industriales	1,432.6	1,617.8	1,776.3	1,951.9	2,133.0	2,346.9
Ingresos conexos	110.0	117.9	126.1	134.8	144.1	154.2
Ingresos diversos	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
TOTAL	3,410.6	3,739.9	3,991.1	4,256.9	4,542.1	4,851.4

*Millones de pesos a precios constantes de 1998

Tabla V.6.1.1

Mercado potencial del tráfico ferroviario (miles de toneladas)

CONCEPTO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	TASA (%)
<i>PRODUCTOS FORESTALES</i>	370	430	490	550	610	670	13.7
<i>PRODUCTOS AGRÍCOLAS</i>	15,175	16,248	17,370	18,548	19,856	21,133	6.9
Arroz	348	376	404	426	458	488	6.8
Caña de azúcar	593	593	593	593	593	593	0.0
Cebada	305	342	379	420	470	518	11.5
Forrajes	835	877	919	961	1,003	1,046	4.7
Frijol	366	400	435	471	508	546	8.5
Frijol soya	1,777	1,893	2,008	2,124	2,290	2,356	6.0
Maíz	4,483	4,272	5,016	5,305	5,594	5,885	6.0
Sorgo	2,884	3,045	3,261	3,492	3,740	4,005	7.1
Semillas oleaginosas	496	526	557	591	626	664	6.0
Trigo	2,391	2,656	2,953	3,286	3,660	4,081	11.2
Otros productos agrícolas	782	813	845	879	914	951	4.0
<i>PRODUCTOS ANIMALES</i>	268	273	277	281	286	291	1.6
<i>PRODUCTOS IND. SIDERÚRGICA</i>	6,954	7,195	7,328	7,471	7,616	7,766	5.2
Carbón	2,810	2,819	2,819	2,820	2,820	2,820	7.7
Coke	259	259	259	259	259	259	0.0
Fluorita	429	487	541	599	656	711	11.3
Mineral de hierro	2,849	2,981	3,104	3,049	3,086	3,125	2.4
Otros minerales	607	649	695	744	795	851	7.0
<i>PETRÓLEO Y SUS DERIVADOS</i>	4,470	4,692	4,918	5,148	5,509	5,749	5.2
Diesel	356	374	394	414	434	455	4.9
Gasolina	897	911	925	940	952	964	1.4
Gas para combustible	315	327	339	351	363	375	3.6
Combustóleo	2,832	3,000	3,170	3,343	3,650	3,853	6.3
Otros productos del petróleo	70	80	90	100	110	120	12.2
<i>PRODUCTOS INORGÁNICOS</i>	5,736	6,008	6,293	6,592	6,894	7,202	4.7
Arcilla	228	237	246	256	266	277	4.0
Arena sílica	801	866	940	1,020	1,102	1,184	8.0
Azufre	221	236	252	270	288	308	6.8
Dolomita	415	439	463	488	513	540	5.5
Piedra caliza	2,592	2,648	2,704	2,760	2,816	2,869	2.1
Piedra yeso	157	184	211	238	265	294	14.6
Sal	479	522	566	612	658	705	8.5
Otros inorgánicos	843	876	911	948	986	1,025	4.0
<i>PRODUCTOS INDUSTRIALES</i>	27,250	30,210	33,470	37,046	40,847	45,128	10.5
Aceites y grasas vegetales	465	491	518	546	576	608	5.5
Ácido sulfúrico	423	438	453	469	486	502	3.5
Azúcar	877	987	1,102	1,222	1,346	1,476	10.0
Botellas de vidrio	155	180	205	230	255	280	13.6
Cemento	10,085	10,866	11,747	12,675	13,676	14,747	7.9
Cerveza	337	354	372	391	411	431	5.0
Papel y celulosa	2,522	2,701	2,898	3,108	3,334	3,575	7.2
Fertilizantes	1,321	1,489	1,678	1,891	2,131	2,402	12.7
Desperdicio de hierro	720	756	795	835	878	922	5.1
Hierro para construcción	641	764	912	967	1,003	1,044	11.7
Lámina de hierro	1,034	1,197	1,249	1,296	1,351	1,417	7.1
Productos de sodio	1,101	1,175	1,250	1,325	1,399	1,474	6.2
Productos químicos	1,173	1,332	1,513	1,719	1,955	2,225	13.6
Materiales ensamble de vehículos	1,103	1,226	1,362	1,513	1,681	1,868	11.1
Vehículos armados	898	1,134	1,384	1,650	1,933	2,232	22.1
Contenedores y RSP	1,903	2,463	3,248	4,271	5,340	6,665	28.3
Otros productos industriales	2,369	2,499	2,637	2,781	2,933	3,095	5.5
TOTAL	60,223	65,055	70,146	75,636	81,618	87,939	8.2

Tabla V.6.1.2

V.6.2 Estimaciones del tráfico de pasajeros.

Pronóstico de tráfico 1996-2000.- FNM ha llevado a cabo estudios encaminados a establecer el comportamiento del tráfico de pasajeros en temporadas llamadas altas (periodos vacacionales) y baja (resto del año).

Estos estudios, han permitido estimar la demanda real atendida por ruta, estimar los ingresos efectivos por tren, cuantificar la magnitud de los cobros a bordo y conocer la opinión de los usuarios sobre la calidad de los servicios. Esta información deberá ser la base en la toma de decisiones para la reestructuración del servicio de pasajeros.

El análisis realizado para determinar la posible demanda a satisfacer, está de acuerdo con la disponibilidad que se tendrá del equipo de pasajeros en el periodo 1996-2001, y en función de la cantidad de coches por tren en las diferentes rutas, así como el recorrido anual de los carros, la capacidad de éstos y sobre todo de la ocupación de los coches, con lo cual se determinó el número de pasajeros.

Demanda potencial atendida de pasajeros

AÑO	Dormitorio	1ra Clase	2da Clase	Total
1996	0	1,661.5	10,567.5	12,229.0
1997	0	1,824.9	11,329.4	13,154.3
1998	0	2,082.6	12,052.9	14,135.5
1999	0	2,241.4	12,963.3	15,504.7
2000	0	2,357.1	13,879.2	16,236.3
2001	0	2,605.1	14,766.2	17,371.6

*Miles de pasajeros

Tabla V.6.2.1

Una vez determinados el número de pasajeros se considera la distancia media de recorrido de los pasajeros por ruta, que con base en los datos de FNM, ésta es aproximadamente de 258 Km, con lo cual se establece el número de pasajeros-kilómetro que se podrán atender en el periodo 1996-2001.

Demanda potencial atendida de pasajeros-kilómetro

AÑO	Dormitorio	1ra Clase	2da Clase	Total
1996	0	738.90	2,812.29	3,551.19
1997	0	807.46	3,015.04	3,822.49
1998	0	913.84	3,207.58	4,121.42
1999	0	979.15	3,449.85	4,429.00
2000	0	1,037.03	3,693.62	4,730.65
2001	0	1,136.81	3,929.66	5,066.47

*Millones de pasajeros

Tabla V.6.2.2

V.6.2 Estimaciones del tráfico de pasajeros.

Pronóstico de tráfico 1996-2000.- FNM ha llevado a cabo estudios encaminados a establecer el comportamiento del tráfico de pasajeros en temporadas llamadas altas (periodos vacacionales) y baja (resto del año).

Estos estudios, han permitido estimar la demanda real atendida por ruta, estimar los ingresos efectivos por tren, cuantificar la magnitud de los cobros a bordo y conocer la opinión de los usuarios sobre la calidad de los servicios. Esta información deberá ser la base en la toma de decisiones para la reestructuración del servicio de pasajeros.

El análisis realizado para determinar la posible demanda a satisfacer, está de acuerdo con la disponibilidad que se tendrá del equipo de pasajeros en el periodo 1996-2001, y en función de la cantidad de coches por tren en las diferentes rutas, así como el recorrido anual de los carros, la capacidad de éstos y sobre todo de la ocupación de los coches, con lo cual se determinó el número de pasajeros.

Demanda potencial atendida de pasajeros

AÑO	Dormitorio	1ra Clase	2da Clase	Total
1996	0	1,661.5	10,567.5	12,229.0
1997	0	1,824.9	11,329.4	13,154.3
1998	0	2,082.6	12,052.9	14,135.5
1999	0	2,241.4	12,963.3	15,504.7
2000	0	2,357.1	13,879.2	16,236.3
2001	0	2,605.1	14,766.2	17,371.6

*Miles de pasajeros

Tabla V.6.2.1

Una vez determinados el número de pasajeros se considera la distancia media de recorrido de los pasajeros por ruta, que con base en los datos de FNM, ésta es aproximadamente de 258 Km, con lo cual se establece el número de pasajeros-kilómetro que se podrán atender en el periodo 1996-2001.

Demanda potencial atendida de pasajeros-kilómetro

AÑO	Dormitorio	1ra Clase	2da Clase	Total
1996	0	738.90	2,812.29	3,551.19
1997	0	807.46	3,015.04	3,822.49
1998	0	913.84	3,207.58	4,121.42
1999	0	979.15	3,449.85	4,429.00
2000	0	1,037.03	3,693.62	4,730.65
2001	0	1,136.81	3,929.66	5,066.47

*Millones de pasajeros

Tabla V.6.2.2

Ingresos por pasajeros.- Para efectos del presente análisis se considera que de acuerdo con las alternativas de tráfico establecidas, se realizó el pronóstico de ingresos del servicio de pasajeros.

Pronóstico de tráfico de pasajeros 1996-2001

AÑO	OPTIMISTA	MODERADO
1996	8.687	7.511
1997	9.004	7.699
1998	9.464	7.841
1999	9.824	7.918
2000	10.079	7.996
2001	13.312	8.074

*Miles de pasajeros

Tabla V.6.2.3

Para un escenario optimista se tiene una tasa de crecimiento de ingresos promedio del 10.45% por año, con un ingreso de 141 millones de pesos a partir de 1996.

Para un escenario moderado se tiene una tasa de crecimiento de ingresos promedio del 7.5% por año, con un ingreso de 123.2 millones de pesos a partir de 1996.

Pronóstico de ingresos por concepto del tráfico de pasajeros

AÑO	OPTIMISTA	MODERADO
1996	140.663	123.203
1997	156.518	134.139
1998	174.296	144.989
1999	194.652	156.551
2000	210.121	166.442
2001	228.859	178.567

*Millones de pesos corrientes

Tabla V.6.2.4

V.6.3 Sistemas Operativos.

La modernización en la operación involucra una serie de decisiones en el marco de un proceso dinámico. La competencia abierta con otros modos de transporte supone compromisos en tiempo de traslado con los usuarios, para lo cual es necesario programar cuidadosamente los trenes dentro del marco de un Plan de Transportes. Para ello, con base en el análisis del tráfico previsto, se requiere del diseño de un plan de los trenes que operan por ruta y dirección, instrucciones especiales por tipo de carga y destino; asignación de fuerza tractiva; establecimiento de prioridades en los trenes; y horarios y días de circulación de los trenes regulares. Paralelamente se debe elaborar un Plan Maestro de Patios, ya que la operación de estas instalaciones debe concebirse como parte de un sistema integrado y coordinado.

CAPÍTULO VI

**ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE SERVICIO MEDIDA EN
NÚMERO DE TRENES.**

VI.1 Capacidad de vías.

Este análisis se realizará con base en los distintos sistemas de despacho de los trenes, los cuales permitirán saber la capacidad actual de la línea. El resultado obtenido a partir de dicho análisis dará las bases para el planteamiento de las modificaciones necesarias, tanto en la estructura de la vía como en el sistema de señales, con el objetivo de satisfacer la demanda esperada.

Consideraciones teóricas

La *vía sencilla* del ferrocarril se define como una ruta entre dos puntos terminales o subterminales, la cual permite el tránsito de trenes en ambas direcciones por medio del uso de vías auxiliares o laderos. Dichas vías auxiliares se dividen en dos tipos según su función:

1. *Laderos de operación*

Son aquellas secciones de vía auxiliar destinadas a permitir encuentros o rebases de trenes en la ruta, los cuales nunca deberán ser ocupados por equipo motor o rodante con otro fin. Su función es permitir el tránsito de la vía para una capacidad dada en trenes por día, una longitud determinada de los trenes y para una distribución programada de los mismos.

2. *Laderos de servicio*

Son vías auxiliares conectadas a la vía principal sin ser estrictamente necesarias para la operación de la ruta en cuanto a lo que se refiere a encuentros o rebases. Son utilizadas para estacionar equipo rodante, para el servicio de carga y descarga de las estaciones, como vías auxiliares para alojar equipo descompuesto o dañado y evitar entorpecimientos en la ruta. Asimismo pueden ser situados donde se requiera, pero su longitud queda sujeta a estudio con relación a las facilidades auxiliares que proporcionan al tráfico sobre la ruta.

Al tramo de vía comprendido entre centro y centro de laderos se le define como *sección de vía* y al tramo comprendido entre dos conexiones de un mismo escape se le denomina *sección de encuentros y rebases*. Con respecto al *tiempo de tránsito*, éste es el tiempo que emplea un tren en recorrer las diferentes secciones de la vía o tramos de ruta (sin que se efectúen paradas), mientras que la velocidad determinada a partir de este tiempo se define como la *velocidad media de tránsito* del tramo o sección que se considere en el cálculo.

Así pues, para la identificación de los proyectos de inversión es necesario determinar la capacidad de 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 s
Para CDT (control directo de tráfico):	438 s
Para CTC (control de tráfico centralizado):	276 s

Los Sistemas de Control de Trenes se describen en el punto siguiente.

VI.2 Características generales de los Sistemas de Control de Tráfico.

Existen diversos sistemas de control y despacho de trenes. En el caso de líneas de bajo tráfico se emplean las Órdenes de Tren (OT), sin embargo, a medida que se incrementa el volumen de trenes es necesario pasar a sistemas avanzados, tales como el Control Directo de Trenes (CDT) o el Control de Tráfico Centralizado (CTC).

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 a 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 se otorga 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 con base en señales luminosas y cambios de vía a control remoto, desde un mando central con gran fluidez y seguridad en la operación de trenes. Este 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. Delos análisis de capacidad de los tramos se determina la necesidad de instalar este tipo de sistemas.

VI.3 Modelos para la determinación de la capacidad de las vías.

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

$$C_m = 1440 / T + t$$

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 mencionado, obteniendo las siguientes expresiones para su determinación:

$$\begin{aligned} C_r &= 0.66 C_p && \text{para Órdenes de Tren} \\ C_r &= 0.7145 C_p && \text{para Control Directo de Trenes} \\ C_r &= 0.769 C_p && \text{para Control de Tráfico Centralizado} \end{aligned}$$

donde: C_r = 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:

$$\begin{aligned} C_r &= 660 / T+t && \text{Para Órdenes de Tren} \\ C_r &= 769 / T+t && \text{Para Control Directo de Trenes} \\ C_r &= 886 / T+t && \text{Para Control de Tráfico Centralizado} \end{aligned}$$

VI.4 Identificación de los proyectos de inversión ferroviaria.

Primeramente, se toma una base en el número de trenes diarios, la cual se toma de las estadísticas registradas durante el año en estudio (información que se encuentra en la Subdirección General de Reestructuración del Departamento de Estadística de FNM); 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.

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.

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.

Uno de los proyectos que resulta de este análisis es el que se presenta a continuación:

1.- Instalación del sistema de control de trenes CDT, y posteriormente del CTC en el tramo Aguascalientes-Chicalote-F. Pescador, pertenecientes a la línea "A".

LÍNEA "A" TRAMO AGUASCALIENTES - CHICALOTE			
Trenes de carga diarios	16		
Tiempo del tramo limitador	50	<i>No. de trenes</i>	
		O.T.	25
<i>Capacidad Potencial del tramo</i>		C.D.T.	32
O.T.	48	C.T.C.	43
C.D.T.	55		
C.T.C.	64	<i>Año de saturación del tramo</i>	
		O.T.	2005
<i>Capacidad Real del tramo</i>		C.D.T.	2010
O.T.	32	C.T.C.	2012
C.D.T.	39		
C.T.C.	49		

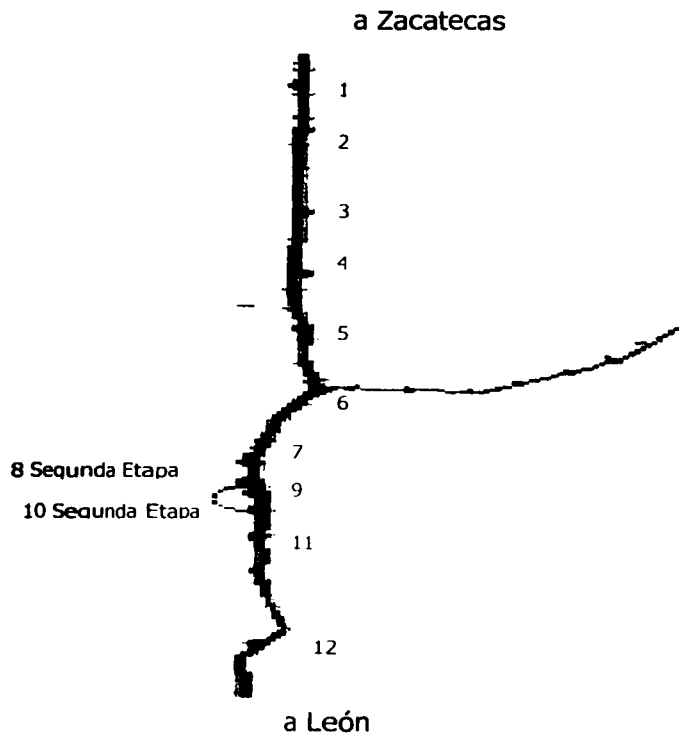
Con esto se determina la capacidad para el tramo de Cosío-Peñuelas, quedando de la siguiente manera:

TRAMO COSÍO - PEÑUELAS (2005) L=73 Km	
Demanda diaria	26,000 pasajeros
Demanda Hora Pico	2,608 pasajeros
Demanda Hora Valle	553 pasajeros
Intervalo Hora Pico	12 minutos
Intervalo Hora Valle	60 minutos
Carros por tren	4
Trenes por día de trabajo	19
Horas de Operación por día	17
Horario de servicio	6:00 - 23:00

* En el Anexo se encuentra especificado el diagrama de corridas que contempla tanto al Ferrocarril Suburbano como al de carga y su coexistencia.

Estaciones correspondientes al tramo Cosío-Peñuelas y su ubicación a lo largo del corredor.

ESTACIONES		Tipo de Estaciones			
1a. Etapa	2a. Etapa	T-1 Estación Central	T-2	T-3	T-4
1. Cosío			●		
2. Rincón de Romos			●		
3. Pabellón de Arteaga				●	
4. San Fco. de los Romo				●	
5. Parque San Francisco				●	
6. Parque Valle de Aguascalientes				●	
7. Av. Siglo XXI (3er Anillo)			●		
9. Estación Central	8. 2o. Anillo Norte	●			●
11. Ciudad Industrial/Nissan	10. 2o. Anillo Sur			●	
12. Peñuelas			●	●	



CAPÍTULO VII

**INGENIERÍA DE PROYECTO Y ESTIMACIÓN DE LAS
INVERSIONES NECESARIAS.**

VII.1 Infraestructura básica del Ferrocarril.

La utilización de las vías férreas ha puesto de manifiesto la necesidad de conocer los elementos que se requieren para el funcionamiento del ferrocarril. Principalmente son tres los componentes: la vía, la locomotora y el equipo de arrastre; así como los patios, terminales y estaciones que son instalaciones necesarias para dar fluidez al servicio ferroviario.

VII.1.1 Estructura de la vía.

El concepto de vía se puede dividir en tres partes fundamentales: la manera en que se estructura la vía férrea, la geometría, y las construcciones como puentes y túneles que hacen posible su tránsito por las diversas formas de terreno que existen en un territorio.

Las finalidades de esta parte de la estructura de una vía férrea son las siguientes: alcanzar la altura necesaria para satisfacer principalmente las especificaciones geométricas (sobre todo en lo relativo a la pendiente longitudinal), resistir las cargas del tránsito transmitidas por las capas superiores y distribuir los esfuerzos a través de su espesor para transportarlos en forma adecuada al terreno natural, de acuerdo con su resistencia.

Los suelos gruesos o granulares *, son ideales para formar terraplenes, cuando además de estar bien graduados, tienen buenos valores relativos a las siguientes características:

ORIGEN: petrográfico de roca dura y densa.

FORMA: con aristas vivas adecuadas a elevados ángulos de fricción interna.

SUPERFICIE: rugosa en sus caras.

CEMENTACIÓN: químicamente favorable al reaccionar con el agua y con la consolidación, drenaje, humedad propia, etc.

Capa subrasante y capa de sub-balasto.

Las capas superiores de la subestructura de una vía férrea, deben reunir diversas características de resistencia e impermeabilidad, que le permitan cumplir sus funciones drenantes y estructurales. El drenaje superficial se realiza por el escurrimiento de agua pluvial sobre las pendientes transversales de la corona de la formación, impidiendo su filtración alas terracerías. Como elementos estructurales, estas capas distribuyen las presiones transmitidas por la carga viva, a través de los rieles, durmientes y balasto. Para lograr esas cualidades, se emplean dos procesos diferentes, que dan lugar a dos tipos de capas: la capa subrasante o capa de mejoramiento de terracerías y la capa de sub-balasto.

La capa subrasante se forma con el mismo material de las terracerías, al cual se le da un tratamiento especial que las mejora, este mejoramiento se obtiene, en algunos casos, agregando antes de compactar algunos materiales que modifiquen favorablemente la granulometría; en otros casos, dándole únicamente un mayor grado de compactación que el resto de las terracerías. El espesor de la capa subrasante varía de 30 a 50 centímetros y se construye generalmente como apoyo del sub-balasto en terracerías de materiales poco resistentes o en la parte superior de la subestructura, cuando se considera innecesario al sub-balasto.

La capa de sub-balasto está constituida por materiales procedentes de suelos, depósitos naturales o rocas alteradas, generalmente sin ningún tratamiento previo a su utilización. Además de una buena granulometría, contracción lineal reducida y alto valor cementante, se exige de los materiales que van a formar parte de esta capa un valor relativo de soporte estándar mínimo de 30%. Si se considera que alas funciones estructurales y de drenaje, se ha agregar que este material debe impedir la incrustación del balasto, al que sirve de apoyo, resulta de particular importancia este requisito, ya que el valor relativo de soporte puede considerarse como una mitad a la resistencia a la penetración de un material saturado, cuando previamente ha sido compactado a la humedad óptima.

Aunque siempre se recomienda construir el sub-balasto sólo un poco antes del tendido de la vía, para evitar su deterioro con el tránsito del equipo de construcción; no es posible impedir que sirva de superficie de rodamiento a los vehículos de aprovisionamiento y supervisión.

MATERIAL DE LA CAPA SUBRASANTE

SUELO*	VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTÁNDAR MÁS FRECUENTE	ESPESOR DEL SUB-BALASTO REQUERIDO
GW, GP, SW	Mayor de 40%	No se requiere
GC, SP, SC	De 20 a 40%	No se requiere
CL, ML	De 8 a 20%	30 cm
OL, MH, CH	Menor de 8%	40 cm

Tabla VII.1.1.1

Balasto

Es el nombre genérico dado a los fragmentos angulosos de roca impermeable y no porosa, seleccionados en su dureza, dimensiones, granulometría, forma, homogeneidad, limpieza y es resistente a la abrasión y al intemperismo, proveniente de la trituración de bloques extraídos de las canteras de roca dura. Sus principales objetivos son:

- Confinar los durmientes, oponiéndose a sus desplazamientos longitudinal y transversal, originados por el frenaje o la tracción del equipo, por las fuerzas centrífugas o por sobreelevación excesiva en las curvas y en las vías soldadas, por los considerables esfuerzos que se desarrollan con los cambios de temperatura.
- Transmitir presión a la subestructura y amortiguar las vibraciones.
- Proporcionar una rodadura suave y permitir el drenaje de agua pluvial.
- También sirve de elemento nivelador para la conservación de la rasante (nivelación y trazo).

Las dimensiones del material que forma el balasto, pueden variar desde 2 hasta 7.5 cm, aunque generalmente se exige que no pasen de 4 o 5 cm. Esta limitación se debe a las dificultades que presenta el material grande, para la precisión con que deben ser niveladas las vías.

Estos materiales se obtienen de la trituración de rocas o de escorias de fundición y en algunas ocasiones por la trituración parcial de conglomerados extraídos de depósitos naturales. También pueden utilizarse gravas de mina o de río, cribadas únicamente y algunas veces lavadas, siendo conveniente combinarlas con materiales triturados. El caso más frecuente, y también el más complicado, es el de la trituración de la roca.

En cuanto al espesor que debe de tener, estudios realizados coinciden en que la intensidad de las presiones disminuye a medida que el espesor del balasto aumenta, hasta llegar a un espesor en que las presiones se distribuyen uniformemente. Las experiencias que se tienen en este concepto en las vías férreas nacionales, nos muestran líneas con tránsito ligero en las que un espesor de balasto de 30 cm han dado un buen resultado, y para líneas principales se usan 45 cm. Aunque el espesor se determina de acuerdo con la práctica regional, en general se pueden hacer consideraciones teóricas como las siguientes:

Para encontrar la presión que los durmientes transmiten al balasto existen formulas empíricas, la de mayor utilización es la de la American Railway Engineering Association (AREA).

$$h = (17 P_o / P)^{1/1.125}$$

Donde:

h = espesor del balasto

P_o = presión de la base del durmiente

P = esfuerzo permisible en la capa subrasante

La formula de AREA supone que la presión se distribuye según el ángulo de 45°.

La circulación de vehículos ferroviarios origina sobre la vía una onda de avance que da lugar a la elevación de los durmientes situados delante del vehículo en el sentido de su marcha.

Rieles

Los rieles son dos secciones de acero colocadas de manera paralela, a una distancia entre sus costados interiores llamada escantillón. Estos elementos forman el elemento de rodamiento del equipo móvil y requieren una precisión máxima a su alineamiento horizontal y vertical. Las velocidades del equipo someten a los rieles a grandes esfuerzos, por lo que es necesario que estén perfectamente sujetos para evitar, en lo posible, movimientos y amortiguar la vibración de los impactos.

La sección del riel es de una viga I fabricada de una sola pieza, en cuyo patín superior (denominado hongo o cabeza) se apoya el equipo de manera directa. Esta sección tiene un desgaste muy fuerte y cuenta con alma y placa inferior, con la cual se sujeta al durmiente por medio de los accesorios correspondientes.

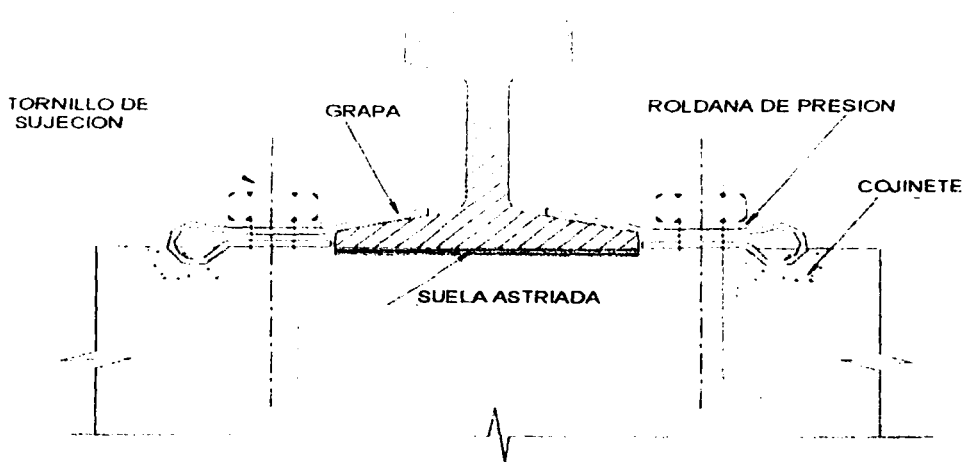


Figura VII.1.1.1

Los esfuerzos a los que está sujeto el riel y por lo tanto su vida útil, dependen de las cargas y las velocidades del equipo rodante, de su calibre (peso por longitud), del área de apoyo y espaciamiento de los durmientes, la calidad del balasto, la eficacia de la sujeción del riel al durmiente y de éste en el balasto, la longitud normal de los rieles será de 11.89 m a la temperatura de 16°C.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RIELES

PESO NOMINAL DEL RIEL LIBRA / YARDA	70-80	81-89	91-120	121 Y MAYORES
Carbono %	0.55-0.68	0.64-0.77	0.67-0.80	0.69-0.82
Manganeso %	0.60-0.90	0.60-0.90	0.70-1.00	0.70-1.00
Fósforo, máximo%	0.04	0.04	0.04	0.04
Silicio %	0.10-0.23	0.10-0.23	0.10-0.23	0.10-0.23

Tabla VII.1.1.2

La influencia de los elementos químicos citados sobre las características físicas del acero del riel son las siguientes:

- El carbono aumenta la dureza y la resistencia al desgaste, aunque un exceso de este elemento es causa de fragilidad en el acero.
- El silicio mejora la calidad del acero gracias a que, debido a su afinidad por el oxígeno colabora a la eliminación de gases durante la elaboración del mismo y facilita la laminación del carril. Además, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste.
- El azufre no se especifica en la tabla anterior, ello es debido a que confiere fragilidad al acero en frío, sin embargo es posible su eliminación completa, y exige que sea mantenido dentro de límites aceptables.
- El manganeso aumenta la dureza, la resistencia al desgaste y la tenacidad, proporcionando una adecuada viscosidad al acero durante la fabricación, pero dificulta la soldabilidad.

El peso del riel está ligado a la carga por eje, velocidad de circulación y densidad de tráfico de las líneas. Las cargas por eje, históricamente, han aumentado. La locomotora Rockett de Liverpool-Manchester (1830), construida por Stephenson, pesaba 4.3 Ton y su carga por eje máxima era de 3 Ton, mientras que su rueda motriz tenía un diámetro de 140 cm. Las locomotoras construidas en 1854 ya pesaban 48 Ton y tenían una carga por eje de 12 Ton. Se llegó después a un estancamiento en el crecimiento de las cargas por eje, provocado por la desconfianza de los ferroviarios sobre la capacidad de resistencia de la vía, pero vencidos estos temores, actualmente la carga por eje de locomotoras suele ser de 25 Ton, y la de vagones también alrededor de 25 Ton para un diámetro de rueda de 910 mm.

Durmientes

Son parte integral de las vías férreas, y están situados en dirección transversal al eje de la vía, y sobre ellos se colocan los rieles, las principales funciones que debe cumplir un durmiente son: servir de soporte a los carriles, fijando y asegurando su posición, conseguir y mantener la estabilidad de la vía en el plano horizontal tanto longitudinal como

transversal, además permiten la estabilidad vertical. Pueden ser de madera, acero o de concreto.

El uso de los durmientes de madera tiende a desaparecer por la escasez de recursos naturales, actualmente su uso es constante principalmente en vías secundarias. Presentan una elevada elasticidad, proporcionan la facilidad de aplicar distintos calibres de riel sin variación en la sección y además un elevado aislamiento eléctrico. La sección tipo de los durmientes de madera es de 18 cm x 20 cm x 2.40 m.

Otro tipo de durmiente es el de acero, denominado concha; éste es hueco y requiere una colocación cuidadosa para introducirlo y clavarlo en el balasto. Este durmiente proporciona un excelente anclaje útil en zonas sinuosas o donde hay riel soldado; se daña en forma mínima por descarrilamiento y puede habilitarse por medio de soldadura.

VII.1.2 Geometría de la vía

Como bien se sabe debido a la cercanía con los Estados Unidos, el intercambio del equipo ferroviario así como la disponibilidad del equipo, ha hecho que en México se tengan que seguir las recomendaciones de la AREA adoptándose como escantillón estándar en el sistema la distancia de 1.435 m medida entre caras internas del hongo de los rieles que forman una estructura y a 14 mm por abajo del plano de rodadura.

En relación con el trazado de las líneas, se deberá considerar su alineamiento tanto en los planos horizontal y vertical, para compaginar la geometría de la vía con la circulación del equipo, se reflejan tanto en el alineamiento en planta, como en alzado.

Los tipos de curvas existentes son: curvas compuestas, curvas verticales, sobre elevaciones y las curvas espirales.

Las curvas simples se caracterizan por el ángulo sexagesimal subtendido en el centro por una cuerda de 100 ft de longitud (30.48 m).

Las curvas compuestas pueden ser cuando se llevan en el mismo sentido dos o más curvas sencillas con diferentes grados de curvatura y radios, considerando además que entre ellos se tienen puntos de tangencia comunes.

Las curvas verticales son necesarias para el paso paulatino de una pendiente a otra, para lograrlo se enlazan curvas verticales parabólicas, eliminándose choques y tirones entre las unidades que forman el convoy incluyendo la locomotora; mientras más desarrollo tengan estas curvas, mayor será la reducción que se logre en efecto de cambio entre pendientes.

En primer término surge el concepto de sobre elevación como medio para distribuir el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre la vía, sobre los pasajeros y sobre la carga,

con mayor efecto cuando en dicha carga se encuentran líquidos. Se tiene el concepto de curva de transición para lograr una variación gradual tanto del peralte como de las aceleraciones centrífugas, esto nos capacita para dar un tránsito con mayor comodidad y seguridad y llevan a otro adicional como es el sobreelevación del escantillón en las curvas dentro de la fase constructiva de la vía para facilitar el paso del equipo.

La *sobreelevación* o peralte de la vía, es la diferencia de nivel que deberá existir entre los dos rieles que forman la vía en una curva, para una sección normal al eje de la misma. La elevación del riel extremo de una curva en relación con el riel interno es deseable en la vía de una línea principal. La cantidad de elevación depende del grado de curvatura y la velocidad de operación deseada a la largo de la curva. Sin embargo, la cantidad de elevación está limitada usualmente a 6 pulg. para evitar la inclinación indebida del tren, si se detiene en la curva. Para curvas pronunciadas, puede ser necesario restringir la velocidad del tren, de manera que no exceda mucho la velocidad para la que se diseña la elevación de la curva. Se define entonces, la velocidad de equilibrio como aquella velocidad en la que la fuerza centrífuga debida a la curvatura está balanceada por la componente hacia adentro del peso del carro debida a la elevación de la curva.

Para un grado dado de curva y elevación, tenemos:

$$V = v (E / 0.0007D)$$

Donde:

V = velocidad de equilibrio en mph
 E = elevación del riel externo en pulgadas
 D = grado de curva

La *curva espiral* es la curva en la que gradualmente se disminuye su radio desde el infinito en la recta hasta el valor de la curva circular que presente en su principio, mismo procedimiento a la salida de la misma. Una espiral aumenta gradualmente la curvatura, eliminando en esta forma un cambio abrupto en la velocidad de desplazamiento lateral de los carros. La longitud de la espiral debe ser tal, que dé a los pasajeros tiempo para adaptarse a la fuerza centrífuga desbalanceada, sin sentir un jalón al entrar o salir de la curva. La longitud mínima deseada de la espiral, en pies, es la mayor de las longitudes determinadas a partir de:

$$L = 1.63E_u V; \quad L = 62E_a$$

Donde:

V = velocidad máxima del tren en la curva, en mph
 E_u = elevación desbalanceada, en pulgadas
 E_a = elevación del riel externo, en pulgadas

VII.1.3 Puentes y Alcantarillas

Debido al hecho de que las líneas férreas cruzan materialmente el paisaje, es muy frecuente la necesidad de salvar obstáculos, naturales creados por el hombre, para lo cual es preciso recurrir a obras de cruce.

Puentes

Los puentes ferroviarios sirven de soporte a la estructura de la vía, al mismo tiempo de permitir el paso bajo ellos de una vía de tráfico natural o artificial que en otro caso interferiría con el ferrocarril.

El desempeño de estas funciones que se acaban de exponer exige que los puentes ferroviarios presenten ciertas características de tipo general, de las que se pueden destacar las siguientes:

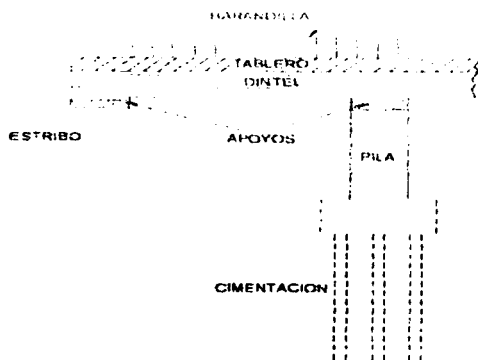


Figura VII.1.3.1

- Presentar adecuada robustez para soportar las acciones, tanto estáticas, debidas al peso propio, como dinámicas, generadas por la circulación de los trenes, los elementos atmosféricos y de carácter térmico.
- Estar dotados de las dimensiones convenientes para permitir el libre paso del tráfico en conflicto con el ferrocarril.
- Haber sido objeto de un correcto proceso de proyecto y dimensionamiento que sea compatible morfología, luces máximas, material y exigencias mecánicas a que se verá sometido.

De una forma general, la estructura de un puente está constituida de acuerdo con la siguiente figura:

En relación con su proyecto y de forma general, podemos establecer una serie de características diferenciales básicas entre los puentes ferroviarios y los de carretera, se pueden resumir en las siguientes:

- Un puente ferroviario está solicitado por una sobrecarga muy importante, lo que determina que la relación entre los esfuerzos producidos por esta y los de carga permanente sea elevada.
- En lo que se refiere a su distribución transversal sobre el tablero, la sobrecarga está fijada en unas líneas determinadas, al contrario de lo que ocurre en un puente carretero, en el cual la sobrecarga puede distribuirse de forma aleatoria.

La vía y el puente

Se pueden adoptar diversas variantes de como la estructura de la vía se relaciona con el tablero del puente, estas se pueden sintetizar en la siguiente tabla:

DIVERSAS POSIBILIDADES DE COLOCACIÓN DE LA VÍA SOBRE Puentes

VÍA SOBRE BALASTO	Puentes METÁLICOS	BALASTO SOBRE CUBETA METÁLICA
	Puentes de concreto	Balasto sobre cubeta de concreto Balasto sobre cubeta Balasto sobre el piso del tablero
Vía sin balasto	Puentes con tablero liso o con piso	Piso de concreto
	Puentes con tablero calado o sin piso	Piso de chapa Fijación a elementos auxiliares

Tabla VII.1.3.1

El caso de la vía con balasto sobre puentes, es el más extendido y la opinión general es que la colocación de la vía se efectúa según los mismos principios que en vía normal. Se estima que antes de disminuir la capa de balasto sobre el puente es preferible eliminarla por completo si existen problemas de altura, colocando entonces la vía sobre el concreto o el acero directamente por intermedio de apoyos elásticos.

La vía sin balasto sobre puentes se justifica fundamentalmente por dos razones: en base a la penalización económica que el peso del balasto representa en luces de importancia, y a

causa de los problemas de gálibo o rasantes que pueden exigir una cota mínima de la superficie de rodadura de la vía.

Cuando existe una fijación directa del carril al puente, incluso con interposición de placas de caucho, la reflexión acústica da lugar a un notorio aumento del nivel del ruido en comparación con una estructura de balasto.

Los puentes largos, especialmente los de acero, pueden generar ruido al paso de las circulaciones. Por ello, los puentes deben tender a construirse en concreto, pero existen sin embargo, múltiples casos en los que la estructura debe ser de acero y entonces se deben tomar medidas anti-ruido colocando elementos aislados vibratoriamente de la estructura del puente. Las estructuras protegidas contra el ruido presentan problemas de conservación y por ello es mejor introducir estructuras completas de concreto y acero.

Cuando la vía sea curva, se deberán determinar las tolerancias para la cantidad que sobresalga del vagón, pero además se deberán establecer las dimensiones especificadas para la estructura en relación con los rieles que normalmente están superelevados o inclinados en una curva.

Si el túnel tuviera un andador de urgencia, este deberá quedar fuera de las dimensiones especificadas para el gálibo, pero a menos que se destinara al uso del personal cuando estuviera en operación el tren, no será necesario dejar espacios libres que serían esenciales para dar protección contra los trenes que pasan.

Alcantarillas

Tubos, bóvedas losas y caños cubiertos (con claros individuales hasta el máximo de 6 metros) constituyen los pequeños pasos de agua denominado alcantarillado.

Mampostería, concreto (ciclópeo, simple o reforzado) tubos rígidos o flexibles, láminas *Multiplate*, rieles empatinados de recobro, etc., constituyen los materiales empleados según dicte la economía local.

Existen determinados modelos previamente calculados denominados proyectos tipo, y se aplican con sencillas adaptaciones a numerosos problemas resueltos directamente en campo.

En general, debe adoptarse una localización en planta, adecuada para evitar el azolve, la socavación o la desviación del cruce, aún cuando ello signifique el viajar el eje y respecto al perfil; debemos evitar además usar fuertes pendientes que produzcan velocidades elevadas sin lograr incrementar los gastos máximos críticos, cuando el trante llena el tubo o la bóveda, antes de iniciar el inconveniente funcionamiento ahogado.

Las alcantarillas fallan generalmente por socavación, lo cual demanda zampeados y destellones, o cimentación profunda; también fallan estas pequeñas obras, por azolve y arrastre de arbustos, en las difíciles zonas donde cambian las pendientes de lomerío a planicie; desarenadores o cajas azolve, o preferentemente una capacidad sobrada y evitar fuertes cambios de pendientes (entre el canal de entrada y el caño de la obra) resuelven estos problemas, donde en ocasiones precisa utilizar alcantarillas de paso superior.

VII.1.4 Locomotoras y vehículos de carga.

La locomotora constituye en primer lugar la principal fuerza motriz del sistema ferroviario, los diversos tipos de locomotora que se utilizan se deben principalmente al nivel de tecnología y mano de obra del país o la región donde se espera ser usada. El uso de locomotoras más eficientes en tamaño, tecnología y productividad conduce a una situación que demanda ahorrar en costos de operación y mantenimiento, en contraparte a ello existe un notable incremento en la productividad y eficiencia, tanto en el tiempo de reparación, como en el tiempo de traslados.

Principios básicos de Física.

Por la física se sabe que toda fuerza (F) aplicada a un cuerpo produce una aceleración (a), similar al peso (W) que es resultante de la gravedad (g). La fuerza desplaza al cuerpo una distancia (L) y el producto (FL) representa un trabajo (kilográmetros) o toneladas por metro.

La cantidad de trabajo por segundo, es la *potencia* que en ferrocarriles se expresa en HP (HP = 75 kilográmetros por segundo).

$$FL = Wv^2a; \quad Wh = Wv^2/2g$$

h es la "carga de velocidad" y equivale a la altura que podría vencer un tren, mediante la energía cinética que le produce la velocidad (v). Concibiendo la energía cinética como la capacidad para ejecutar un trabajo, y la *velocidad* se expresa como:

$$v = L / T$$

el tiempo empleado es expresado en metros entre segundo o kilómetros por hora.

Tipos de locomotoras

Los tipos de locomotoras son las diesel eléctricas, diesel mecánicas, diesel hidráulicas, y de turbina de gas.

Diesel mecánicas

La transmisión mecánica es similar a la del automóvil, empleando hasta 6 velocidades hacia adelante y 1 en reversa; conectando el árbol del motor con diferencial para obtener la rotación separada que produce el movimiento de las bielas que conectan a las ruedas motrices entre sí. Se usan en patios de industrias, plantaciones de caña, minas, etc. Pesan desde 20 hasta 100 toneladas y su potencia varía desde 60 hasta 500 HP. Sus velocidades mínimas son de 7km/hr para máxima fuerza tractiva y la máxima es de 30 a 50 km/hr.

Estas máquinas admiten radios de curva mínimos y sus costos de mantenimiento son bajos.

Diesel eléctricas

Se emplean desde 1000 hasta 6000 HP por unidad y donde la densidad y tráfico son máximos, se debe acondicionar la curvatura y pendiente, para permitir el empleo de máxima potencia por unidad. Su máxima velocidad es de 110 km/hr pero se puede variar hasta 130 km/hr.

Este tipo de locomotoras, son máquinas eléctricas que contienen su propia planta termoeléctrica, o sea un generador accionado por un motor de combustión interna del ciclo de dos tiempos, el cual tiene una potencia mucho mayor que la entrega a los motores eléctricos de tracción; el mérito incuestionable de estas unidades consiste en su autonomía y capacidad para resolver económicamente problemas de tracción para vías de escaso tráfico.

Existen también las locomotoras diesel eléctricas AC 6000 HP las cuales contienen un mecanismo que permite la tracción radial, por ello ofrecen una mayor adherencia.

Principios eléctricos de las locomotoras diesel eléctricas

Para iniciar la marcha, el generador principal requiere de una pequeña corriente de excitación del motor diesel para producir corriente (ámperes) a determinada presión V (volt) para mover los motores.

Gradualmente la corriente máxima (necesaria para iniciar el movimiento del tren con sus motores de tracción) se encuentra en choque contra otra corriente generada por la inercia del tren al moverse, el cual convierte a cada motor, en otro virtual generador; este efecto simultáneo de dos corrientes en sentido contrario, hace que el generador principal pueda mover al tren, sólo hasta que la contracorriente denominada *fuerza contra electromotriz* sea menor que la fuerza motriz.

Diesel hidráulicas

La transmisión hidráulica, utiliza como medio fluido el aceite, el cual absorbe los cambios de fuerzas y revoluciones de la bomba centrífuga de mando, al rotor mandado y, viceversa, con elevación de la temperatura, que requiere a su vez, un especial dispositivo de enfriamiento del aceite encerrado en la caja de la transmisión hidráulica.

La transmisión hidráulica, equivale a miles de trenes de engranes mecánicos, con extraordinaria eficiencia.

Con frecuencia se usa la combinación de caja de velocidades y convertidor hidráulico, o sea la transmisión hidromecánica la cual aumenta la eficiencia del mecanismo en alta y baja velocidad.

Las locomotoras diesel hidráulicas, usan toda la eficiencia del motor diesel que es de 35% y eliminan la necesidad de usar tanto el generador eléctrico como los motores eléctricos de tracción mediante una transmisión hidráulica de gran eficiencia y que permite usar mayor peso de motores diesel por locomotora, o sea mayor potencia en igualdad de peso con respecto a las diesel eléctricas.

Las eléctricas pueden remolcar trenes más pesados a baja velocidad, o en mayores pendientes, que las diesel eléctricas, debido a que estas últimas se recalientan a velocidades menores de 12 millas por hora, en tanto que las hidráulicas aceptan menores velocidades sin recalentarse y con mucho mayor fuerza tractiva.

Este tipo de locomotoras, se fabrican desde 650HP, hasta 4500 HP, operando los motores diesel a 1500 RPM.

Las velocidades máximas oscilan entre 100 y 140 kph y las máximas fuerzas tractivas entre el 15 y el 25% de la velocidad máxima, lo cual ofrece trenes de carga pesados compatibles con alta velocidad.

Turbina de gas

La Union Pacific, empleó una gran flota de locomotoras de este tipo, como una solución de fuerza para 30 locomotoras con 135000 caballos de total potencia. Las ventajas del empleo de estas se resume como sigue:

- Poder usar residuos de petróleo (con mínimo precio) y carbón pulverizado.
- Peso mínimo necesario.
- Bajo costo de conservación (tanto de mano de obra como de refacciones).
- Factible producción industrial en masa (de turbinas para diversos usos) logrando reducir los costos iniciales.
- Conexiones sencillas con los equipos de generación eléctrica.
- No emplear agua.

En cuanto a los vehículos no motores, se clasifican en los de carga y los de pasajeros. A los primeros se les conoce con el nombre de vagones, a los segundos se les llaman coches. Existe una gran diversidad de tipos de vagones entre los que destacan: plataforma, plataforma para el transporte combinado, jaula, tanque o cisterna, tolva, cerrado, abierto y góndola, entre otros.

VII.1.5 Estaciones, patios y terminales.

Estaciones

Para decidir la localización de estaciones debe considerarse: que se tenga un buen acceso a la terminal de camiones o autobuses; que la ubicación sea adecuada, de hecho se estima que concentraciones industriales y comerciales se localicen a 700 pies entorno de cada estación, y que se cuente con los espacios suficientes para el estacionamiento de camiones o autobuses.

A partir de lo anterior será posible determinar tentativamente la localización de cada estación para atraer el máximo número de viajeros, o de carga, y ofrecer el mejor servicio.

Por otro lado, los andenes deben ser tan largos como el tren más largo con el que vaya a operarse. Para trenes de pasajeros, los andenes o el pavimento para carga y descarga están generalmente del lado externo de la vía o de las dos vías.

Terminales

Existen principalmente dos tipos de terminales, las terminales de pasajeros y las terminales de carga.

Una terminal de carga tiene como función básica la de realizar el plan técnico de transporte de trenes de mercancías en su campo específico de recepción, expedición, formación y clasificación del material remolcado, además de permitir el transbordo de mercancías desde los vagones a los camiones de carga o viceversa.

La terminal debe contar con el sector de carga y descarga. Este sector cuenta principalmente con los siguientes elementos:

FACTORÍA COMERCIAL: Es el edificio en el que se produce la relación del ferrocarril con el cliente de sus servicios, abarcando las oficinas necesarias para ofrecer el servicio comercial de la terminal.

PLAYAS: Consisten en una serie de vías con topera destinadas a la situación del material ferroviario, que poseen pavimento afirmado a uno o los dos lados de las mismas, para permitir la circulación de los camiones de carga.

MUELLES: Son superficies de almacenaje de mercancía y de rodadura de medios de manutención, que permiten al ferrocarril adaptarse a las necesidades del cliente. Los muelles precisan de instalaciones complementarias entre las que se encuentran las de iluminación, tomas de agua contra incendios, básculas, calefacción, etc.

Patios

La mayoría de los ferrocarriles necesitan una o más instalaciones de patio. Estas deben contar con un patio de recibo, clasificación y de despacho.

Un patio consta de una serie de vías paralelas, llamadas vías de patio o vías paralelas de patio, en las cuales se colocan los carros, y una vía maestra o de enlace en cada extremo. Un cambiavía conecta cada grupo de vías de patio o una vía maestra. En esta forma, la vía maestra es un medio para ubicar o desplazar los carros de cada vía de patio.

El patio de recibo

Debe ser razonablemente accesible desde la línea principal. Sus vías deben tener la longitud suficiente para dar cabida al tren más largo sin tener que repartirlo en dos vías. El número requerido de vías de recepción depende del espaciamiento entre las llegadas de trenes y el tiempo necesario para clasificarlos.

El patio de clasificación

También conocido como patio de lomo, joroba o de gravedad, utiliza la gravedad para activar los cambios de carros. El tren de carros es empujado hasta un lomo, punto desde el que uno o más carros son sucesivamente desenganchados en movimiento y se les deja rodar hacia abajo por el declive hacia el patio de clasificación. La altura del lomo debe bastar para impartir velocidad suficiente y superar la resistencia a la rodadura de cada carro hasta el punto más alejado del patio.

Su funcionamiento es como sigue: supóngase que viene un tren del sur y no va a detenerse en la estación, entonces se sigue por la vía troncal sin detenerse; por el contrario, si el tren si va a entrar a la terminal, llega primero al patio de recibo, en donde debe haber vías suficientes para recibir los trenes que van llegando. El tren deja los carros para los diferentes destinos, por lo que hay que clasificarlos. Después de la primera clasificación viene una segunda, que es donde entra la característica principal de los patios o sea la báscula, la cual está situada en el cuello de botella y en el punto más alto de la vía. La locomotora, deja caer los carros y se va. El carro se desliza por gravedad bajo el control de un operador. Los trenes se van formando y quedan listos en ambos sentidos.

El patio de despachos

Debe tener la longitud suficiente para dar cabida al tren más largo. Si la pendiente es contraria ala dirección de arranque, aquella debe ser por lo menos un 20% inferior a la pendiente normal en que opera dicho tren.

Las vías de reparación de carros deben estar provistas de lo necesario para alojar el número de carros que se van a reparar y tomar en cuenta el tiempo de reparación. Estas vías pueden espaciarse a 18 pies y alternarse con espacios suficientes para dar cabida al equipo mecánico.

Normalmente se necesita una casa de máquinas para dar servicio y almacenaje a las máquinas de patio y de viaje.

Otras instalaciones de terminal que pueden necesitarse son:

- Vías de transbordo, que tengan áreas adjuntas pavimentadas para pasar carga de camiones a los carros.
- Desvíos muertos con una rampa en los extremos; deben colocarse entre las vías, plataformas angostas a la altura del piso de los carros, con salidas de energía eléctrica para cargar y descargar automóviles o camiones con remolque en los carros plataforma.
- Rampas elevadoras para la carga de automóviles en los carros plataforma.

- Vías del galpón de carga en el edificio de una estación de carga para embarques que no lleguen a la capacidad de un carro.
- Muelles para cargar carros o su contenido en barcos.
- Volcadores de carros tipo volquete para voltear y vaciar carros tolvas.
- Instalaciones para ir vaciando carbón o minerales. Tolvas y elevadores para almacenar grano.
- Provisión para grúas elevadas, esmeriladoras de ruedas, fosas de montaje y desmontaje de ruedas, etc., depende de la magnitud de las reparaciones que deben hacerse en esa instalación. Las instalaciones de servicio deben suministrar también combustible, agua y arena.
- Zonas de abastecimiento de locomotora.

VII.2 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.

VII.2.1 Costos de amortización del equipo tractivo y de arrastre.

Costo de amortización del equipo tractivo.

$$Cal = Pal(Fr) / 8760(Fu)n$$

donde:

- Cal = Costo de amortización de un 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 = Valor 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.

$$Cac = Pac / 8760(n)$$

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.

$$Cat = Cal (NL) + Cac (NC)$$

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

VII.2.2 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.

$$Cctr = NL (PCP)(CHtr)(Cc+Cl/130)$$

donde:

- Cctr = 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 (%)
- CHtr = Consumo horario de combustible de una locomotora en condición transitando (720 lt/hr)
- Cc = Costo del combustible (\$/lt)
- Cl = Costo del lubricante (\$/lt)
- 130 = Factor de relación entre el consumo horario de combustibles y lubricantes.

Costo de consumo holgando.

$$Ccho = NL (CHho)(Cc+Cl/130)$$

donde:

Ccho = Costo horario de consumo de combustibles y lubricantes en condición holgando (\$/hr)

CHho = Consumo horario de combustible de una locomotora en condición holgando (36 lt/hr)

NL, Cc y Cl = Son iguales que en el caso transitando

Costo de consumo total.

$$Ccot = Cctr + Ccho$$

donde:

Ccot = Costo horario total de consumo de combustibles y lubricantes (\$/hr)

VII.2.3 Costos de reparaciones adicionales al equipo

Estos costos se producen por el uso del equipo rodante en vías que se encuentran en condiciones 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 determinados.

Costo de reparaciones adicionales a locomotoras.

$$Cral = 5 (FC)(PI)NI$$

donde:

Cral = Costos 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.

$$Crac = 0.7 (FC)(NC^2/50)$$

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.

$$Crat = Cral + Crac$$

donde:

Crat = Costo total de reparaciones adicionales (\$/hr)

VII.2.4 Costos de tripulación

La tripulación de un tren consta de un conductor, maquinista y un ayudante de maquinista por cada dos locomotoras conectadas al convoy, y varios garroteros; el número de estos 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:

$$CTt = (CC + CM + CAM + CG)(L)$$

donde:

CTt = Costo de tripulación por tren (\$)

CC = Costo atribuible al conductor (\$/km)

CM = Costo atribuible al maquinista (\$/km)

CAM = Costo atribuible al ayudante del maquinista (\$/km)

L = Longitud del tramo (km)

$$Fi = 1.3 CTt + CSD + CPV / CTt$$

donde:

Fi = 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:

$$CHTt = Fi (CTt) / tmr$$

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)

VII.2.5 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:

$$Cce = [192 NI * Fcp + 5.45 (Nc + 1)] * L / [(TTdd + TTdc)/2]$$

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 = Numero de carros cargados en la formación del tren
 L = Longitud del tramo (km)
 TTdd = Tonelaje bruto del tren en dirección dominante (ton)
 TTdc = 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.

$$CFcv = 330,000(Fcl(L) / Ta)$$

donde:

CFcv = 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 CFcv.

Costo variable de conservación de vía.

$$CVcv = 0.19 (Fcl)(L)$$

donde:

CVcv = 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.

$$Ccev = Cce + CFcv + CVcv$$

donde:

Ccev = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)

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

CFcv = Costo fijo de conservación de vía (\$/ton)

CVcv = 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:

$$COT = [(tr*(Cat + Crat + CHTt) + tT*Cctr + tH*Ccho) / TBT] + Ccev$$

donde:

COT = Costo de operación total (\$/ton bruta)

tr = Tiempo de recorrido total (hrs)

tT = Tiempo de tránsito (hr)

tH = Tiempo holgado (hr)

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 comb. y lub. en condición transitando (\$/hr)

Ccho = Costo de consumo de comb. y lub. en condición holgando (\$/hr)

Ccev = Costo de conservación de equipo y vía (\$/ton)

TBT = Peso bruto promedio por tren (ton)

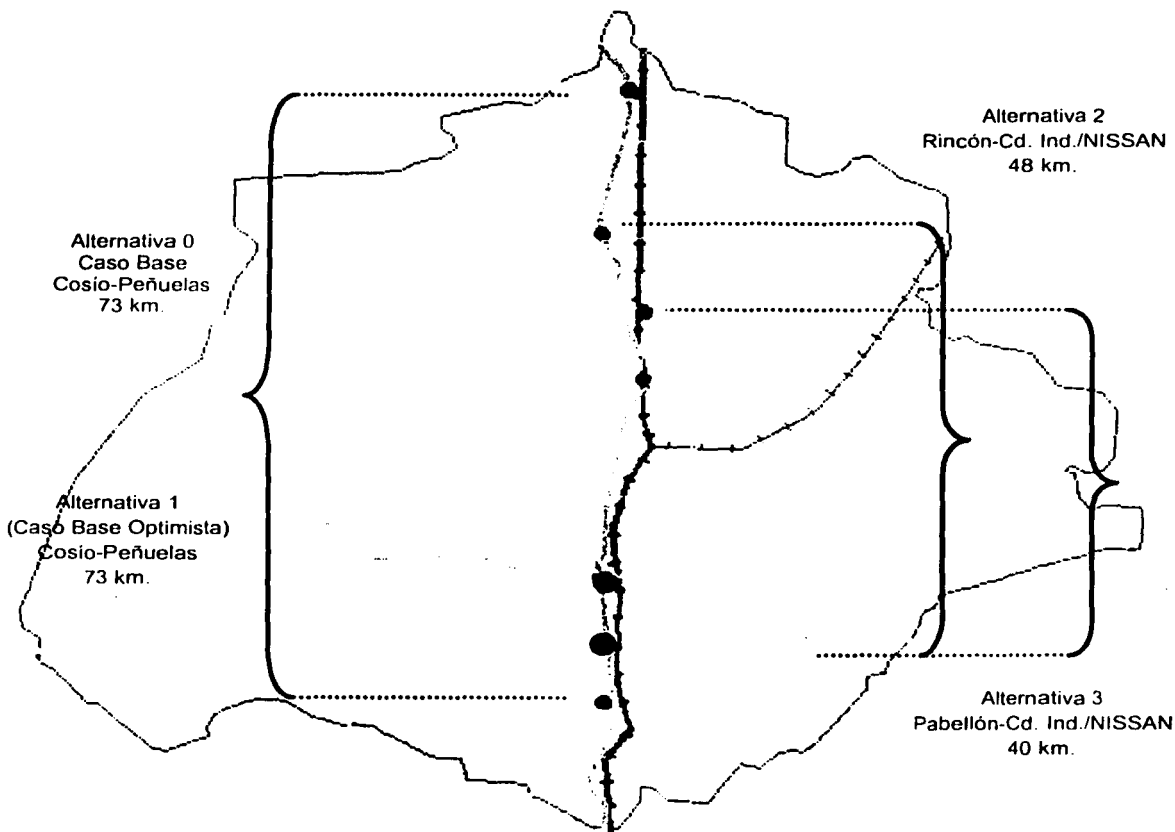
* Todos los análisis correspondientes a los costos de operación del Ferrocarril Suburbano como los de transporte automotor se encuentran comprendidos en el Anexo de esta Tesis.

CAPÍTULO VIII

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS INVERSIONES. ANÁLISIS DE
FACTIBILIDAD FINANCIERA.**

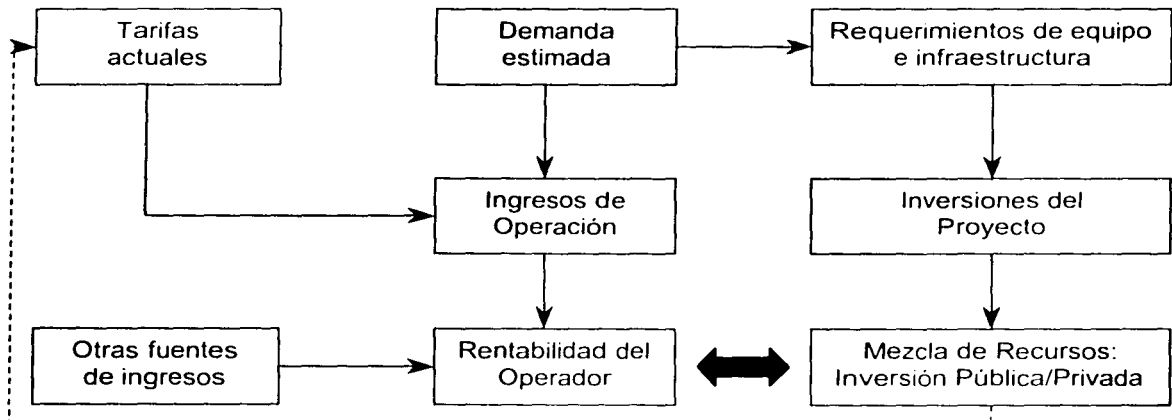
VIII.1.1 Caso Base conservador.**VIII.1.2 Caso Base optimista.****VIII.1.3 Caso Rincón.****VIII.1.4 Caso Pabellón.**

Se consideraron 4 alternativas para el Ferrocarril Suburbano que se muestran en el esquema siguiente:



VIII.2 Necesidad de equilibrio.

La evaluación financiera del proyecto se basa en un análisis de equilibrio mediante el cual se determina la mezcla más adecuada de recursos Públicos y Privados. El punto central es la tarifa que puede cubrir el usuario. Se parte de la base que *el usuario no pague más de lo que actualmente eroga*. Con ello aumentará la relación *precio-valor* con el nuevo servicio.



VIII.3 Parámetros para la Evaluación Financiera.

Estos son los parámetros en los cuales se basa la Evaluación Financiera:

- ✘ Costo del equipo (tractivo, de arrastre y autopropulsado) conforme a la disponibilidad en México y Canadá.
- ✘ Costos de operación estimados con base en servicios ferroviarios de pasajeros actualmente en operación (nacionales y extranjeros).
- ✘ Tarifas con base en las de los servicios actuales menos el costo de un tramo de acceso (hasta de \$1/pasajero para el segmento de las empresas industriales).
- ✘ 10% de ingresos adicionales por promoción y publicidad con base en experiencias del medio mexicano.
- ✘ Inversiones en infraestructura estimadas por kilómetro con base en estándares de la SCT.
- ✘ Rentabilidad del operador privado: TIR 19.27% en términos reales.

VIII.3.1 Comparación de la tarifa del Ferrocarril Suburbano.

La tarifa de equilibrio calculada para el Ferrocarril Suburbano es similar a la que pagan actualmente los usuarios del servicio de combis y autobuses suburbanos, y se ubica en el rango del costo del servicio de transporte de personal.

Un punto que vale la pena resaltar, es aquel que implica directamente a las Empresas e Industrias⁽¹⁾ alojadas a lo largo del Corredor Cosío – Peñuelas, y como consecuencia, arroja un número importante de usuarios potenciales para el Ferrocarril Suburbano, teniendo así los siguientes resultados:

- ✗ Las empresas industriales que contratan el servicio de transporte de personal, pagan entre 9 y 24 \$/trabajador al día (dos tramos), con un promedio de \$15.40.
- ✗ El costo unitario varía entre 0.19 y 0.39 \$/km, con un promedio de 0.29 \$/km.
- ✗ Contratan servicios que incluyen el transporte de personas hacia y desde las localidades del corredor, y de la propia ciudad de Aguascalientes.
- ✗ Estas empresas están muy interesadas en el proyecto del FS, siempre y cuando:
 - ✓ Ofrezca el mismo nivel de servicio que las empresas de transporte de personal (servicios integrados puerta a puerta).
 - ✓ Les permita reducir sus costos (principalmente para aquellas empresas cuyos márgenes de utilidad son reducidos).
 - ✓ Se adapte a sus horarios de trabajo.

Tarifa por pasajero (\$/km)

Autobuses Suburbanos	Combis	NISSAN Mexicana	XEROX Mexicana	FOMASA	Ferrocarril Suburbano
0.22	0.28	0.19	0.39	0.34	0.26

(1) Consultas con empresas como NISSAN, XEROX, Beatrice Products, Yorozu, Ibis de México, Burlmex y San Gerardo Textil, entre otras.

VIII.3.2 Esquemas de coexistencia con el transporte de carga.

Existen tres esquemas distintos para poder operar conjuntamente con el transporte de carga, los cuales se presentan a continuación:

1. SEPARACIÓN EN TIEMPO

El transporte de carga opera fuera de las horas de operación del Ferrocarril Suburbano.

Requerimientos:

Construcción de laderos de 1 km en las estaciones del Ferrocarril Suburbano.



2. USO DE VENTANAS DEL FERROCARRIL SUBURBANO

El transporte de carga utiliza las ventanas del ferrocarril suburbano en las horas valle.

Requerimientos:

Construcción de laderos de 1 km en las estaciones del Ferrocarril Suburbano.

Construcción de laderos de 2 km para trenes de carga.



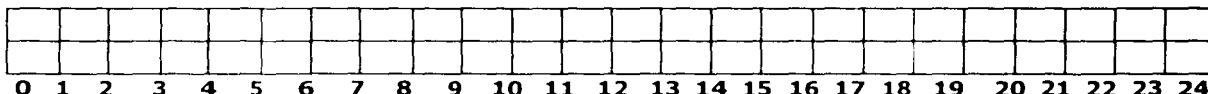
3. SEPARACIÓN FÍSICA

El Ferrocarril Suburbano opera en una vía diferente a la del transporte de carga.

Requerimientos:

Construcción de laderos de 1 km en las estaciones del Ferrocarril Suburbano.

Construcción de una vía adicional.



VIII.4 Costos del Proyecto.

La inversión inicial para la implantación del proyecto varía entre 189 y 892 millones de pesos, esto es en función de la alternativa elegida y el tipo de coexistencia con el servicio de transporte de carga, por lo tanto se tiene lo siguiente:

1. SEPARACIÓN EN TIEMPO

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Infraestructura	180	180	131	118
Equipo rodante	45	57	53	42
Estaciones y terminales	10	10	8	7
Gastos preoperativos	22	34	19	17
Intereses y gastos financieros	8	9	5	5
Total	265	290	216	189

2. USO DE VENTANAS DEL FERROCARRIL SUBURBANO

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Infraestructura	236	236	176	163
Equipo rodante	55	71	53	42
Estaciones y terminales	10	10	8	7
Gastos preoperativos	30	40	24	21
Intereses y gastos financieros	11	13	5	5
Total	342	370	266	238

3. SEPARACIÓN FÍSICA

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Infraestructura	711	711	491	418
Equipo rodante	64	80	53	42
Estaciones y terminales	10	10	8	7
Gastos preoperativos	70	78	55	47
Intereses y gastos financieros	12	13	5	5
Total	867	892	612	519

Todas las cifras en millones de pesos de diciembre de 2001

VIII.4.1 Costos del Proyecto por etapa.

El proyecto del Ferrocarril Suburbano requerirá, según el caso, de inversiones en tres grandes etapas:

i) ETAPA PREVIA:
 Construcción de pasos a desnivel:
 Hasta 215 (Inversiones necesarias aún si no se construye el FS)

ii) PRIMERA ETAPA:
 Implantación del Ferrocarril Suburbano (Años 1 – 3)*
 Uso de ventanas del FS

Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
342	370	266	238

* Incluye intereses y gastos financieros durante la construcción

iii) SEGUNDA ETAPA
 Construcción de doble vía en todo el corredor (A partir del año 10)

Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
496	505	461	450

Todas las cifras en millones de pesos de diciembre de 2001

VIII.5 Estructura Financiera del Proyecto.

La inversión gubernamental en la infraestructura requerida para la implantación del servicio, permite que las tarifas de equilibrio sean similares a las de los servicios de transporte actual.

Tarifas del servicio ⁽¹⁾		
CASO BASE	10.50 \$/pasajero	\$0.26 por kilómetro en promedio
RINCÓN	5.50 \$/pasajero	
PABELLÓN	4.70 \$/pasajero	

(1) Obtenidas a partir del recorrido promedio de cada tramo y de las tarifas del transporte público.

1. SEPARACIÓN EN TIEMPO

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Inversión del Sector Público	172	189	140	123
Capital del Concesionario	37	41	30	26
Deuda del Concesionario	56	60	46	40
Total	265	290	216	189

2. USO DE VENTANAS DEL FERROCARRIL SUBURBANO

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Inversión del Sector Público	222	240	173	155
Capital del Concesionario	48	52	37	33
Deuda del Concesionario	72	78	56	50
Total	342	370	266	238

3. SEPARACIÓN FÍSICA

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Inversión del Sector Público	567	580	398	337
Capital del Concesionario	300	125	86	73
Deuda del Concesionario	Incluida en el capital	187	128	109
Total	867	892	612	519

* Incluye intereses y gastos financieros durante la construcción

Todas las cifras en millones de pesos de diciembre de 2001

VIII.5.1 Orientación de la Inversión.

Si se decidiera implantar el servicio del Ferrocarril Suburbano en coexistencia con el transporte de carga en su modalidad de "Separación Física del FS", o sea, construyendo la doble vía para que el transporte de carga operara en la noche y en algunas horas valle del FS, la orientación de las inversiones y la estructura financiera sería la siguiente:

	Caso Base	Caso Base Optimista	Rincón	Pabellón
Por concepto				
Infraestructura	711 (82%)	711 (80%)	491 (80%)	418 (81%)
Equipo rodante	64 (7%)	80 (9%)	53 (9%)	42 (8%)
Estaciones y terminales	10 (1%)	10 (1%)	8 (1%)	7 (1%)
Gastos preoperativos	70 (8%)	78 (9%)	55 (9%)	47 (9%)
Intereses y gastos financieros	12 (1%)	13 (1%)	5 (1%)	5 (1%)
Total	867 (100%)	892 (100%)	612 (100%)	519 (100%)
Por agentes				
Inversión del Sector Público	567 (65%)	580 (65%)	398 (65%)	337 (65%)
Capital del Concesionario	300 (35%)	125 (14%)	86 (14%)	73 (14%)
Deuda del Concesionario	Incluida en el capital	187 (21%)	128 (21%)	109 (21%)
Total	867 (100%)	892 (100%)	612 (100%)	519 (100%)

* Incluye intereses y gastos financieros durante la construcción

Todas las cifras en millones de pesos de diciembre de 2001

VIII.5.2 Flujo Neto del Operador.

El Flujo Neto del Operador con la tarifa base calculada de \$10.50 por pasajero, implica una rentabilidad de 12% anual en términos reales. Ver Anexo.

VIII.6 Análisis de Sensibilidad.

Los indicadores de rentabilidad para el operador serán particularmente sensibles a las variaciones con respecto a la tarifa base (\$10.50/pasajero), o a la demanda base (26 mil pasajeros/día en el 2005). Ver Anexo.

VIII.7 Disponibilidad del Equipo para rehabilitar.

- ✘ La Unidad de Desincorporación de Activo de FNM dispone de:
 - ✓ 45 coches de pasajeros.
 - ✓ 47 locomotoras, solamente 2 con el rango de capacidad requerido.
- ✘ CANAC (subsidiaria de Canadian National Railway) dispone de:
 - ✓ 15 locomotoras en el rango de 1,000 a 1,800 HP en buenas condiciones de operación.
 - ✓ 24 locomotoras diseñadas especialmente para el servicio suburbano de pasajeros.
- ✘ Las 24 locomotoras de CANAC no están a la venta, solo estarían disponibles si CANAC obtuviera un contrato de operación con el concesionario del servicio.
- ✘ Existen empresas en el país que pueden hacer la rehabilitación del equipo.
- ✘ Esta rehabilitación podría requerir 18 meses.

VIII.8 Posibilidad de uso de Equipo Autopropulsado.

- ✘ Los coches y locomotoras disponibles en México y Canadá cumplen con las normas AAR.
- ✘ En caso de seleccionarse equipo autopropulsado, sería necesario el autocumplimiento de estas normas para poder coexistir con el transporte de carga.
- ✘ El uso de equipo con norma europea (UIC) solamente es posible si se separan por completo los servicios de pasajeros y carga.
 - ✓ La separación entre la vía del FS y la de carga tendría que ser como mínimo de 7.5 m.
 - ✓ En caso de que existiera una intersección con una vía férrea del carga, tendrían que construirse pasos a desnivel.
 - ✓ Se requeriría de una nueva vía (infraestructura, derecho de vía).

CAPÍTULO IX
CONCLUSIONES

Como parte final de este trabajo de investigación y estudio de la propuesta para un Ferrocarril Suburbano en el Estado de Aguascalientes, se obtienen las siguientes conclusiones:

- ❖ El FS de Aguascalientes presenta niveles de demanda típicos de trenes suburbanos de ciudades comparables.
- ❖ El proyecto se justifica social y económicamente por los ahorros en Valor Presente:
 - Tiempos de viaje de los usuarios (hasta \$ 53 millones), y
 - Costos de operación (\$ 1,059 millones).
- ❖ La suma total de los beneficios sociales sería hasta de \$ 1,112.5 millones en Valor Presente, 1.42 veces superior a la inversión requerida para la implantación del proyecto.
- ❖ El FS no gravitaría completamente sobre la economía del Estado; no se requiere subsidio para la operación.
- ❖ Por otra parte, podría evitarse una inversión en ampliación de la Carretera 45, estimada en más de \$300 millones en Valor Presente.
- ❖ El Sector Público invierte directamente en la construcción y en la operación de la infraestructura carretera; a largo plazo, la infraestructura ferroviaria resulta menos costosa.
- ❖ La filosofía seguida en la mayoría de las ciudades del mundo apoya el desarrollo de sistemas de transporte masivo, cuyo nivel de subsidio es inferior al costo que implica continuar con el modelo tradicional de impulso a vehículos automotores.
- ❖ Desde el punto de vista financiero, se requiere de una tarifa de \$10.50 por pasajero (para un recorrido promedio de 40 Km) para hacer viable el proyecto. Dicha tarifa es comparable con el costo incurrido por algunas empresas industriales que contratan servicios dedicados al transporte.
- ❖ La tarifa actual cubierta directamente por los usuarios al utilizar el servicio de combis representa el 87% de la tarifa del FS para la misma distancia promedio. Dichas tarifas no incorporan ningún cargo por recuperación de la inversión y mantenimiento de la infraestructura, ni posiblemente para la reposición de los equipos.
- ❖ Con la tarifa de referencia de \$10.50 por pasajero, se requeriría de una inversión gubernamental por cerca de \$567 millones para la construcción de infraestructura.

- ❖ El proyecto del FS puede convertirse en uno de los elementos clave de la estrategia de reordenamiento regional del corredor, siempre y cuando se dé continuidad a los esfuerzos de desconcentración y descentralización, y se visualice como un proyecto de impacto social.
- ❖ Se construiría en una alternativa eficiente a la expansión de capacidad que requiere el desarrollo urbano y regional del corredor industrial del Valle de Aguascalientes.
- ❖ El proyecto apoyaría una visión de largo plazo para la modernización integral del transporte en el Estado de Aguascalientes, y sentaría un precedente muy importante por el cambio en la política de atención de la demanda y de la composición del uso de los recursos públicos.
- ❖ El proyecto del ferrocarril resulta rentable económicamente, desde el punto de vista beneficio colectivo.
- ❖ Es necesaria la construcción de doble vía desde el inicio de operaciones para no obstaculizar el servicio de carga.
- ❖ El proyecto contará con inversión privada, muy probablemente para adquisición de equipo rodante, señalización, gastos preoperativos y eventualmente algunos materiales como rieles, por ejemplo.
- ❖ No se recomienda la operación de los trenes con locomotoras porque resulta más costoso y de difícil operación para lograr las velocidades medias propuestas. Se sugiere la utilización de autovías autopropulsadas con motor diesel.
- ❖ La inversión en infraestructura deberá ser financiada por el Gobierno Estatal y los Gobiernos Municipales, y eventualmente a través de un crédito con garantía del Estado.
- ❖ Es de vital importancia llegar a una negociación previa con el Ferrocarril Mexicano (FERROMEX) para acordar los mecanismos operativos, ya sea que estos corran a cargo de dicha empresa o que se convengan claramente las condiciones para que un tercer operador tenga los derechos de paso o arrastre correspondientes.
- ❖ Dados los resultados del análisis de sensibilidad que contemplan una demanda menor a la estimada, se recomienda una revisión a fondo de los pronósticos de pasajeros.

ANEXO

1 - Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por vehículo

AUTOBUSES SUBURBANOS DE RUTA

1.1 Cálculo de la captación de usuarios por ruta							
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por ruta		1	146650		pas.mes		
Parque vehicular en operación en la ruta		2A	50		unidad		
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad							
1	146650	2A	50	=	3	2933	pas.unidad.mes
1.2 Cálculo de la captación de usuarios por empresa							
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por empresa		1	0		pas.mes		
Parque en operación en la empresa		2B	1		unidad		
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad							
1	0	2B	1	=	3	0	pas.unidad.mes
1.3 Cálculo de la captación de usuarios por área de operación o sistema							
Número equivalente de usuarios transportados mensualmente en las rutas del sistema		1	0		pas.mes		
Parque en operación en el sistema		2C	1		unidad		
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad							
1	0	2C	1	=	3	0	pas.unidad.mes

Fig. Captación por unidad

2.- Cálculo del número equivalente de usuarios

2.1 Número de usuarios transportados por ruta, empresa o sistema durante el mes seleccionado							
Usuarios transportados con descuento del		25 %	4A	55727	usuarios		
Usuarios transportados con descuento del		0 %	4B	0	usuarios		
Usuarios transportados sin descuento			5	90923	usuarios		
Cálculo del número equivalente de usuarios transportados por mes							
4A	55727	* 1-(X/100)	+	4B	0	* 1-(Y/100)	+
5	90923			3	132718	usuarios/mes	

Fig. Estimación de la demanda

3 - Cálculo de la distancia de recorrido promedio mensual

3.1 Caso I Cálculo efectuado a nivel ruta

Número de corridas realizadas mensualmente en la ruta

6	7500	
---	------	--

Longitud de la corrida

7	40	Km
---	----	----

Parque vehicular promedio en operación

2	45	Unidad
---	----	--------

Distancia entre el encierro y la base o cierre de circuito (recorrido muerto o en vacío)

8	3	Km
---	---	----

Promedio de viajes en vacío

9	2	
---	---	--

Distancia recorrida por ruta

6	7500	X	7	40	/	2	45	+		
8	3	X	9	2	/	2	45	=	10	6666.9 Km/veh*mes

3.2 Caso II Cálculo a nivel empresa o sistema

Kilometraje total recorrido mensualmente por empresa o sistema

11	0	Km/mes
----	---	--------

Distancia en vacío o muerta por empresa o sistema

12	0	Km
----	---	----

Parque vehicular por empresa o sistema

2	1	Unidad
---	---	--------

Distancia de recorrido por empresa o sistema

11	0		2	1	+		
12	0				=	10	0 Km/veh X mes

Fig Estimación de la distancia promedio de recorrido

4 - Estimación de costos variables

4.1 Neumáticos

Precio de neumático radial	A	2400		\$
Precio de neumático normal	B	1400		\$
% de utilización de neumáticos radiales	C	35		%
% de utilización de neumáticos normales	D	65		%
Precio de neumático ponderado	=	(AXC)+(BXD)	100	=
	E	1750		\$

		precio unitario	x	cantidad		=				
Neumático nuevo ponderado	E	1750	x	5		=	12	10500	\$	
Recubierta		900	x	6	x	2	=	13	10800	\$
Cámara		180	x	6	x	2	=	14	2160	\$
Costo total de los neumáticos						=	15	23460	\$	

Kilometraje mínimo admisible neumático nuevo	=	16	45,000	Km
Kilometraje mínimo admisible de neumáticos recubiertos	=	17	35,000	Km
Vida útil	=	18	80,000	Km

Costo por kilómetro de neumáticos					=				
15	23460	/	18	80,000	=	19	0.2933		\$/Km

4.2 Combustible

Precio por litro	20	4.67		\$/l					
Rendimiento máximo	21	1.65		Km/l					
Cálculo del costo de combustible por kilómetro									
20	4.67	/	21	1.65	=	22	2.8303		\$/Km

4.3 Aceites y lubricantes

Motor	13	\$/l	/	140	Km/l	=	23	0.0929		\$/Km
Caja de velocidades	24	\$/l	/	350	Km/l	=	24	0.0714		\$/Km
Diferencial	25	\$/l	/	1,300	Km/l	=	25	0.0192		\$/Km
Frenos	27	\$/l	/	4,550	Km/l	=	26	0.0059		\$/Km
Grasa	22	\$/kg	/	10,000	Kg/Km	=	27	0.0022		\$/Km
Costo de aceites y lubricantes						=	28	0.1917		\$/Km

4.4 Costos variables (resumen)

Costo por kilómetro de neumáticos	19	0.2933		\$/Km
Costo por kilómetro de combustible	22	2.8303		\$/Km
Costo de aceites y lubricantes por kilómetro	28	0.1917		\$/Km
Costo variable total por kilómetro	29	3.3152		\$/Km

5 - Determinación de costos fijos (ej. de cálculo de coeficientes de depreciación y remuneración del capital).

Periodos	Fórmula de depreciación	Coefficiente de depreciación anual	Coefficiente de depreciación acumulada	Fórmula de remuneración	Coefficiente de remuneración mensual
0-1	$(7/28)^*(1-0.1)$	0.225	0.225	$(1-0.000)*cetes/12$	0.0100
1-2	$(6/28)^*(1-0.1)$	0.193	0.418	$(1-0.225)*cetes/12$	0.0078
2-3	$(5/28)^*(1-0.1)$	0.161	0.579	$(1-0.418)*cetes/12$	0.0058
3-4	$(4/28)^*(1-0.1)$	0.129	0.708	$(1-0.579)*cetes/12$	0.0042
4-5	$(3/28)^*(1-0.1)$	0.096	0.804	$(1-0.708)*cetes/12$	0.0029
5-6	$(2/28)^*(1-0.1)$	0.064	0.868	$(1-0.804)*cetes/12$	0.0020
6-7	$(1/28)^*(1-0.1)$	0.032	0.900	$(1-0.868)*cetes/12$	0.0013
más de 7	$(0/28)^*(1-0.1)$	0.000		$(1-0.900)*cetes/12$	0.0010

Nota Se considera que la unidad queda depreciada a partir del séptimo año
 Se considera un valor de rescate del 10%
 Se considera una tasa de cetes de 12%

5.1 Costo del capital

Precio del autobús tipo A	F	420000	\$
Precio del autobús tipo B	G	400000	\$
Precio del autobús tipo C	H	380000	\$
% de autobuses tipo A	I	10	%
% de autobuses tipo B	J	50	%
% de autobuses tipo C	K	40	%

Precio ponderado del parque vehicular en operación	=	$((FXI)+(GXJ)+HXK)/100$	=	L	242004	\$
Precio de los neumáticos(6 neumáticos+6 cámaras)				30	8400	\$
Precio del vehículo nuevo sin neumáticos				31	233674	\$
Parque vehicular total = operación + reserva + mantenimiento				32	50	veh

5.1.1 Depreciación

Coefficiente de depreciación anual del parque vehicular total

vehiculos de 0 a 1 año	4	No veh	X	0.225	=	33	0.9
vehiculos de 1 a 2 años	4	No veh	X	0.193	=	34	0.772
vehiculos de 2 a 3 años	3	No veh	X	0.161	=	35	0.483
vehiculos de 3 a 4 años	11	No veh	X	0.129	=	36	1.419
vehiculos de 4 a 5 años	7	No veh	X	0.096	=	37	0.672
vehiculos de 5 a 6 años	9	No veh	X	0.064	=	38	0.576
vehiculos de 6 a 7 años	8	No veh	X	0.032	=	39	0.256
vehiculos de más de 7 años	4	No veh	X	0.000	=	40	0
Coefficiente de depreciación ponderado del parque vehicular					=	41	5.078

Depreciación anual del parque vehicular	31	233604	X	41	5 078	=	42	1186241	\$
Depreciación anual por unidad	42	1186241.11		32	50	=	43	23725	\$ veh X mes
Depreciación mensual por unidad	43	23724.8222			12	=	44	1977.1	\$ veh X mes
Depreciación mensual de instalaciones y equipos	L	242004	X		0.0001	=	45	24.2	\$ veh X mes
Depreciación mensual						=	46	2001.3	\$ veh X mes

Nota Se considera en la figura un valor de rescate de la unidad del 10% y vida útil de 7 años.
Método de depreciación utilizado: suma de los dígitos
 $(N - i + 1) \cdot 10 \cdot 5 \cdot N \cdot (N + 1)$ donde N = vida útil
i = año de la estimación

5.1.2 Remuneración

Remuneración del capital relativa a cada vehículo (sin neumáticos) del parque vehicular total

Unidades de 0 a 1 año	4	veh	X	0.0100	=	47	0.040
Unidades de 1 a 2 años	4	veh	X	0.0078	=	48	0.0312
Unidades de 2 a 3 años	3	veh	X	0.0058	=	49	0.0174
Unidades de 3 a 4 años	11	veh	X	0.0042	=	50	0.0462
Unidades de 4 a 5 años	7	veh	X	0.0029	=	51	0.0203
Unidades de 5 a 6 años	9	veh	X	0.0020	=	52	0.018
Unidades de 6 a 7 años	8	veh	X	0.0013	=	53	0.0104
Unidades de más de 7 años	4	veh	X	0.0010	=	54	0.004
Coefficiente de remuneración mensual por vehículo					=	55	0.1875

Remuneración mensual del capital utilizado en el parque vehicular

	55	0.1875	X	31	233604	=	56	43801	\$/mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	56	43800.75		32	50	=	57	876.02	\$/veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado en instalaciones y equipo	L	242004	X		0.0004	=	58	96.802	\$/veh X mes

Costo total del capital (Resumen)

Depreciación mensual	46	2001.3	\$/veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	57	876.02	\$/veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por instalaciones y equipo	58	96.802	\$/veh X mes
Costo total del capital	59	2974.1	\$/veh X mes

Nota Se considera una tasa de ceses del 12% y vida útil de 7 años, con un valor de rescate del 10%.

5.2 Gastos en refacciones y accesorios

Total de gastos mensuales por vehículo

L	242004	\$	X	0.0083	veh. X mes	=	60	2008.6	\$/veh. X mes
---	--------	----	---	--------	------------	---	----	--------	---------------

5.3 Gastos mensuales por personal de operación, mantenimiento y de confianza

	Salario Promedio Mensual	Prestaciones Sociales			Factor de Utilización				
Operador	569000 \$ mes	X	1.42	X	1.71	=	M	1359792	\$ veh X mes
Confianza y administrativo	37500 \$ mes	X	1.43	X	0.42	=	N	58559	\$ veh X mes
Otros	22500 \$ mes	X	1.44	X	0.43	=	O	13932	\$ veh X mes
Personal mantenimiento	38200 \$ mes	X	1.45	X	0.78	=	P	40716	\$ veh X mes
Total						=	Q	1472999	\$ veh X mes

5.4 Gastos administrativos mensuales

Valor del seguro		500000	\$ año		12	=	61	41667	\$ mes
Otras compras	L	242004	\$	X	0.0017	=	62	411.41	\$ mes
Total							63	42078	\$ mes

5.5 Costo fijo total por kilómetro

5.5.1 Costo fijo total mensual por unidad

Costo total del capital							59	2974.1	\$ veh X mes
Gastos en refacciones y accesorios							60	2008.6	\$ veh X mes
Gastos en personal							Q	1472999	\$ veh X mes
Gastos administrativos							63	42078	\$ veh X mes
Costo fijo total mensual							64	1520059.29	\$ veh X mes

5.5.2 Costo fijo total por kilómetro recorrido

Distancia promedio de recorrido					10A o 10B	6666.8	Km/veh X mes			
64	1520059.29	\$/veh X mes	/	10A o 10B	6666.8	Km/veh X mes	=	65	228	\$/Km

Nota: Los factores de utilización corresponden a los registrados en AUPR100 para 1985. Se recomienda utilizar los factores propios de la empresa.

Fig. Estimación de los costos fijos

6. Cálculo de la tarifa

6.1 Cálculo del costo total por kilómetro

Costo variable por kilómetro	29	3 3152		S/veh
Costo fijo total por kilómetro	65	228		S/veh
Costo total por kilómetro	66	231 32		S/veh

6.2 Captación promedio por kilómetro

Pasajeros transportados mensualmente por unidad	3	132718	pas. veh X mes						
Distancia promedio recorrida	10	6666 8	Km. veh X mes						
	3	132718 25	/	10	6666 8	=	67	19 907	pas.Km

6.3 Cálculo de tarifa antes de impuestos y utilidad

	66	231 319537	/	67	19 9073394	=	68	11 6198	S/pas
--	----	------------	---	----	------------	---	----	---------	-------

Fig. Estimación de la tarifa de equilibrio

1 - Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por vehículo

AUTOBUSES SUBURBANOS DE EMPRESAS

1.1 Cálculo de la captación de usuarios por ruta

Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por ruta
Parque vehicular en operación en la ruta

1	139880	pas/mes
2A	30	unidad

Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad

1	139880		2A	30	=	3	4562.7	pas/unidad/mes
---	--------	--	----	----	---	---	--------	----------------

1.2 Cálculo de la captación de usuarios por empresa

Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por empresa
Parque en operación en la empresa

1	0	pas/mes
2B	1	unidad

Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad

1	0		2B	1	=	3	0	pas/unidad/mes
---	---	--	----	---	---	---	---	----------------

1.3 Cálculo de la captación de usuarios por área de operación o sistema

Número equivalente de usuarios transportados mensualmente en las rutas del sistema
Parque en operación en el sistema

1	0	pas/mes
2C	1	unidad

Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad

1	0	/	2C	1	=	3	0	pas/unidad/mes
---	---	---	----	---	---	---	---	----------------

Fig. Captación por unidad

2 - Cálculo del número equivalente de usuarios

2.1 Número de usuarios transportados por ruta, empresa o sistema durante el mes seleccionado

Usuarios transportados con descuento del 30 %
Usuarios transportados con descuento del 0 %
Usuarios transportados sin descuento

4A	139880	usuarios
4B	0	usuarios
5	0	usuarios

Cálculo del número equivalente de usuarios transportados por mes

4A	139880	* 1-(X/100)	+	4B	0	* 1-(Y/100)	+	3	97916	usuarios/mes
5	0									

Fig. Estimación de la demanda

3 - Cálculo de la distancia de recorrido promedio mensual

3.1 Caso I. Cálculo efectuado a nivel ruta

Número de corridas realizadas mensualmente en la ruta

Longitud de la corrida

Parque vehicular promedio en operación

Distancia entre el encierro y la base o cierre de circuito (recorrido muerto o en vacío)

Promedio de viajes en vacío

Distancia recorrida por ruta

6	2400	
7	35	Km
2	30	Unidad
8	2	Km
9	0	

6	2400	X	7	35	/	2	30	+		
8	2	X	9	0	/	2	30	=	10	2800 Km veh*mes

3.2 Caso II. Cálculo a nivel empresa o sistema

Kilometraje total recorrido mensualmente por empresa o sistema

Distancia en vacío o muerta por empresa o sistema

Parque vehicular por empresa o sistema

Distancia de recorrido por empresa o sistema

11	0	Km mes
12	0	Km
2	1	Unidad

11	0	/	2	1	+		
12	0				=	10	0 Km/veh X mes

Fig. Estimación de la distancia promedio de recorrido

4 Estimación de costos variables

4.1 Neumáticos

Precio de neumático radial	A	2400	\$
Precio de neumático normal	B	1400	\$
% de utilización de neumáticos radiales	C	35	%
% de utilización de neumáticos normales	D	65	%

Precio de neumático ponderado = $\frac{(AXC)+(BXD)}{100}$ = E 1750 \$

		precio unitario		cantidad			
Neumático nuevo ponderado	E	1750	X	6		=	12 10500 \$
Recubierta		900	X	6	X 2	=	13 10800 \$
Cámara		180	X	6	X 2	=	14 2160 \$
Costo total de los neumáticos						=	15 23460 \$

Kilometraje mínimo admisible neumático nuevo	=	16	45,000	Km
Kilometraje mínimo admisible de neumáticos recubiertos	=	17	35,000	Km
Vida útil	=	18	80,000	Km

Costo por kilómetro de neumáticos = $\frac{15 \quad 23460}{18 \quad 80,000}$ = 19 0.2933 \$/Km

4.2 Combustible

Precio por litro	20	4.67	\$/l
Rendimiento máximo	21	1.65	Km/l

Cálculo del costo de combustible por kilómetro = $\frac{20 \quad 4.67}{21 \quad 1.65}$ = 22 2.8303 \$/Km

4.3 Aceites y lubricantes

Motor	13	\$/l	/	140	Km/l	=	23 0.0029 \$/Km
Caja de velocidades	25	\$/l	/	350	Km/l	=	24 0.0714 \$/Km
Diferencial	25	\$/l	/	1,300	Km/l	=	25 0.0192 \$/Km
Frenos	27	\$/l	/	4,550	Km/l	=	26 0.0059 \$/Km
Grasa	22	\$/kg	/	10,000	Kg/Km	=	27 0.0022 \$/Km
Costo de aceites y lubricantes						=	28 0.1917 \$/Km

4.4 Costos variables (resumen)

Costo por kilómetro de neumáticos	19	0.2933	\$/Km
Costo por kilómetro de combustible	22	2.8303	\$/Km
Costo de aceites y lubricantes por kilómetro	28	0.1917	\$/Km
Costo variable total por kilómetro	29	3.3152	\$/Km

5 - Determinación de costos fijos (ej de cálculo de coeficientes de depreciación y remuneración del capital).

Periodos	Fórmula de depreciación	Coefficiente de depreciación anual	Coefficiente de depreciación acumulada	Fórmula de remuneración	Coefficiente de remuneración mensual
0-1	$(7/28)*(1-0.1)$	0.225	0.225	$(1-0.000)*cetes*12$	0.0100
1-2	$(6/28)*(1-0.1)$	0.193	0.418	$(1-0.225)*cetes*12$	0.0078
2-3	$(5/28)*(1-0.1)$	0.161	0.579	$(1-0.418)*cetes*12$	0.0058
3-4	$(4/28)*(1-0.1)$	0.129	0.708	$(1-0.579)*cetes*12$	0.0042
4-5	$(3/28)*(1-0.1)$	0.096	0.804	$(1-0.708)*cetes*12$	0.0029
5-6	$(2/28)*(1-0.1)$	0.064	0.868	$(1-0.804)*cetes*12$	0.0020
6-7	$(1/28)*(1-0.1)$	0.032	0.900	$(1-0.868)*cetes*12$	0.0013
más de 7	$(0/28)*(1-0.1)$	0.000		$(1-0.900)*cetes*12$	0.0010

Nota Se considera que la unidad queda depreciada a partir del séptimo año
 Se considera un valor de rescate del 10%
 Se considera una tasa de cetes de 12%

5.1 Costo del capital

Precio del autobús tipo A
 Precio del autobús tipo B
 Precio del autobús tipo C
 % de autobuses tipo A
 % de autobuses tipo B
 % de autobuses tipo C

F	420000	\$
G	400000	\$
H	380000	\$
I	10	%
J	50	%
K	40	%

Precio ponderado del parque vehicular en operación = $((FXI)+(GXJ)+HXK)/100$ =
 Precio de los neumáticos (6 neumáticos+6 cámaras)
 Precio del vehículo nuevo sin neumáticos
 Parque vehicular total = operación + reserva + mantenimiento

L	242104	\$
30	8400	\$
31	23364	\$
32	37	veh

5.1.1 Depreciación

Coefficiente de depreciación anual del parque vehicular total

vehiculos de 0 a 1 año	5	No veh	X	0.225	=	33	1.125
vehiculos de 1 a 2 años	5	No veh	X	0.193	=	34	0.965
vehiculos de 2 a 3 años	3	No veh	X	0.161	=	35	0.483
vehiculos de 3 a 4 años	4	No veh	X	0.129	=	36	0.516
vehiculos de 4 a 5 años	2	No veh	X	0.096	=	37	0.192
vehiculos de 5 a 6 años	6	No veh	X	0.064	=	38	0.384
vehiculos de 6 a 7 años	3	No veh	X	0.032	=	39	0.096
vehiculos de más de 7 años	2	No veh	X	0.000	=	40	0
Coefficiente de depreciación ponderado del parque vehicular					=	41	3.761

Depreciación anual del parque vehicular	31	233604	X	41	3 761	=	42	878585	\$
Depreciación anual por unidad	42	878584 644		32	30	=	43	29286	\$ veh X mes
Depreciación mensual por unidad	43	29286 1542			2	=	44	2440 5	\$ veh X mes
Depreciación mensual de instalaciones y equipos	L	242004	X		0 0004	=	45	24 2	\$ veh X mes
Depreciación mensual						=	46	2464 7	\$ veh X mes

Nota Se considera en la figura un valor de rescate de la unidad del 10% y vida útil de 7 años
 Método de depreciación utilizado: suma de los dígitos
 $(N - i + 1) / (0.5 * N * (N + 1))$ donde N = vida útil
 i = año de la estimación

5.1.2 Remuneración

Remuneración del capital relativa a cada vehículo (sin neumáticos) del parque vehicular total

Unidades de 0 a 1 año	5	veh	X	0 0100	=	47	0 050
Unidades de 1 a 2 años	5	veh	X	0 0078	=	48	0 039
Unidades de 2 a 3 años	3	veh	X	0 0058	=	49	0 0174
Unidades de 3 a 4 años	4	veh	X	0 0042	=	50	0 0168
Unidades de 4 a 5 años	2	veh	X	0 0029	=	51	0 0058
Unidades de 5 a 6 años	6	veh	X	0 0020	=	52	0 012
Unidades de 6 a 7 años	3	veh	X	0 0013	=	53	0 0039
Unidades de más de 7 años	2	veh	X	0 0010	=	54	0 002
Coefficiente de remuneración mensual por vehículo					=	55	0 1469

Remuneración mensual del capital utilizado en el parque vehicular

55	0 1469	X	31	233604	=	56	34316	\$ mes
56	34316 4276		32	30	=	57	1143 9	\$ veh X mes
L	242004	X		0 0004	=	58	96 802	\$ veh X mes

Costo total del capital (Resumen)

Depreciación mensual	46	2464 7	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	57	1143 9	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por instalaciones y equipo	58	96 802	\$ veh X mes
Costo total del capital	59	3705 4	\$ veh X mes

Nota: Se considera una tasa de ceses del 12% y vida útil de 7 años, con un valor de rescate del 10%.

5.2 Gastos en refacciones y accesorios
Total de gastos mensuales por vehículo

L	242004	\$	X	0.0083	veh X mes	=	60	2008.6	\$/veh X mes
---	--------	----	---	--------	-----------	---	----	--------	--------------

5.3 Gastos mensuales por personal de operación, mantenimiento y de confianza

	Salario Promedio Mensual		Prestaciones Sociales		Factor de Utilización	=			
Operador	335000 \$/mes	X	1.42	X	1.71	=	M	815975	\$/veh X mes
Confianza y administrativo	52000 \$/mes	X	1.43	X	0.42	=	N	31231	\$/veh X mes
Otros	18000 \$/mes	X	1.44	X	0.43	=	O	11146	\$/veh X mes
Personal mantenimiento	27000 \$/mes	X	1.45	X	0.78	=	P	30537	\$/veh X mes
Total						=	Q	888789	\$/veh X mes

5.4 Gastos administrativos mensuales

Valor del seguro		300000	\$/año	/	12	=	61	25000	\$/mes
Otras compras	L	242004	\$	X	0.0017	=	62	411.41	\$/mes
Total						=	63	25411	\$/mes

5.5 Costo fijo total por kilómetro

5.5.1 Costo fijo total mensual por unidad

Costo total del capital	59	3705.4	\$/veh X mes
Gastos en refacciones y accesorios	60	2008.6	\$/veh X mes
Gastos en personal	Q	888789	\$/veh X mes
Gastos administrativos	63	25411	\$/veh X mes
Costo fijo total mensual	64	919914	\$/veh X mes

5.5.2 Costo fijo total por kilómetro recorrido

Distancia promedio de recorrido		10A o 10B	2800	Km/veh X mes						
64	919914.436	\$/veh X mes	/	10A o 10B	2800	Km/veh X mes	=	65	328.54	\$/Km

Nota: Los factores de utilización corresponden a los registrados en AUPR100 para 1986. Se recomienda utilizar los factores propios de la empresa.

Fig. Estimación de los costos fijos

6. Cálculo de la tarifa

6.1 Cálculo del costo total por kilómetro

Costo variable por kilómetro	29	3.3152		\$/veh
Costo fijo total por kilómetro	65	328.54		\$/veh
Costo total por kilómetro	66	331.86		\$/veh

6.2 Captación promedio por kilómetro

Pasajeros transportados mensualmente por unidad	3	97916		pas/veh X mes					
Distancia promedio recorrida	10	2800		Km/veh X mes					
	3	97916	/	10	2800	=	67	34.97	pas/Km

6.3 Cálculo de tarifa antes de impuestos y utilidad

	66	331.856074	/	67	34.97	=	68	9.4897	\$/pas
--	----	------------	---	----	-------	---	----	--------	--------

Fig. Estimación de la tarifa de equilibrio

1 - Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por vehículo

COMBIS

1.1 Cálculo de la captación de usuarios por ruta					
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por ruta					
				2A 150 unidad	
Parque vehicular en operación en la ruta					
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad					
1	242500	/	2A	150	=
				3 16167 pas. unidad/mes	
1.2 Cálculo de la captación de usuarios por empresa					
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por empresa					
				2B 1 unidad	
Parque en operación en la empresa					
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad					
1	0	/	2B	1	=
				3 0 pas. unidad/mes	
1.3 Cálculo de la captación de usuarios por área de operación o sistema					
Número equivalente de usuarios transportados mensualmente en las rutas del sistema					
				2C 1 unidad	
Parque en operación en el sistema					
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad					
1	0	/	2C	1	=
				3 0 pas. unidad/mes	

Fig. Captación por unidad

2 - Cálculo del número equivalente de usuarios

2.1 Número de usuarios transportados por ruta, empresa o sistema durante el mes seleccionado					
Usuarios transportados con descuento del		20 %		4A 92150 usuarios	
Usuarios transportados con descuento del		0 %		4B 0 usuarios	
Usuarios transportados sin descuento				5 150350 usuarios	
Cálculo del número equivalente de usuarios transportados por mes					
4A	92150	* 1-(X/100)	+	4B	0
5	150350				
				3 224070 usuarios/mes	

Fig. Estimación de la demanda

3 - Cálculo de la distancia de recorrido promedio mensual

3.1 Caso I - Cálculo efectuado a nivel ruta

Número de corridas realizadas mensualmente en la ruta

6	37500	
---	-------	--

Longitud de la corrida

7	40	Km
---	----	----

Parque vehicular promedio en operación

2	140	Unidad
---	-----	--------

Distancia entre el encierro y la base o cierre de circuito (recorrido muerto o en vacío)

8	2	Km
---	---	----

Promedio de viajes en vacío

9	4	
---	---	--

Distancia recorrida por ruta

6	37500	X	7	40	/	2	140	+		
8	2	X	9	4	/	2	140	=	10	10714 Km. veh*mes

3.2 Caso II - Cálculo a nivel empresa o sistema

Kilometraje total recorrido mensualmente por empresa o sistema

11	0	Km/mes
----	---	--------

Distancia en vacío o muerta por empresa o sistema

12	0	Km
----	---	----

Parque vehicular por empresa o sistema

2	1	Unidad
---	---	--------

Distancia de recorrido por empresa o sistema

11	0	/	2	1	+		
12	0				=	10	0 Km. veh X mes

Fig. Estimación de la distancia promedio de recorrido

4 - Estimación de costos variables

4.1 Neumáticos

Precio de neumático radial	A	800	\$
Precio de neumático normal	B	350	\$
% de utilización de neumáticos radiales	C	25	%
% de utilización de neumáticos normales	D	80	%

Precio de neumático ponderado = $(AXC) + (BXD)$ 100 = E 480 \$

		precio unitario	X	cantidad			
Neumático nuevo ponderado	E	480	X	4		=	12 1920 \$
Recubierta		350	X	4	X	2	= 13 2800 \$
Cámara		80	X	4	X	2	= 14 640 \$
Costo total de los neumáticos						=	15 5360 \$

Kilometraje mínimo admisible neumático nuevo	=	16	35,000	Km
Kilometraje mínimo admisible de neumáticos recubiertos	=	17	25,000	Km
Vida útil	=	18	60,000	Km

Costo por kilómetro de neumáticos
 15 5360 / 18 60,000 = 19 0.0893 \$/Km

4.2 Combustible

Precio por litro	20	5.63	\$/l
Rendimiento máximo	21	8	Km/l

Cálculo del costo de combustible por kilómetro
 20 5.63 / 21 8 = 22 0.7038 \$/Km

4.3 Aceites y lubricantes

Motor	13	\$/l	/	140	Km/l	=	23 0.0929 \$/Km
Caja de velocidades	25	\$/l	/	350	Km/l	=	24 0.0714 \$/Km
Diferencial	25	\$/l	/	1,300	Km/l	=	25 0.0192 \$/Km
Frenos	27	\$/l	/	4,550	Km/l	=	26 0.0059 \$/Km
Grasa	22	\$/kg	/	10,000	Kg/Km	=	27 0.0022 \$/Km
Costo de aceites y lubricantes						=	28 0.1917 \$/Km

4.4 Costos variables (resumen)

Costo por kilómetro de neumáticos	19	0.0893	\$/Km
Costo por kilómetro de combustible	22	0.7038	\$/Km
Costo de aceites y lubricantes por kilómetro	28	0.1917	\$/Km
Costo variable total por kilómetro	29	0.9847	\$/Km

5 - Determinación de costos fijos (ej. de cálculo de coeficientes de depreciación y remuneración del capital).

Periodos	Formula de depreciación	Coefficiente de depreciación anual	Coefficiente de depreciación acumulada	Formula de remuneración	Coefficiente de remuneración mensual
0-1	$(7/28)*(1-0.1)$	0.225	0.225	$(1-0.000)*cetes/12$	0.0100
1-2	$(6/28)*(1-0.1)$	0.193	0.418	$(1-0.225)*cetes/12$	0.0078
2-3	$(5/28)*(1-0.1)$	0.161	0.579	$(1-0.418)*cetes/12$	0.0058
3-4	$(4/28)*(1-0.1)$	0.129	0.708	$(1-0.579)*cetes/12$	0.0042
4-5	$(3/28)*(1-0.1)$	0.096	0.804	$(1-0.708)*cetes/12$	0.0029
5-6	$(2/28)*(1-0.1)$	0.064	0.868	$(1-0.804)*cetes/12$	0.0020
6-7	$(1/28)*(1-0.1)$	0.032	0.900	$(1-0.868)*cetes/12$	0.0013
más de 7	$(0/28)*(1-0.1)$	0.000		$(1-0.900)*cetes/12$	0.0010

Nota Se considera que la unidad queda depreciada a partir del séptimo año
 Se considera un valor de rescate del 10%
 Se considera una tasa de cetes de 12%

5.1 Costo del capital			
Precio del vehículo tipo A	F	300000	\$
Precio del vehículo tipo B	G	270000	\$
Precio del vehículo tipo C	H	240000	\$
% de vehículos tipo A	I	15	%
% de vehículos tipo B	J	30	%
% de vehículos tipo C	K	55	%
Precio ponderado del parque vehicular en operación	=	$((FXI)+(GXJ)+HXK)/100$	=
Precio de los neumáticos(6 neumáticos+6 cámaras)	L	126000	\$
Precio del vehículo nuevo sin neumáticos	30	1720	\$
Parque vehicular total = operación + reserva + mantenimiento	31	124288	\$
	32	150	veh

5.1.1 Depreciación					
Coefficiente de depreciación anual del parque vehicular total					
vehículos de 0 a 1 año	20	No veh	X	0.225	=
vehículos de 1 a 2 años	15	No veh	X	0.193	=
vehículos de 2 a 3 años	15	No veh	X	0.161	=
vehículos de 3 a 4 años	10	No veh	X	0.129	=
vehículos de 4 a 5 años	30	No veh	X	0.096	=
vehículos de 5 a 6 años	35	No veh	X	0.064	=
vehículos de 6 a 7 años	20	No veh	X	0.032	=
vehículos de más de 7 años	5	No veh	X	0.000	=
Coefficiente de depreciación ponderado del parque vehicular					=
	41			16.85	

Depreciación anual del parque vehicular	31	124288.25	X	41	16.86	=	42	2095500	\$
Depreciación anual por unidad	42	2095499.9	/	32	150	=	43	13970	\$ veh X mes
Depreciación mensual por unidad	43	13969.9993	/		12	=	44	1154.2	\$ veh X mes
Depreciación mensual de instalaciones y equipos	L	126008.25	X		0.0001	=	45	12.601	\$ veh X mes
Depreciación mensual						=	46	1176.8	\$ veh X mes

Nota: Se considera en la figura un valor de rescate de la unidad del 10% y vida útil de 7 años.
Método de depreciación utilizado: suma de los dígitos
 $(N - i + 1) \cdot 10.5 \cdot N (N + 1)$ donde N = vida útil
i = año de la estimación

5.1.2 Remuneración

Remuneración del capital relativa a cada vehículo (sin neumáticos) del parque vehicular total

Unidades de 0 a 1 año	20	veh	X	0.0100	=	47	0.2
Unidades de 1 a 2 años	15	veh	X	0.0078	=	48	0.117
Unidades de 2 a 3 años	15	veh	X	0.0058	=	49	0.087
Unidades de 3 a 4 años	10	veh	X	0.0042	=	50	0.042
Unidades de 4 a 5 años	30	veh	X	0.0029	=	51	0.037
Unidades de 5 a 6 años	35	veh	X	0.0020	=	52	0.07
Unidades de 6 a 7 años	20	veh	X	0.0013	=	53	0.026
Unidades de más de 7 años	5	veh	X	0.0010	=	54	0.005
Coefficiente de remuneración mensual por vehículo					=	55	0.634

Remuneración mensual del capital utilizado en el parque vehicular

	55	0.634	X	31	124288.25	=	56	78799	\$/mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	56	78798.7505	/	32	150	=	57	525.33	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado en instalaciones y equipo	L	126008.25	X		0.0004	=	58	50.403	\$ veh X mes

Costo total del capital (Resumen)

Depreciación mensual	46	1176.8	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	57	525.33	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por instalaciones y equipo	58	50.403	\$ veh X mes
Costo total del capital	59	1752.5	\$ veh X mes

Nota: Se considera una tasa de ceses del 12% y vida útil de 7 años, con un valor de rescate del 10%.

5.2 Gastos en refacciones y accesorios

Total de gastos mensuales por vehículo

L	126008.25	\$	X	0.0083	veh X mes	=	60	1045.9	\$/veh X mes
---	-----------	----	---	--------	-----------	---	----	--------	--------------

5.3 Gastos mensuales por personal de operación, mantenimiento y de confianza

	Salario Promedio Mensual		Prestaciones Sociales		Factor de Utilización				
Operador	780500 \$/mes	X	1.42	X	1.71	=	M	1893996	\$/veh X mes
Confianza y administrativo	0 \$/mes	X	1.43	X	0.42	=	N	0	\$/veh X mes
Otros	67500 \$/mes	X	1.44	X	0.43	=	O	41796	\$/veh X mes
Personal mantenimiento	36000 \$/mes	X	1.45	X	0.78	=	P	40716	\$/veh X mes
Total						=	Q	1976508	\$/veh X mes

5.4 Gastos administrativos mensuales

Valor del seguro		525000	\$/año	/	12	=	61	43750	\$/mes
Otras compras	L	126008.25	\$	X	0.0017	=	62	214.21	\$/mes
Total						=	63	43954	\$/mes

5.5 Costo fijo total por kilómetro

5.5.1 Costo fijo total mensual por unidad

Costo total del capital	59	1752.5	\$/veh X mes
Gastos en refacciones y accesorios	60	1045.9	\$/veh X mes
Gastos en personal	Q	1976508	\$/veh X mes
Gastos administrativos	63	43954	\$/veh X mes
Costo fijo total mensual	64	2023271	\$/veh X mes

5.5.2 Costo fijo total por kilómetro recorrido

Distancia promedio de recorrido		10A ó 10B	10714	Km/veh X mes						
64	2023270.58	\$/veh X mes	/	10A o 10B	10714.3429	Km/veh X mes	=	65	188.84	\$/Km

Nota: Los factores de utilización corresponden a los registrados en AUPR100 para 1986. Se recomienda utilizar los factores propios de la empresa.

Fig. Estimación de los costos fijos

6 Cálculo de la tarifa

6.1 Cálculo del costo total por kilómetro

Costo variable por kilómetro	29	0.9847		S/veh
Costo fijo total por kilómetro	65	188.84		S/veh
Costo total por kilómetro	66	189.82		S/veh

6.2 Captación promedio por kilómetro

Pasajeros transportados mensualmente por unidad	3	224070		pas veh X mes					
Distancia promedio recorrida	10	10714.3429		Km veh X mes					
	3	224070	/	10	10714.3429	=	67	20.913	pas Km

6.3 Cálculo de tarifa antes de impuestos y utilidad

	66	189.822314	/	67	20.9130885	=	68	9.0767	S/pas
--	----	------------	---	----	------------	---	----	--------	-------

Fig. Estimación de la tarifa de equilibrio

1 - Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por vehículo

TAXIS

1.1 Cálculo de la captación de usuarios por ruta			
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por ruta	1	70000	pas/mes
Parque vehicular en operación en la ruta	2A	250	unidad
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad			
1	70000	2A	250
=			
3	280	pas/unidad/mes	
1.2 Cálculo de la captación de usuarios por empresa			
Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por empresa	1	0	pas/mes
Parque en operación en la empresa	2B	1	unidad
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad			
1	0	2B	1
=			
3	0	pas/unidad/mes	
1.3 Cálculo de la captación de usuarios por área de operación o sistema			
Número equivalente de usuarios transportados mensualmente en las rutas del sistema	1	0	pas/mes
Parque en operación en el sistema	2C	1	unidad
Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad			
1	0	2C	1
=			
3	0	pas/unidad/mes	

Fig. Captación por unidad

2 - Cálculo del número equivalente de usuarios

2.1 Número de usuarios transportados por ruta, empresa o sistema durante el mes seleccionado			
Usuarios transportados con descuento del	0 %	4A	0
Usuarios transportados con descuento del	0 %	4B	0
Usuarios transportados sin descuento		5	70000
Cálculo del número equivalente de usuarios transportados por mes			
4A	0	* 1-(X/100)	+
4B	0	* 1-(Y/100)	+
5	70000		
=			
3	70000	usuarios/mes	

Fig. Estimación de la demanda

3 - Cálculo de la distancia de recorrido promedio mensual

3.1 Caso I Cálculo efectuado a nivel ruta

Número de corridas realizadas mensualmente en la ruta	6	12500							
Longitud de la corrida	7	40					Km		
Parque vehicular promedio en operación	2	230					Unidad		
Distancia entre el encierro y la base o cierre de circuito (recorrido muerto o en vacío)	8	3					Km		
Promedio de viajes en vacío	9	0							
Distancia recorrida por ruta									
6	12500	X	7	40	/	2	230	+	
8	3	X	9	0	/	2	230	=	
							10	2173 91 Km veh*mes	

3.2 Caso II Cálculo a nivel empresa o sistema

Kilometraje total recorrido mensualmente por empresa o sistema	11	0					Km/mes		
Distancia en vacío o muerta por empresa o sistema	12	0					Km		
Parque vehicular por empresa o sistema	2	1					Unidad		
Distancia de recorrido por empresa o sistema									
11	0	/	2	1			+		
12	0						=		
							10	0 Km:veh X mes	

Fig. Estimación de la distancia promedio de recorrido

4 - Estimación de costos variables

4.1 Neumáticos

Precio de neumático radial	A	650	\$			
Precio de neumático normal	B	250	\$			
% de utilización de neumáticos radiales	C	25	%			
% de utilización de neumáticos normales	D	75	%			
Precio de neumático ponderado	=	(AxC)+(BxD) / 100	=	E	350	\$

		precio unitario	X	cantidad	=					
Neumático nuevo ponderado	E	350	X	4	=	12	1400	\$		
Recubierta		250	X	4	X	2	=	13	2000	\$
Cámara		80	X	4	X	2	=	14	640	\$
Costo total de los neumáticos					=	15	4040	\$		

Kilometraje mínimo admisible neumático nuevo	=	16	35.000	Km
Kilometraje mínimo admisible de neumáticos recubiertos	=	17	25.000	Km
Vida útil	=	18	60.000	Km

Costo por kilómetro de neumáticos	15	4040	18	60.000	=	19	0.6673	\$ Km
-----------------------------------	----	------	----	--------	---	----	--------	-------

4.2 Combustible

Precio por litro	20	5.63	\$/l					
Rendimiento máximo	21	10	Km/l					
Cálculo del costo de combustible por kilómetro	20	5.63	21	10	=	22	0.563	\$ Km

4.3 Aceites y lubricantes

Motor	13	\$/l	/	140	Km/l	=	23	0.0929	\$ Km
Caja de velocidades	25	\$/l	/	350	Km/l	=	24	0.0714	\$ Km
Diferencial	25	\$/l	/	1,300	Km/l	=	25	0.0192	\$ Km
Frenos	27	\$/l	/	4,550	Km/l	=	26	0.0059	\$ Km
Grasa	22	\$/kg	/	10,000	Kg/Km	=	27	0.0022	\$ Km
Costo de aceites y lubricantes					=	28	0.1917	\$ Km	

4.4 Costos variables (resumen)

Costo por kilómetro de neumáticos	19	0.6673	\$ Km
Costo por kilómetro de combustible	22	0.563	\$ Km
Costo de aceites y lubricantes por kilómetro	28	0.1917	\$ Km
Costo variable total por kilómetro	29	0.822	\$ Km

5 - Determinación de costos fijos (ej. de cálculo de coeficientes de depreciación y remuneración del capital).

Periodos	Formula de depreciación	Coefficiente de depreciación anual	Coefficiente de depreciación acumulada	Formula de remuneración	Coefficiente de remuneración mensual
0-1	$(7/28)*(1-0.1)$	0.225	0.225	$(1-0.000)*cetes/12$	0.0100
1-2	$(6/28)*(1-0.1)$	0.193	0.418	$(1-0.225)*cetes/12$	0.0078
2-3	$(5/28)*(1-0.1)$	0.161	0.579	$(1-0.418)*cetes/12$	0.0058
3-4	$(4/28)*(1-0.1)$	0.129	0.708	$(1-0.579)*cetes/12$	0.0042
4-5	$(3/28)*(1-0.1)$	0.096	0.804	$(1-0.708)*cetes/12$	0.0029
5-6	$(2/28)*(1-0.1)$	0.064	0.868	$(1-0.804)*cetes/12$	0.0020
6-7	$(1/28)*(1-0.1)$	0.032	0.900	$(1-0.868)*cetes/12$	0.0013
más de 7	$(0/28)*(1-0.1)$	0.000		$(1-0.900)*cetes/12$	0.0010

Nota Se considera que la unidad queda depreciada a partir del séptimo año
 Se considera un valor de rescate del 10%
 Se considera una tasa de cetes de 12%

5.1 Costo del capital

Precio del vehículo tipo A
 Precio del vehículo tipo B
 Precio del vehículo tipo C
 % de vehículos tipo A
 % de vehículos tipo B
 % de vehículos tipo C

F	105000	\$
G	95000	\$
H	85000	\$
I	10	%
J	35	%
K	55	%

Precio ponderado del parque vehicular en operación = $((FXI)+(GXJ)+HXK)/100$ =
 Precio de los neumáticos (6 neumáticos+6 cámaras) =
 Precio del vehículo nuevo sin neumáticos =
 Parque vehicular total = operación + reserva + mantenimiento

L	43756	\$
30	1720	\$
31	42036	\$
32	250	veh

5.1.1 Depreciación

Coefficiente de depreciación anual del parque vehicular total

vehículos de 0 a 1 año	34	No veh	X	0.225	=	33	7.65
vehículos de 1 a 2 años	30	No veh	X	0.193	=	34	5.79
vehículos de 2 a 3 años	51	No veh	X	0.161	=	35	8.211
vehículos de 3 a 4 años	27	No veh	X	0.129	=	36	3.483
vehículos de 4 a 5 años	32	No veh	X	0.096	=	37	3.072
vehículos de 5 a 6 años	21	No veh	X	0.064	=	38	1.344
vehículos de 6 a 7 años	29	No veh	X	0.032	=	39	0.928
vehículos de más de 7 años	26	No veh	X	0.000	=	40	0
Coefficiente de depreciación ponderado del parque vehicular					=	41	30.478

Depreciación anual del parque vehicular						
	31	42035.5	X	41	30.478	= 42 1281158 \$
Depreciación anual por unidad:						
	42	1281157.97		32	250	= 43 5124.6 \$/veh X mes
Depreciación mensual por unidad:						
	43	5124.63188			2	= 44 427.05 \$/veh X mes
Depreciación mensual de instalaciones y equipos:						
	L	43755.5	X		0.0001	= 45 4.3756 \$/veh X mes
Depreciación mensual:						
						= 46 431.43 \$/veh X mes

Nota Se considera en la figura un valor de rescate de la unidad del 10% y vida útil de 7 años
Método de depreciación utilizado: suma de los dígitos
 $(N + 1) + 0.5 * N(N + 1)$ donde N = vida útil
= año de la estimación

5.1.2 Remuneración

Remuneración del capital relativa a cada vehículo (sin neumáticos) del parque vehicular total

Unidades de 0 a 1 año	34	veh	X	0.0100	= 47 0.34	
Unidades de 1 a 2 años	30	veh	X	0.0078	= 48 0.234	
Unidades de 2 a 3 años	51	veh	X	0.0058	= 49 0.2958	
Unidades de 3 a 4 años	27	veh	X	0.0042	= 50 0.1134	
Unidades de 4 a 5 años	32	veh	X	0.0029	= 51 0.0928	
Unidades de 5 a 6 años	21	veh	X	0.0020	= 52 0.042	
Unidades de 6 a 7 años	29	veh	X	0.0013	= 53 0.0377	
Unidades de más de 7 años	26	veh	X	0.0010	= 54 0.026	
Coeficiente de remuneración mensual por vehículo						= 55 1.1817

Remuneración mensual del capital utilizado en el parque vehicular

	55	1.1817	X	31	42035.5	= 56 49673 \$/mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad:						
	56	49673.3504		32	250	= 57 198.69 \$/veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado en instalaciones y equipo:						
	L	43755.5	X		0.0004	= 58 17.502 \$/veh X mes

Costo total del capital (Resumen)

Depreciación mensual	46	431.43	\$/veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	57	198.69	\$/veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por instalaciones y equipo	58	17.502	\$/veh X mes
Costo total del capital	59	647.62	\$/veh X mes

Nota: Se considera una tasa de ceses del 12% y vida útil de 7 años, con un valor de rescate del 10%.

5.2 Gastos en refacciones y accesorios
Total de gastos mensuales por vehículo

L	43755.5	\$	X	0.0083	veh X mes	=	60	363.17	\$/veh. X mes
---	---------	----	---	--------	-----------	---	----	--------	---------------

5.3 Gastos mensuales por personal de operación, mantenimiento y de confianza

	Salario Promedio Mensual		Prestaciones Sociales		Factor de Utilización					
Operador	1375000	\$ mes	X	1.42	X	1.71	=	M	3338.776	\$ veh X mes
Confianza y administrativo	0	\$ mes	X	1.43	X	0.42	=	N	0	\$ veh X mes
Otros	84000	\$ mes	X	1.44	X	0.43	=	O	520.13	\$ ven X mes
Personal mantenimiento	60000	\$ mes	X	1.45	X	0.78	=	P	2786.60	\$ veh X mes
Total							=	Q	34586.48	\$ veh X mes

5.4 Gastos administrativos mensuales

Valor del seguro	625000	\$ mes			12	=	61	52.183	\$ mes	
Otras compras	L	43755.5	\$		X	0.0017	=	62	74.364	\$/mes
Total							=	63	52.158	\$ mes

5.5 Costo fijo total por kilómetro

5.5.1 Costo fijo total mensual por unidad

Costo total del capital	59	647.62	\$ veh X mes
Gastos en refacciones y accesorios	60	363.17	\$ veh X mes
Gastos en personal	Q	34586.48	\$ veh X mes
Gastos administrativos	63	52.158	\$ veh X mes
Costo fijo total mensual	64	35118.16	\$ veh X mes

5.5.2 Costo fijo total por kilómetro recorrido

Distancia promedio de recorrido				10A ó 10B	2173.9	Km veh X mes					
64	35118.16	31	\$/veh X mes	/	10A o 10B	2173.91304	Km/vehXmes	=	65	1615.4	\$/Km

Nota: Los factores de utilización corresponden a los registrados en AUPR100 para 1986. Se recomienda utilizar los factores propios de la empresa.

Fig. Estimación de los costos fijos

6 Cálculo de la tarifa

6.1 Cálculo del costo total por kilómetro

Costo variable por kilómetro	29	0.822		S/veh
Costo fijo total por kilómetro	65	1615.4		S/veh
Costo total por kilómetro	66	1616.3		S/veh

6.2 Captación promedio por kilómetro

Pasajeros transportados mensualmente por unidad	3	70000	pas/veh X mes						
Distancia promedio recorrida	10	2173.9	Km/veh X mes						
	3	70000	/	10	2173.91304	=	67	32.2	pas/Km

6.3 Cálculo de tarifa antes de impuestos y utilidad

	66	1616.25749	/	67	32.2	=	68	50.1943	S/pas
--	----	------------	---	----	------	---	----	---------	-------

Fig. Estimación de la tarifa de equilibrio

1 - Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por vehículo

AUTOS PARTICULARES

1.1 Cálculo de la captación de usuarios por ruta

Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por ruta

1	1118000	pas/mes
---	---------	---------

Parque vehicular en operación en la ruta

2A	7900	unidad
----	------	--------

Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad

$$\frac{1}{1118000} \div \frac{2A}{7900} =$$

3	141.52	pas unidad/mes
---	--------	----------------

1.2 Cálculo de la captación de usuarios por empresa

Número equivalente de pasajeros transportados mensualmente por empresa

1	0	pas/mes
---	---	---------

Parque en operación en la empresa

2B	1	unidad
----	---	--------

Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad

$$\frac{1}{0} \div \frac{2B}{1} =$$

3	0	pas unidad/mes
---	---	----------------

1.3 Cálculo de la captación de usuarios por área de operación o sistema

Número equivalente de usuarios transportados mensualmente en las rutas del sistema

1		pas mes
---	--	---------

Parque en operación en el sistema

2C	1	unidad
----	---	--------

Cálculo del número de usuarios transportados mensualmente por unidad

$$\frac{1}{0} \div \frac{2C}{1} =$$

3	0	pas unidad/mes
---	---	----------------

Fig. Captación por unidad

2 - Cálculo del número equivalente de usuarios

2.1 Número de usuarios transportados por ruta, empresa o sistema durante el mes seleccionado

Usuarios transportados con descuento del 0 %

4A	0	usuarios
----	---	----------

Usuarios transportados con descuento del 0 %

4B	0	usuarios
----	---	----------

Usuarios transportados sin descuento

5	1118000	usuarios
---	---------	----------

Cálculo del número equivalente de usuarios transportados por mes

$$\frac{4A}{0} * 1-(X/100) + \frac{4B}{0} * 1-(Y/100) +$$

5	1118000
---	---------

3	1118000	usuarios/mes
---	---------	--------------

Fig. Estimación de la demanda

3.- Cálculo de la distancia de recorrido promedio mensual

3.1 Caso I: Cálculo efectuado a nivel ruta

Número de corridas realizadas mensualmente en la ruta

6	395000	
---	--------	--

Longitud de la corrida

7	40	Km
---	----	----

Parque vehicular promedio en operación

2	7500	Unidad
---	------	--------

Distancia entre el encierro y la base o cierre de circuito (recorrido muerto o en vacío)

8	3	Km
---	---	----

Promedio de viajes en vacío

9	0	
---	---	--

Distancia recorrida por ruta

6	395000	X	7	40	/	2	7500	+		
8	3	X	9	0	/	2	7500	=	10	21067 Km veh*mes

3.2 Caso II: Cálculo a nivel empresa o sistema

Kilometraje total recorrido mensualmente por empresa o sistema

11	0	Km mes
----	---	--------

Distancia en vacío o muerta por empresa o sistema

12	0	Km
----	---	----

Parque vehicular por empresa o sistema

2	1	Unidad
---	---	--------

Distancia de recorrido por empresa o sistema

11	0							+		
12	0		2	1				=	10	0 Km veh X mes

Fig. Estimación de la distancia promedio de recorrido

4 - Estimación de costos variables

4.1 Neumáticos

Precio de neumático radial	A	650	\$
Precio de neumático normal	B	250	\$
% de utilización de neumáticos radiales	C	25	%
% de utilización de neumáticos normales	D	75	%

Precio de neumático ponderado = $\frac{(AXC)+(BXD)}{100}$ = E 350 \$

	precio unitario	cantidad				
Neumático nuevo ponderado	E 350	X	4	=	12	1400 \$
Recubierta	250	X	4	X	2	= 13 2000 \$
Cámara	80	X	4	X	2	= 14 640 \$
Costo total de los neumáticos				=	15	4040 \$

Kilometraje mínimo admisible neumático nuevo	=	16	35,000	Km
Kilometraje mínimo admisible de neumáticos recubiertos	=	17	25,000	Km
Vida útil	=	18	60,000	Km

Costo por kilómetro de neumáticos
 15 4040 = 18 60,000 = 19 0.6673 \$/Km

4.2 Combustible

Precio por litro	20	5.63	\$/l
Rendimiento máximo	21	12	Km/l

Calculo del costo de combustible por kilómetro
 20 5.63 = 21 12 = 22 0.4692 \$/Km

4.3 Aceites y lubricantes

Motor	13	\$/l	/	140	Km/l	=	23	0.0929	\$/Km
Caja de velocidades	25	\$/l	/	350	Km/l	=	24	0.0714	\$/Km
Diferencial	25	\$/l	/	1,300	Km/l	=	25	0.0192	\$/Km
Frenos	27	\$/l	/	4,550	Km/l	=	26	0.0059	\$/Km
Grasa	22	\$/kg	/	10,000	Kg/Km	=	27	0.0022	\$/Km
Costo de aceites y lubricantes						=	28	0.1917	\$/Km

4.4 Costos variables (resumen)

Costo por kilómetro de neumáticos	19	0.6673	\$/Km
Costo por kilómetro de combustible	22	0.4692	\$/Km
Costo de aceites y lubricantes por kilómetro	28	0.1917	\$/Km
Costo variable total por kilómetro	29	0.7282	\$/Km

5 - Determinación de costos fijos (ej. de cálculo de coeficientes de depreciación y remuneración del capital).

Periodos	Formula de depreciación	Coefficiente de depreciación anual	Coefficiente de depreciación acumulada	Formula de remuneración	Coefficiente de remuneración mensual
0-1	$(7/28)*(1-0.1)$	0.225	0.225	$(1-0.009)*cetes:12$	0.0100
1-2	$(6/28)*(1-0.1)$	0.193	0.418	$(1-0.225)*cetes:12$	0.0078
2-3	$(5/28)*(1-0.1)$	0.161	0.579	$(1-0.418)*cetes:12$	0.0058
3-4	$(4/28)*(1-0.1)$	0.129	0.708	$(1-0.579)*cetes:12$	0.0042
4-5	$(3/28)*(1-0.1)$	0.095	0.804	$(1-0.709)*cetes:12$	0.0029
5-6	$(2/28)*(1-0.1)$	0.064	0.868	$(1-0.804)*cetes:12$	0.0020
6-7	$(1/28)*(1-0.1)$	0.032	0.900	$(1-0.868)*cetes:12$	0.0013
más de 7	$(0/28)*(1-0.1)$	0.000		$(1-0.900)*cetes:12$	0.0010

Nota Se considera que la unidad queda depreciada a partir del séptimo año
 Se considera un valor de rescate del 10%
 Se considera una tasa de cetes de 12%

5.1 Costo del capital

Precio del vehículo tipo A
 Precio del vehículo tipo B
 Precio del vehículo tipo C
 % de vehículos tipo A
 % de vehículos tipo B
 % de vehículos tipo C

F	120000	\$
G	100000	\$
H	80000	\$
I	25	%
J	45	%
K	30	%

Precio ponderado del parque vehicular en operación = $((FXI)+(GXJ)+HXK)/100$ =

L	75008	\$
30	1720	\$
31	73288	\$
32	7900	veh

Precio de los neumáticos(6 neumáticos+6 cámaras)

Precio del vehículo nuevo sin neumáticos

Parque vehicular total = operación + reserva + mantenimiento

5.1.1 Depreciación

Coefficiente de depreciación anual del parque vehicular total

vehículos de 0 a 1 año	650	No veh	X	0.225	=	33	146.25
vehículos de 1 a 2 años	800	No veh	X	0.193	=	34	154.4
vehículos de 2 a 3 años	1350	No veh	X	0.161	=	35	217.35
vehículos de 3 a 4 años	1450	No veh	X	0.129	=	36	187.05
vehículos de 4 a 5 años	1800	No veh	X	0.095	=	37	172.8
vehículos de 5 a 6 años	1100	No veh	X	0.064	=	38	70.4
vehículos de 6 a 7 años	500	No veh	X	0.032	=	39	16
vehículos de más de 7 años	250	No veh	X	0.000	=	40	0
Coefficiente de depreciación ponderado del parque vehicular					=	41	964.25

Depreciación anual del parque vehicular						
	31	73287.5	X	41	964.25	= 42 73667472 \$
Depreciación anual por unidad						
	42	70667471.9		32	7900	= 43 8945.2 \$ veh X mes
Depreciación mensual por unidad						
	43	8945.2496			12	= 44 745.44 \$ veh X mes
Depreciación mensual de instalaciones y equipos						
	L	75007.5	X		0.0004	= 45 7.5008 \$ veh X mes
Depreciación mensual						
						= 46 752.94 \$ veh X mes

Nota Se considera en la figura un valor de rescate de la unidad del 10% y vida útil de 7 años.
 Método de depreciación utilizado: suma de los dígitos
 $(N - 1 + 1) \cdot 0.5 \cdot N (N + 1)$ donde: N = vida útil
 = año de la estimación

5.1.2 Remuneración

Remuneración del capital relativa a cada vehículo (sin neumáticos) del parque vehicular total

Unidades de 0 a 1 año	650	veh	X	0.0100	=	47 6.5
Unidades de 1 a 2 años	800	veh	X	0.0078	=	48 6.24
Unidades de 2 a 3 años	1350	veh	X	0.0058	=	49 7.83
Unidades de 3 a 4 años	1450	veh	X	0.0042	=	50 6.09
Unidades de 4 a 5 años	1800	veh	X	0.0029	=	51 5.22
Unidades de 5 a 6 años	1100	veh	X	0.0020	=	52 2.2
Unidades de 6 a 7 años	500	veh	X	0.0013	=	53 0.65
Unidades de más de 7 años	250	veh	X	0.0010	=	54 0.25
Coeficiente de remuneración mensual por vehículo						= 55 34.98

Remuneración mensual del capital utilizado en el parque vehicular

	55	44.98		31	73287.5	=	56 3290.1 \$ mes
Remuneración mensual de capital utilizado por unidad							
	56	2563596.75		32	7900	=	57 324.51 \$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado en instalaciones y equipo							
	L	75007.5	X		0.0004	=	58 30.003 \$ veh X mes

Costo total del capital (Resumen)

Depreciación mensual	46	752.94	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por unidad	57	324.51	\$ veh X mes
Remuneración mensual del capital utilizado por instalaciones y equipo	58	30.003	\$ veh X mes
Costo total del capital	59	1107.4	\$ veh X mes

Nota Se considera una tasa de cetes del 12% y vida útil de 7 años, con un valor de rescate del 10%.

5.2 Gastos en refacciones y accesorios

Total de gastos mensuales por vehículo

L	75007.5	\$	X	0.0083	veh X mes	=	60	622.56	\$/veh X mes
---	---------	----	---	--------	-----------	---	----	--------	--------------

5.3 Gastos mensuales por personal de operación, mantenimiento y de confianza

	Salario Promedio Mensual		Prestaciones Sociales		Factor de Utilización				
Operador	17775000 \$/mes	X	1.42	X	1.71	=	M	43161265	\$/veh X mes
Confianza y administrativo	0 \$/mes	X	1.43	X	0.42	=	N	0	\$/veh X mes
Otros	0 \$/mes	X	1.44	X	0.43	=	O	0	\$/veh X mes
Personal mantenimiento	0 \$/mes	X	1.45	X	0.78	=	P	0	\$/veh X mes
Total						=	Q	43161265	\$/veh X mes

5.4 Gastos administrativos mensuales

Valor del seguro	21330000	\$/mes	/	12	=	61	1777500	\$/mes
Otras compras	75007.5	\$	X	0.0017	=	62	127.51	\$/mes
Total						63	1777628	\$/mes

5.5 Costo fijo total por kilómetro

5.5.1 Costo fijo total mensual por unidad

Costo total del capital	59	1107.4	\$/veh X mes
Gastos en refacciones y accesorios	60	622.56	\$/veh X mes
Gastos en personal	Q	43E+07	\$/veh X mes
Gastos administrativos	63	2E+06	\$/veh X mes
Costo fijo total mensual	64	4.5E+07	\$/veh X mes

5.5.2 Costo fijo total por kilómetro recorrido

Distancia promedio de recorrido	10A ó 10B	2106.7	Km/veh X mes							
64	44940612.5	\$/veh X mes	/	10A ó 10B	2106.6667	Km/vehXmes	=	65	21333	\$/Km

Nota : Los factores de utilización corresponden a los registrados en AUPR100 para 1986. Se recomienda utilizar los factores propios de la empresa.

Fig. Estimación de los costos fijos

6. Cálculo de la tarifa

6.1 Cálculo del costo total por kilómetro

Costo variable por kilómetro	29	0.7282		S/veh
Costo fijo total por kilómetro	65	21333		S/veh
Costo total por kilómetro	66	21333		S/veh

6.2 Captación promedio por kilómetro

Pasajeros transportados mensualmente por unidad	3	1118009	pas. veh X mes						
Distancia promedio recorrida	10	2106.66667	Km veh X mes						
	3	1118009	/	10	2106.66667	=	67	530.7	pas/Km

6.3 Cálculo de tarifa antes de impuestos y utilidad

	66	21333.2974	/	67	530.696203	=	68	40.1987	S/pas
--	----	------------	---	----	------------	---	----	---------	-------

Fig. Estimación de la tarifa de equilibrio

COSTOS RELACIONADOS CON EL FERROCARRIL SUBURBANO EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES

Analisis de costos

Para el cálculo de los costos de mantenimiento, y operación se obtendrá inicialmente una formula general en la cual se consideran las siguientes variables

MANTENIMIENTO DE LA VIA	-Costo del riel -Costo del durmiente -Costo del balasto -Costo por concepto de nivelacion y alineación
LOCOMOTORAS	-Depreciación -Mantenimiento
CARROS	-Depreciación -Mantenimiento
TRIPULACIÓN	-Sueldos -Prestaciones
COMBUSTIBLE	-Consumo de combustible -Costo de combustible

1 - MANTENIMIENTO DE LA VIA

1 a) Costo del riel por tonelada kilometro

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
1	Vida útil del riel	200,000,000	Toneladas brutas por año
2	Costo por tonelada de riel de 115lb/yd	4.500	\$ Toneladas de riel
3	Toneladas de riel por kilometro	115	Toneladas de riel / km
4	Toneladas brutas / Toneladas netas	1.8	

$$\begin{array}{l}
 \text{COSTO DEL RIEL} \\
 = \\
 \times \\
 =
 \end{array}
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 2 & 4.500 \\
 \hline
 4 & 1.8 \\
 \hline
 5 & 0.0047 \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \times \\
 \\
 (\$/\text{Tonxkm})
 \end{array}
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 3 & 115 \\
 \hline
 \end{array}
 /
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 1 & 200,000,000 \\
 \hline
 \end{array}$$

1 b) Costo del durmiente por tonelada kilómetro

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
6	Porcentaje de durmientes de concreto en la vía	50	%
7	Porcentaje de durmientes de madera en la vía	40	%
8	Costo por pieza de durmiente de concreto	650	\$ pza
9	Costo por pieza de durmiente de madera	280	\$/pza
10	Vida útil del durmiente de concreto	50	años
11	Vida útil del durmiente de madera	18	años
12	Durmientes de concreto por kilómetro	550	pza km
13	Durmientes de madera por kilómetro	2 000	pza km
14	Tráfico promedio anual	2 900 000	Ton

COSTO POR KILÓMETRO

12	1.660
13	2.000

=

x

8	650
9	280
15	25392 44

(\$/km)

x

6	0 6
7	0 4

/

/

10	50
11	18

+

COSTO DE DURMIENTE

=

=

15	25.392 44
16	0 0088

(\$/Tonxkm)

/

14	2.900.000
----	-----------

1 c) Costo de balasto por tonelada kilómetro

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
17	Vida útil del balasto	12	años
18	Costo por metro cubico de balasto	200	\$/ m ³
19	Metros cubicos por kilómetro de balasto	1 000	m ³ /km
14	Tráfico promedio anual	2.900 000	Ton

COSTO POR KILÓMETRO

=

=

19	1.000
20	16666 66667

(\$/ km)

x

18	200
----	-----

/

17	12
----	----

COSTO DEL BALASTO

=

=

20	16666 66667
21	0 0057

(\$/Tonxkm)

/

14	2.900.000
----	-----------

1 d) Costo por concepto de fijación por tonelada kilómetro

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
5	Costo por tonelada kilómetro de riel	0 0047	\$/Tonxkm
16	Costo por tonelada kilómetro de durmientes	0 0088	\$/Tonxkm
21	Costo por tonelada kilómetro de balasto	0 0057	\$/Tonxkm
22	Porcentaje correspondiente al concepto de fijación	20	%

COSTO POR CONCEPTO DE FIJACIÓN =

$$\left(\begin{array}{|c|c|} \hline 5 & 0.0047 \\ \hline 22 & 0.2 \\ \hline \end{array} \right) - \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 16 & 0.0088 \\ \hline \end{array} \right) - \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 21 & 0.0057 \\ \hline \end{array} \right) \times$$

$$= \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 23 & 0.0038 \\ \hline \end{array} \right) \text{ (\$/Tonxkm)}$$

1 e) Costo por concepto de nivelación y alineación en tonelada kilómetro

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
24	Kilómetros nivelados y alineados por año	2 700	km/año
25	Costo por kilómetro por concepto de nivelación y alineación	37 000	\$/km
26	Trafico promedio anual por kilómetro	23 490 000 000	Tonxkm

COSTO POR CONCEPTO DE NIVELACIÓN Y ALINEACIÓN =

$$\left(\begin{array}{|c|c|} \hline 24 & 2.700 \\ \hline \end{array} \right) \times \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 25 & 37.000 \\ \hline \end{array} \right) = \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 26 & 23.490.000.000 \\ \hline \end{array} \right) \div \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 27 & 0.004 \\ \hline \end{array} \right) \text{ (\$/Tonxkm)}$$

TOTAL DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DE LA VIA

TOTAL =

$$\left(\begin{array}{|c|c|} \hline 5 & 0.0047 \\ \hline 23 & 0.0038 \\ \hline \end{array} \right) + \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 16 & 0.0088 \\ \hline 27 & 0.004 \\ \hline \end{array} \right) + \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 21 & 0.0057 \\ \hline \end{array} \right) +$$

$$= \left(\begin{array}{|c|c|} \hline 28 & 0.0272 \\ \hline \end{array} \right) \text{ (\$/Tonxkm)}$$

2 LOCOMOTORAS

2 a) Depreciación

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
29	Valor de una locomotora de 2000 HP	14.000.000	\$
30	Vida útil	25	años

$$\begin{aligned}
 \text{DEPRECIACIÓN} &= \frac{29}{365} \times \frac{14.000.000}{24} \left(\frac{2000}{30} \times \frac{25}{25} \right) \times \\
 &= \frac{31}{31} \times 0.032 \quad (\$/\text{HP}\cdot\text{Hr})
 \end{aligned}$$

2 b) Mantenimiento

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
29	Valor de una locomotora de 2000 HP	14.000.000	\$
32	Porcentaje correspondiente a mantenimiento	6	%
33	Numero de locomotoras	17	Locomotoras
26	Tráfico promedio anual por kilómetro	692.770.000	Pasxkm

$$\begin{aligned}
 \text{COSTO POR MANTENIMIENTO} &= \frac{29}{32} \times \frac{14.000.000}{0.06} \left(\frac{26}{33} \times \frac{692.770.000.0}{17} \right) \times \\
 &= \frac{34}{34} \times 0.02 \quad (\$/\text{Pasxkm})
 \end{aligned}$$

3 COCHES

3 a) Depreciación

	VARIABLES	CANTIDADES	
35	Valor promedio de un coche	2.000.000	\$
36	Vida útil	30	años

$$\begin{aligned}
 \text{DEPRECIACIÓN} &= \frac{35}{365} \times \frac{2.000.000}{24} \left(\frac{36}{30} \right) \times \\
 &= \frac{37}{37} \times 7.61 \quad (\$/\text{Coche}\cdot\text{Hr})
 \end{aligned}$$

3 b) Mantenimiento

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
35	Valor promedio de un coche	2.000.000	\$
38	Porcentaje correspondiente a mantenimiento	5	%
39	Número de coches	68	Coches
26	Tráfico promedio anual por kilómetro	692.770.000	Pasxkm

COSTO POR MANTENIMIENTO =

35	2.000.000
38	0.05
40	0.010

x

26	692.770.000
39	68

(S.Pasxkm)

4 TRIPULACIÓN

	CONCEPTO	SUELDO(\$)
	Maquinista	16200
	Conductor	16200
	Garrotero	7000
41	TOTAL	39400

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
	Horas por mes (17*30)	510	horas
	Factor por prestaciones		
	* IMSS	1.45	
	*INFONAVIT		
	*Vacaciones		
	*Aguinaldo		

COSTO POR CONCEPTO DE TRIPULACIÓN =

41	39400
----	-------

/

510

x

1.45

(\$/TrenxHr)

5 COMBUSTIBLE (DIESEL)

	VARIABLES	CANTIDAD	UNIDADES
43	Consumo de combustible	0.08	LT/HPxHr
44	Costo por litro de diesel (sin considerar IVA y el IEPS)	3.45	\$ Lt

COSTO POR COMBUSTIBLE =

43	0.08
45	0.276

x

44	3.45
----	------

(\$/HPxHr)

TABLA DE RESULTADOS

Costos variables

CONCEPTO	COSTO	UNIDADES		
MANTENIMIENTO DE LA VIA	0 0272	\$/Tonxkm	468Ton*73km	930 8202
MANTENIMIENTO DE LOCOMOTORA	0 0206	\$/Pasxkm	26000Pas*73km	39123 2877
MANTENIMIENTO DE COCHES	0 0098	\$/Pasxkm	26000Pas*73km	18630 1370
DEPRECIACIÓN LOCOMOTORAS	0 0320	\$/HPxHr	2000HP*17Hr	1086 7580
COMBUSTIBLE	0 2760	\$/HPxHr	2000HP*17Hr	9384 0000
DEPRECIACIÓN COCHES	7 6104	\$/CocheHr	76Coches*17Hr	9832 5723
TRIPULACIÓN	112 02	\$/TrenxHr	19Trenes*17Hr	36182 3333
			Total	115169 9085
			Costo por pasajero	4 4296

ANÁLISIS ECONÓMICO

AHORROS EN COSTO Y TIEMPO DE TRANSPORTE RELACIÓN B/C

	Usuarios	Costo	Diferencia	Ahorro en costos	Ahorro en tiempo
Aut ruta	4,650	\$ 11.60	\$ 7.17	\$ 10,002,150.00	\$ 581,250.00
Aut empresa	5,750	\$ 9.50	\$ 5.97	\$ 8,745,750.00	\$ 718,750.00
Combis	6,950	\$ 9.10	\$ 4.67	\$ 9,736,950.00	\$ 868,750.00
Taxis	1,750	\$ 50.20	\$ 45.77	\$ 24,029,250.00	\$ 218,750.00
A. particulares	6,900	\$ 40.90	\$ 35.57	\$ 73,529,900.00	\$ 862,500.00
Total anual				\$ 126,144,000.00	\$ 3,250,000.00

Inversión Año 0	\$ 300,000,000.00
Inversión Año 1	\$ 300,000,000.00
Inversión Año 2	\$ 267,000,000.00
	<u>\$ 867,000,000.00</u>

Costo FS	\$4.43
Días/año	300
Hora-Hombre	\$5.00
Tiempo de ahorro	5 min
T Crec Demanda	4.00%
T Ahor en Tiempo	7.10%
T Actualización	12.00%
Pasajeros al día FS	26,000

Año corriente	Año	Ahorro en costos	Ahorro en tiempo	Beneficio Total	fa	Beneficio Total act	Inversión act.
2003	0	-	-	-	1.0000	-	\$300,000,000.00
2004	1	-	-	-	0.8929	-	\$267,857,142.86
2005	2	-	-	-	0.7972	-	\$212,850,765.31
2006	3	\$ 126,144,000.00	\$ 3,250,000.00	\$ 129,394,000.00	0.7118	\$ 92,100,093.39	-
2007	4	\$ 131,189,760.00	\$ 3,610,750.00	\$ 134,800,510.00	0.6355	\$ 85,668,161.08	-
2008	5	\$ 136,437,350.40	\$ 4,011,543.25	\$ 140,448,893.65	0.5674	\$ 79,694,474.11	-
2009	6	\$ 141,894,844.42	\$ 4,456,824.55	\$ 146,351,668.97	0.5066	\$ 74,146,310.13	-
2010	7	\$ 147,570,638.19	\$ 4,951,532.08	\$ 152,522,170.27	0.4523	\$ 68,993,284.04	-
2011	8	\$ 153,473,463.72	\$ 5,501,152.14	\$ 158,974,615.86	0.4039	\$ 64,207,181.02	-
2012	9	\$ 159,612,402.27	\$ 6,111,780.02	\$ 165,724,182.29	0.3606	\$ 59,761,801.52	-
2013	10	\$ 165,996,898.36	\$ 6,790,187.61	\$ 172,787,085.97	0.3220	\$ 55,632,817.31	-
2014	11	\$ 172,636,774.29	\$ 7,543,898.43	\$ 180,180,672.72	0.2875	\$ 51,797,637.83	-
2015	12	\$ 179,542,245.27	\$ 8,381,271.16	\$ 187,923,516.42	0.2567	\$ 48,235,286.04	-
2016	13	\$ 186,723,935.08	\$ 9,311,592.25	\$ 196,035,527.33	0.2292	\$ 44,926,283.21	-
2017	14	\$ 194,192,892.48	\$ 10,345,178.99	\$ 204,538,071.47	0.2046	\$ 41,852,541.86	-
2018	15	\$ 201,960,608.18	\$ 11,493,493.86	\$ 213,454,102.04	0.1827	\$ 38,997,266.39	-
2019	16	\$ 210,039,032.51	\$ 12,769,271.68	\$ 222,808,304.19	0.1631	\$ 36,344,860.85	-
2020	17	\$ 218,440,593.81	\$ 14,186,660.84	\$ 232,627,254.64	0.1456	\$ 33,880,843.19	-
2021	18	\$ 227,178,217.56	\$ 15,761,380.19	\$ 242,939,597.75	0.1300	\$ 31,591,765.71	-
2022	19	\$ 236,265,346.26	\$ 17,510,893.39	\$ 253,776,239.65	0.1161	\$ 29,465,141.24	-
2023	20	\$ 245,715,960.11	\$ 19,454,602.55	\$ 265,170,562.67	0.1037	\$ 27,489,374.43	-
2024	21	\$ 255,544,598.52	\$ 21,614,063.44	\$ 277,158,661.95	0.0926	\$ 25,653,698.12	-
2025	22	\$ 265,766,382.46	\$ 24,013,224.49	\$ 289,779,606.94	0.0826	\$ 23,948,114.19	-
2026	23	\$ 276,397,037.75	\$ 26,678,692.40	\$ 303,075,730.16	0.0738	\$ 22,363,338.56	-
2027	24	\$ 287,452,919.27	\$ 29,640,027.25	\$ 317,092,946.53	0.0659	\$ 20,890,750.27	-
2028	25	\$ 298,951,036.04	\$ 32,930,070.29	\$ 331,881,106.32	0.0588	\$ 19,522,344.06	-
2029	26	\$ 310,909,077.48	\$ 36,585,308.09	\$ 347,494,385.57	0.0525	\$ 18,250,686.40	-
2030	27	\$ 323,345,440.58	\$ 40,646,277.29	\$ 363,991,717.86	0.0469	\$ 17,068,874.68	-
						<u>\$ 1,112,482,929.64</u>	<u>\$780,707,908.16</u>

Relación B / C = 1.42

ANÁLISIS FINANCIERO

Modo de transporte	Pasajeros/día	Tarifa	Costo	Utilidad	Utilidad diaria	Utilidad anual
Ferrocarril Suburbano	26000	\$ 10.50	\$ 4.43	\$ 6.07	\$ 157,820.00	\$ 47,346,000.00

Suponiendo una tasa de crecimiento de pasajeros igual al 4% anual

Tasa elegida = 12.00%

TIR = 19.27%

Año	Flujo de efectivo	fa	Valor Presente Neto
0	-\$ 300,000,000.00	1.0000	-\$ 300,000,000.00
1	\$ 47,346,000.00	0.8929	\$ 42,273,214.29
2	\$ 49,239,840.00	0.7972	\$ 39,253,698.98
3	\$ 51,209,433.60	0.7118	\$ 36,449,863.34
4	\$ 53,257,810.94	0.6355	\$ 33,846,301.67
5	\$ 55,388,123.38	0.5674	\$ 31,428,708.69
6	\$ 57,603,648.32	0.5066	\$ 29,183,800.93
7	\$ 59,907,794.25	0.4523	\$ 27,099,243.72
8	\$ 62,304,106.02	0.4039	\$ 25,163,583.46
9	\$ 64,796,270.26	0.3606	\$ 23,366,184.64
10	\$ 67,388,121.07	0.3220	\$ 21,697,171.45
11	\$ 70,083,645.91	0.2875	\$ 20,147,373.49
12	\$ 72,886,991.75	0.2567	\$ 18,708,275.38
13	\$ 75,802,471.42	0.2292	\$ 17,371,970.00
14	\$ 78,834,570.28	0.2046	\$ 16,131,115.00
15	\$ 81,987,953.09	0.1827	\$ 14,978,892.50
16	\$ 85,267,471.21	0.1631	\$ 13,908,971.61
17	\$ 88,678,170.06	0.1456	\$ 12,915,473.63
18	\$ 92,225,296.86	0.1300	\$ 11,992,939.80
19	\$ 95,914,308.74	0.1161	\$ 11,136,301.25
20	\$ 99,750,881.09	0.1037	\$ 10,340,851.16
21	\$ 103,740,916.33	0.0926	\$ 9,602,218.93
22	\$ 107,890,552.98	0.0826	\$ 8,916,346.15
23	\$ 112,206,175.10	0.0738	\$ 8,279,464.28
24	\$ 116,694,422.11	0.0659	\$ 7,688,073.98
25	\$ 121,362,198.99	0.0588	\$ 7,138,925.84
			<u>VPN = \$ 199,018,964.14</u>

Tarifa	Inversión Privada	Inversión Pública
\$ 10.50	\$ 300,000,000.00	\$ 567,000,000.00

Inversión Total \$ 867,000,000.00

Inv. Privada 34.60%
Inv. Pública 65.40%

B/C > 1

Se acepta el proyecto, ya que es factible económicamente

VPN >>>0

Se acepta el proyecto, ya que éste rinde más del 12%

CONCLUSIÓN:

Acceptado

ANÁLISIS ECONÓMICO (ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SUPONIENDO UNA CAÍDA DE LA DEMANDA EN UN 20%)
AHORROS EN COSTO Y TIEMPO DE TRANSPORTE RELACIÓN B/C

	Usuarios	Costo	Diferencia	Ahorro en costos	Ahorro en tiempo
Aut ruta	3.720	\$ 11.60	\$ 7.17	\$ 8.001.720.00	\$ 465.000.00
Aut empresa	4.600	\$ 4.50	\$ 5.67	\$ 9.996.000.00	\$ 575.000.00
Combis	5.550	\$ 9.10	\$ 4.67	\$ 7.789.560.00	\$ 695.000.00
Taxis	1.400	\$ 50.20	\$ 45.77	\$ 19.223.400.00	\$ 175.000.00
A particulares	5.520	\$ 40.00	\$ 35.57	\$ 58.903.920.00	\$ 690.000.00
Total anual				\$ 100.915.200.00	\$ 2.600.000.00

Costo FS	\$ 4.43
Días/año	300
Hora-Hombre	\$ 5 00
Tiempo de ahorro	5 min
T Crec Demanda	4.00%
T Ahor en Tiempo	7.10%
T Actualización	12.00%
Pasajeros al día FS	20,800

Inversión Año 0	\$ 300.000.000.00
Inversión Año 1	\$ 300.000.000.00
Inversión Año 2	\$ 267.000.000.00
	\$ 867.000.000.00

Año corriente	Año	Ahorro en costos	Ahorro en tiempo	Beneficio Total	fa	Beneficio Total act.	Inversión act.
2003	0	-	-	-	1.0000	-	\$ 300.000.000.00
2004	1	-	-	-	0.8929	-	\$ 267.857.142.86
2005	2	-	-	-	0.7972	-	\$ 212.850.765.31
2006	3	\$ 100.915.200.00	\$ 2.600.000.00	\$ 103.515.200.00	0.7118	\$ 73.680.074.71	-
2007	4	\$ 104.951.808.00	\$ 2.888.600.00	\$ 107.840.408.00	0.6355	\$ 68.534.528.87	-
2008	5	\$ 109.149.880.32	\$ 3.209.234.60	\$ 112.359.114.92	0.5674	\$ 63.755.579.29	-
2009	6	\$ 113.515.875.53	\$ 3.565.459.64	\$ 117.081.335.17	0.5066	\$ 59.317.048.11	-
2010	7	\$ 118.056.510.55	\$ 3.961.225.66	\$ 122.017.736.21	0.4523	\$ 55.194.627.23	-
2011	8	\$ 122.778.770.98	\$ 4.400.921.71	\$ 127.179.692.69	0.4039	\$ 51.365.744.82	-
2012	9	\$ 127.689.921.82	\$ 4.889.424.02	\$ 132.579.345.83	0.3606	\$ 47.809.441.21	-
2013	10	\$ 132.797.518.69	\$ 5.432.150.08	\$ 138.229.668.77	0.3220	\$ 44.506.253.85	-
2014	11	\$ 138.109.419.44	\$ 6.035.118.74	\$ 144.144.538.18	0.2875	\$ 41.438.110.26	-
2015	12	\$ 143.633.796.21	\$ 6.705.016.92	\$ 150.338.813.14	0.2567	\$ 38.588.228.64	-
2016	13	\$ 149.379.148.06	\$ 7.449.273.80	\$ 156.828.421.86	0.2292	\$ 35.941.026.57	-
2017	14	\$ 155.354.313.98	\$ 8.276.143.20	\$ 163.630.457.18	0.2046	\$ 33.482.033.49	-
2018	15	\$ 161.568.486.54	\$ 9.194.795.09	\$ 170.763.281.63	0.1827	\$ 31.197.813.12	-
2019	16	\$ 168.031.225.00	\$ 10.215.417.35	\$ 178.246.643.35	0.1631	\$ 29.075.888.68	-
2020	17	\$ 174.752.475.05	\$ 11.349.328.67	\$ 186.101.803.72	0.1456	\$ 27.104.674.55	-
2021	18	\$ 181.742.574.05	\$ 12.609.104.15	\$ 194.351.678.20	0.1300	\$ 25.273.412.57	-
2022	19	\$ 189.012.277.01	\$ 14.008.714.71	\$ 203.020.991.72	0.1161	\$ 23.572.112.99	-
2023	20	\$ 196.572.768.09	\$ 15.563.682.05	\$ 212.136.450.14	0.1037	\$ 21.991.499.54	-
2024	21	\$ 204.435.678.81	\$ 17.291.250.75	\$ 221.726.929.57	0.0926	\$ 20.522.958.50	-
2025	22	\$ 212.613.105.97	\$ 19.210.579.59	\$ 231.823.685.55	0.0826	\$ 19.158.491.35	-
2026	23	\$ 221.117.630.20	\$ 21.342.953.92	\$ 242.460.584.13	0.0738	\$ 17.890.670.85	-
2027	24	\$ 229.962.335.41	\$ 23.712.021.81	\$ 253.674.357.22	0.0659	\$ 16.712.600.22	-
2028	25	\$ 239.160.828.83	\$ 26.344.056.23	\$ 265.504.885.06	0.0588	\$ 15.617.875.24	-
2029	26	\$ 248.727.261.98	\$ 29.268.246.47	\$ 277.995.508.45	0.0525	\$ 14.600.549.12	-
2030	27	\$ 258.676.352.46	\$ 32.517.021.83	\$ 291.193.374.29	0.0469	\$ 13.655.099.75	-
						\$ 889.986.343.71	\$ 780.707.908.16

Relación B/C = 1.14

ANÁLISIS FINANCIERO

(ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SUPONIENDO UNA CAIDA DE LA DEMANDA EN UN 20%)

Modo de transporte	Pasajeros día	Tarifa	Costo	Utilidad	Utilidad diaria	Utilidad anual
Ferrocarril Suburbano	20800	\$ 10.50	\$ 4.43	\$ 6.07	\$ 126,256.00	\$ 37,876,800.00

Suponiendo una tasa de crecimiento de pasajeros igual al 4% anual

Tasa elegida = 12.00%

TIR = 19.27%

Año	Flujo de efectivo	fa	Valor Presente Neto
0	-\$ 240,000,000.00	1.0000	-\$ 240,000,000.00
1	\$ 37,876,800.00	0.8929	\$ 33,818,571.43
2	\$ 39,391,872.00	0.7972	\$ 31,402,959.18
3	\$ 40,967,546.88	0.7113	\$ 29,159,890.67
4	\$ 42,606,248.76	0.6355	\$ 27,077,041.34
5	\$ 44,310,498.71	0.5674	\$ 25,142,966.96
6	\$ 46,082,918.65	0.5066	\$ 23,347,040.74
7	\$ 47,926,235.40	0.4523	\$ 21,679,394.98
8	\$ 49,843,284.82	0.4039	\$ 20,130,866.76
9	\$ 51,837,016.21	0.3606	\$ 18,692,947.71
10	\$ 53,910,496.86	0.3220	\$ 17,357,737.16
11	\$ 56,066,916.73	0.2875	\$ 16,117,898.79
12	\$ 58,309,593.40	0.2567	\$ 14,966,620.31
13	\$ 60,641,977.14	0.2292	\$ 13,897,576.00
14	\$ 63,067,656.22	0.2046	\$ 12,904,892.00
15	\$ 65,590,362.47	0.1827	\$ 11,983,114.00
16	\$ 68,213,976.97	0.1631	\$ 11,127,177.28
17	\$ 70,942,536.05	0.1456	\$ 10,332,378.91
18	\$ 73,780,237.49	0.1300	\$ 9,594,351.84
19	\$ 76,731,446.99	0.1161	\$ 8,909,041.00
20	\$ 79,800,704.87	0.1037	\$ 8,272,680.92
21	\$ 82,992,733.06	0.0926	\$ 7,681,775.14
22	\$ 86,312,442.39	0.0826	\$ 7,133,076.92
23	\$ 89,764,940.08	0.0738	\$ 6,623,571.43
24	\$ 93,355,537.69	0.0659	\$ 6,150,459.18
25	\$ 97,089,759.19	0.0588	\$ 5,711,140.67
			VPN = \$ 159,215,171.31

Tarifa	Inversión Privada	Inversión Pública
\$ 10.50	\$ 240,000,000.00	\$ 627,000,000.00

Inversión Total \$ 867,000,000.00

Inv. Privada 27.68%
Inv. Pública 72.32%

B/C > 1

Se acepta el proyecto, ya que es factible económicamente

VPN >>>0

Se acepta el proyecto, ya que éste rinde más del 12%

CONCLUSIÓN:

Acceptado

ANÁLISIS ECONÓMICO (ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SUPONIENDO UNA CAÍDA DE LA DEMANDA EN UN 50%)

AHORROS EN COSTO Y TIEMPO DE TRANSPORTE RELACION B/C

	Usuarios	Costo	Diferencia	Ahorro en costos	Ahorro en tiempo
Aut. ruta	2.325	\$ 11.60	\$ 7.17	\$ 16.725.00	\$ 290.625.00
Aut. empresa	2.875	\$ 9.50	\$ 4.07	\$ 23.212.500	\$ 359.375.00
Combis	3.475	\$ 9.10	\$ 4.67	\$ 31.868.475.00	\$ 434.375.00
Taxis	875	\$ 50.20	\$ 45.77	\$ 12.914.625.00	\$ 109.375.00
A. particulares	3.450	\$ 40.00	\$ 35.57	\$ 38.814.950.00	\$ 431.250.00
Total anual				\$ 63.072.000.00	\$ 1.625.000.00

Costo FS	\$4.43
Días/año	300
Hora-Hombre	\$5.00
Tiempo de ahorro	5 min
T Crec Demanda	4.00%
T Ahor en Tiempo	7.10%
T Actualización	12.00%
Pasajeros al día FS	13.000

Inversión Año 0	\$ 300.000.000.00
Inversión Año 1	\$ 300.000.000.00
Inversión Año 2	\$ 267.000.000.00
	\$ 867.000.000.00

Año corriente	Año	Ahorro en costos	Ahorro en tiempo	Beneficio Total	fa	Beneficio Total act.	Inversión act.
2003	0	-	-	-	1.0000	-	\$ 300.000.000.00
2004	1	-	-	-	0.8929	-	\$ 267.857.142.86
2005	2	-	-	-	0.7972	-	\$ 212.850.765.31
2006	3	\$ 63.072.000.00	\$ 1.625.000.00	\$ 64.697.000.00	0.7118	\$ 46.050.046.69	-
2007	4	\$ 65.594.880.00	\$ 1.805.375.00	\$ 67.400.255.00	0.6355	\$ 42.834.080.54	-
2008	5	\$ 68.218.675.20	\$ 2.005.771.63	\$ 70.224.446.83	0.5674	\$ 39.847.237.06	-
2009	6	\$ 70.947.422.21	\$ 2.228.412.28	\$ 73.175.834.48	0.5066	\$ 37.073.155.07	-
2010	7	\$ 73.785.319.10	\$ 2.475.766.04	\$ 76.261.085.13	0.4523	\$ 34.496.642.02	-
2011	8	\$ 76.736.731.86	\$ 2.750.576.07	\$ 79.487.307.93	0.4039	\$ 32.103.590.51	-
2012	9	\$ 79.806.201.13	\$ 3.055.890.01	\$ 82.862.091.15	0.3606	\$ 29.880.900.76	-
2013	10	\$ 82.998.449.18	\$ 3.395.093.80	\$ 86.393.542.98	0.3220	\$ 27.816.408.65	-
2014	11	\$ 86.318.387.15	\$ 3.771.949.22	\$ 90.090.336.36	0.2875	\$ 25.898.818.91	-
2015	12	\$ 89.771.122.63	\$ 4.190.635.58	\$ 93.961.758.21	0.2567	\$ 24.117.643.02	-
2016	13	\$ 93.361.957.54	\$ 4.655.795.13	\$ 98.017.753.67	0.2292	\$ 22.463.141.61	-
2017	14	\$ 97.096.446.24	\$ 5.172.589.50	\$ 102.269.035.74	0.2046	\$ 20.926.270.93	-
2018	15	\$ 100.980.304.09	\$ 5.746.746.93	\$ 106.727.051.02	0.1827	\$ 19.498.633.20	-
2019	16	\$ 105.019.516.25	\$ 6.384.635.84	\$ 111.404.152.09	0.1631	\$ 18.172.430.43	-
2020	17	\$ 109.220.296.90	\$ 7.093.330.42	\$ 116.313.627.32	0.1456	\$ 16.940.421.59	-
2021	18	\$ 113.589.108.78	\$ 7.880.690.10	\$ 121.469.798.88	0.1300	\$ 15.795.882.86	-
2022	19	\$ 118.132.673.13	\$ 8.755.446.70	\$ 126.888.119.83	0.1161	\$ 14.732.570.62	-
2023	20	\$ 122.857.980.06	\$ 9.727.301.28	\$ 132.585.281.34	0.1037	\$ 13.744.687.21	-
2024	21	\$ 127.772.299.26	\$ 10.807.031.72	\$ 138.579.330.98	0.0926	\$ 12.826.849.06	-
2025	22	\$ 132.883.191.23	\$ 12.005.612.24	\$ 144.889.803.47	0.0826	\$ 11.974.057.09	-
2026	23	\$ 138.198.518.88	\$ 13.339.346.20	\$ 151.537.865.08	0.0738	\$ 11.181.669.28	-
2027	24	\$ 143.726.459.63	\$ 14.820.013.63	\$ 158.546.473.26	0.0659	\$ 10.445.375.14	-
2028	25	\$ 149.475.518.02	\$ 16.465.035.14	\$ 165.940.553.16	0.0588	\$ 9.761.172.03	-
2029	26	\$ 155.454.538.74	\$ 18.292.654.04	\$ 173.747.192.78	0.0525	\$ 9.125.343.20	-
2030	27	\$ 161.672.720.29	\$ 20.323.138.64	\$ 181.995.858.93	0.0469	\$ 8.534.437.34	-
						\$ 556.241.464.82	\$ 780.707.908.16

Relación B/C = 0.71

ANÁLISIS FINANCIERO

(ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD SUPONIENDO UNA CAÍDA DE LA DEMANDA EN UN 50%)

Modo de transporte	Pasajeros/día	Tarifa	Costo	Utilidad	Utilidad diaria	Utilidad anual
Ferrocarril Suburbano	13000	\$ 10.50	\$ 4.43	\$ 6.07	\$ 78,910.00	\$ 23,673,000.00

Suponiendo una tasa de crecimiento de pasajeros igual al 4% anual

Tasa elegida = 12.00%

TIR = 19.27%

Año	Flujo de efectivo	fa	Valor Presente Neto
0	-\$ 150,000,000.00	1.0000	-\$ 150,000,000.00
1	\$ 23,673,000.00	0.8929	\$ 21,136,607.14
2	\$ 24,619,920.00	0.7972	\$ 19,626,849.49
3	\$ 25,604,716.80	0.7118	\$ 18,224,931.67
4	\$ 26,628,905.47	0.6355	\$ 16,923,150.84
5	\$ 27,694,061.69	0.5674	\$ 15,714,354.35
6	\$ 28,801,824.16	0.5066	\$ 14,591,900.47
7	\$ 29,953,897.12	0.4523	\$ 13,549,621.86
8	\$ 31,152,053.01	0.4039	\$ 12,581,791.73
9	\$ 32,398,135.13	0.3606	\$ 11,683,092.32
10	\$ 33,694,060.54	0.3220	\$ 10,848,585.72
11	\$ 35,041,822.96	0.2875	\$ 10,073,686.74
12	\$ 36,443,495.88	0.2567	\$ 9,354,137.69
13	\$ 37,901,235.71	0.2292	\$ 8,685,985.00
14	\$ 39,417,285.14	0.2046	\$ 8,065,557.50
15	\$ 40,993,976.54	0.1827	\$ 7,489,446.25
16	\$ 42,633,735.61	0.1631	\$ 6,954,485.80
17	\$ 44,339,085.03	0.1456	\$ 6,457,736.82
18	\$ 46,112,648.43	0.1300	\$ 5,996,469.90
19	\$ 47,957,154.37	0.1161	\$ 5,568,150.62
20	\$ 49,875,440.54	0.1037	\$ 5,170,425.58
21	\$ 51,870,458.17	0.0926	\$ 4,801,109.47
22	\$ 53,945,276.49	0.0826	\$ 4,458,173.07
23	\$ 56,103,087.55	0.0738	\$ 4,139,732.14
24	\$ 58,347,211.05	0.0659	\$ 3,844,036.99
25	\$ 60,681,099.50	0.0588	\$ 3,569,462.92

VPN = \$ 99,509,482.07

Tarifa	Inversión Privada	Inversión Pública
\$ 10.50	\$ 150,000,000.00	\$ 717,000,000.00

Inversión Total \$ 867,000,000.00

Inv. Privada 17.30%
Inv. Pública 82.70%

B/C < 1

No se acepta el proyecto, ya que no es factible económicamente

VPN >>>0

Se acepta el proyecto, ya que éste rinde más del 12%

CONCLUSIÓN:

No aceptado

Viernes, 22 de febrero de 2007

DIARIO OFICIAL

Segunda Sección - 75

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

ASIGNACION otorgada en favor del Estado de Aguascalientes, para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Comunicaciones y Transportes - Vía Ferrea del Pacífico-Norte - Servicio de Pasajeros.

Asignación que otorga el Gobierno Federal por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en adelante la Secretaría, en favor del Estado de Aguascalientes, en lo sucesivo el Asignatario, para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte, al tenor de los siguientes antecedentes y condiciones:

ANTECEDENTES

El 2 de marzo de 1995 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** la reforma al cuarto párrafo del artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para sustituir el régimen exclusivo del Estado en la prestación del servicio ferroviario por otro que permita la participación del sector privado y como consecuencia de ello, se promulgó el 17 de mayo del mismo año la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, con objeto de establecer el marco regulatorio fundamental para esta actividad.

La Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, mediante Acuerdo publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 18 de junio de 1997, destinó al servicio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes los inmuebles que constituyen la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte, así como los inmuebles donde se encuentran las instalaciones para la prestación de los servicios auxiliares, con objeto de que esta dependencia ejerza sobre dichos inmuebles las concesiones y permisos respectivos, en los términos de lo dispuesto por la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.

El Estado de Aguascalientes es un Estado Libre y Soberano integrante de la Federación, de conformidad con lo establecido en el artículo 43 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Con fecha 22 de junio de 1997, el Gobierno Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, otorgó a la empresa Ferrocarril Pacífico-Norte, S.A. de C.V. hoy Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V. el título de concesión para operar y explotar la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte, así como para prestar el servicio público de transporte ferroviario de carga que en ella opera.

Mediante oficio número SP-F/6/00, del 9 de junio de 2000, el Gobierno del Estado de Aguascalientes, solicitó a la Secretaría el otorgamiento de la Asignación para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en el tramo comprendido entre las estaciones ferroviarias de Adames y Pinaltecas, de la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte, con una longitud de 28 kilómetros.

Mediante oficio número 120-631/2001, de fecha 3 de mayo de 2001, la Secretaría envió a la empresa Ferrocarril Mexicano, S.A. de C.V. copia de la solicitud del Estado de Aguascalientes, para obtener la asignación para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, en la vía ferroviaria del Pacífico-Norte, a efecto de que manifestara lo que a su derecho concuriera, y en respuesta a ese oficio comunicó a la Secretaría que esta de acuerdo en que se otorgue a ese Estado dicha asignación.

El C. Felipe Gonzalez Gonzalez, en su carácter de Gobernador Constitucional del Estado de Aguascalientes, se encuentra facultado para suscribir la presente Asignación, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 46 fracción XIX de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Aguascalientes, así como en el 2o., 5o. y 10 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Aguascalientes, y señala como domicilio para oír y recibir notificaciones el Palacio de Gobierno, costado Sur de la Plaza Principal, esquina José María Chávez, zona Centro, código postal 20000, Aguascalientes, Ags.

Por lo anteriormente expuesto, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 36 fracciones I, VII, VIII, XXIV, XXV y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 20 al 23, 25, 26 y 41 de la Ley General de Bienes Nacionales, 1 a 6 fracciones I, II y IV, 7 fracción II, 10, 12, 18, 19, 20, 21, 23, 37, 38, 39, 41, 57, 59, 62 y demás relativos de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, 1, 9, 10, 11, 14, 58 y demás aplicables del Reglamento del Servicio Ferroviario, y 5o. fracciones XI, XVII y XVIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, esta Secretaría otorga la presente Asignación conforme a las siguientes:

CONDICIONES**Capítulo I****Definiciones y objeto**

1.1. Definiciones. Para efectos de la presente Asignación, se entenderá por:

Ley:	La Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario
Reglamento:	El Reglamento del Servicio Ferroviario
Secretaría:	La Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Vía Férrea del Pacífico-Norte	La vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte, que se encuentra concesionada mediante el título de concesión otorgado el 22 de junio de 1997.

Los demás términos que se utilizan en el presente título tendrán el significado que se les asigna en la Ley y en el Reglamento, salvo que en este título se les de una connotación diferente.

1.2. Objeto. Por el presente título se asigna al Asignatario, la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en el tramo comprendido entre las estaciones ferroviarias de Adames y Peñuelas de la Vía Férrea del Pacífico-Norte, con una longitud de 78 kilómetros.

En el entendido, que en función del crecimiento de la demanda, tanto del servicio público de transporte ferroviario de carga y como del de pasajeros, el Asignatario deberá llevar a cabo la construcción de la doble vía férrea, en el tramo comprendido entre las estaciones ferroviarias de Adames y Peñuelas, así como de la infraestructura y señalización necesarias, para la óptima convivencia entre esos dos servicios, de conformidad con lo establecido en el plan de negocios que, como Anexo Tres, forma parte integrante de este título de asignación. La Secretaría, en su caso, otorgará el título de asignación correspondiente para que el Asignatario realice la construcción de esa doble vía férrea.

Asimismo, el Asignatario podrá prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en las demás vías troncales, vías cortas o ramales integrantes del Sistema Ferroviario Mexicano, siempre que cuente con derechos de paso o derechos de arrastre.

Lo anterior, en la inteligencia que de no ejercer los derechos conferidos en esta Asignación, durante un periodo mayor de 180 días naturales, contado a partir de la fecha de la presente Asignación, procederá de inmediato la revocación de la misma, en los términos previstos por el artículo 21 fracción I y párrafo segundo de la Ley.

1.3. Servicios auxiliares. La presente Asignación comprende el permiso para prestar el servicio auxiliar de terminales de pasajeros que se indica en el Anexo Uno del presente título, en los términos y condiciones que en este título y en el citado Anexo se señalan.

1.4. Límites de los derechos de la asignación. El presente título confiere derechos de exclusividad al Asignatario, para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en el tramo comprendido entre las estaciones ferroviarias de Adames y Peñuelas de la Vía Férrea del Pacífico-Norte, con una longitud de 78 kilómetros, por un periodo de diez años, contado a partir del inicio de la vigencia del presente título.

La Secretaría podrá otorgar asignaciones o concesiones a terceras personas o derechos a otros asignatarios o concesionarios para que, dentro de la Vía Férrea del Pacífico-Norte, estos presten el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, cuando el Asignatario deje de contar con derechos de exclusividad siempre que sea factible económica y técnicamente, sea congruente con las tendencias internacionales en la regulación ferroviaria y exista reciprocidad, especialmente en el caso de convenios internacionales.

La Secretaría resolverá lo conducente en términos de lo señalado en el Capítulo III de este título.

1.5. Legislación aplicable. La prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros y del servicio auxiliar de terminales de pasajeros, se sujetará a la Ley, el Reglamento, la Ley de Vías Generales de Comunicación, la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Federal de Competencia Económica, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y a los tratados y convenios internacionales suscritos y ratificados por el Gobierno Mexicano, así como a las demás leyes, reglamentos, decretos y normas oficiales mexicanas que, en su caso, sean aplicables y se encuentren en vigor en los Estados Unidos Mexicanos.

El Asignatario acepta que si los preceptos legales y las disposiciones administrativas a que se refiere el párrafo anterior fueran derogados, modificados o adicionados, quedará sujeto, en todo tiempo, a la nueva legislación y a las nuevas disposiciones legales y administrativas que en la materia se expidan, a partir de su entrada en vigor.

Capítulo II

Prestación de servicios ferroviarios

2.1. Equidad en la prestación de los servicios. El Asignatario se obliga a prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros a los usuarios solicitantes de manera permanente, uniforme y en condiciones equitativas y no discriminatorias en cuanto a oportunidad, calidad y precio, en los términos de lo dispuesto por el artículo 24 y demás relativos de la Ley y el capítulo VIII, título tercero, del Reglamento. En la inteligencia que de no hacerlo así, procederá la revocación del presente título de asignación, de conformidad con lo previsto por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

2.2. Estándares de eficiencia y seguridad. El Asignatario será responsable ante la Secretaría de que se preste el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros y el servicio auxiliar de terminales de pasajeros conforme a los indicadores de eficiencia y seguridad que se especifican en el Anexo Dos de la presente Asignación, los cuales serán revisados y en su caso modificados por la Secretaría cada cinco años. En caso de no dar cumplimiento a esta condición, se revocará este título de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

2.3. Plan de negocios. El Asignatario deberá ajustarse, como mínimo, a los compromisos de inversión establecidos en el plan de negocios, el cual deberá actualizarse cada cinco años, remitiéndose la documentación respectiva a la Secretaría, en el entendido de que dicha actualización no deberá tener como efecto la reducción de la inversión o de los compromisos previstos en el plan de negocios original, salvo autorización por escrito de la Secretaría.

El plan de negocios tendrá carácter de confidencial y permanecerá con tal carácter en el registro de la Secretaría.

El incumplimiento a lo establecido en esta condición, será causa de revocación del presente título de asignación, conforme a lo establecido en el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

2.4. Telecomunicaciones y sistemas. El Asignatario deberá contar con los servicios de telecomunicaciones y sistemas necesarios para el funcionamiento eficiente de los centros de control de tráfico. Para tal efecto, el Asignatario podrá instalar una red privada de telecomunicaciones y sus propios sistemas o bien contratar con terceros autorizados. En todo caso, se deberán observar las disposiciones aplicables en materia de telecomunicaciones y, en su caso, se deberá obtener la autorización correspondiente de la Secretaría conforme al artículo 34 de la Ley.

Los servicios de telecomunicaciones y sistemas deberán estar interconectados con toda la red del Sistema Ferroviario Mexicano, para permitir una interconexión efectiva.

En la inteligencia que de no cumplir con lo dispuesto en esta condición, procederá la revocación del presente título de asignación, de conformidad con lo previsto por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

2.5. Protección al ambiente. El Asignatario deberá cumplir con las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas, así como con los tratados internacionales aplicables, en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

El Asignatario será responsable de los daños que, en materia ecológica y protección al ambiente, se originen a partir de la vigencia de la presente Asignación y que deriven de actos u omisiones a su cargo, de conformidad con las leyes y disposiciones aplicables en la materia y lo dispuesto en el Anexo Cuatro de la presente Asignación.

El incumplimiento de esta condición será causa de revocación del presente título, en los términos de lo establecido en el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

2.6. Contratación de terceros. Para llevar a cabo la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, así como del servicio auxiliar de terminales de pasajeros, el Asignatario podrá contratar el apoyo técnico y operativo de terceros, previa autorización de la Secretaría, para cuyo efecto deberá acreditar ante ésta la capacidad técnica y operativa del tercero.

El Asignatario será, en todo caso, el único responsable ante la Secretaría y terceros, de la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros y responderá de los daños y perjuicios que, en su caso, ocasionen los terceros con quienes contrate.

2.7. Designación de responsable técnico. El Asignatario se obliga a designar antes de iniciar la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, un responsable de la prestación de dicho servicio, quien contará con las facultades necesarias para obligar al Asignatario ante la Secretaría respecto de la prestación de ese servicio.

El cambio de responsable o la modificación de sus facultades deberán ser notificados por escrito a la Secretaría dentro de los diez días hábiles siguientes a que esto ocurra.

En caso de no dar cumplimiento a esta condición, se revocará este título, de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

2.8. Otros servicios. El Asignatario se obliga a transportar personas y bienes destinados a operaciones de salvamento o auxilio, así como al personal y equipo de las fuerzas armadas. En la inteligencia que de no hacerlo así, procederá la revocación del presente título de asignación, de conformidad con lo previsto por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

Los términos de la prestación de los servicios antes señalados, así como las contraprestaciones y responsabilidades correspondientes, se determinarán en las condiciones que acuerden las partes. En caso de que las partes no lleguen a un acuerdo, la Secretaría resolverá lo conducente de conformidad con lo dispuesto en los artículos 111 a 114 del Reglamento.

2.9. Interrupción del servicio. En aquellos casos en que en los términos establecidos en la Ley y el Reglamento se autoricé al Asignatario para que deje de prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, en forma permanente, la Secretaría podrá otorgar asignación o concesión a terceras personas para que presten dicho servicio, y se estará a lo dispuesto en el capítulo III de este título.

2.10. Tarifas. El Asignatario fijará libremente las tarifas, en términos del artículo 46 de la Ley, las que deberán registrarse y aplicarse en los términos que señalan la Ley y el Reglamento. En caso de que el Asignatario llegara a cobrar a los usuarios tarifas superiores a las registradas, deberá reembolsarles la diferencia con respecto a las tarifas registradas, y cubrirá, respecto de dicha diferencia, un interés a una tasa igual a la establecida por la Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal que corresponda, para los casos de prórroga en el pago de créditos fiscales.

En la aplicación de las tarifas, el Asignatario deberá abstenerse de practicar ventas atadas o discriminación de precios.

Lo anterior, sin perjuicio de las sanciones que procedan, de conformidad con la Ley, el Reglamento y demás disposiciones aplicables, y que será causa de revocación de este título de asignación, conforme a lo dispuesto por el artículo 21 fracción V y tercer párrafo de la Ley.

2.11. Modalidades. En caso fortuito o fuerza mayor, la Secretaría estará facultada para imponer modalidades en la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, en los términos establecidos en la Ley y el Reglamento.

En caso de desastre natural, guerra, grave alteración del orden público o cuando se prevea algún peligro inminente para la seguridad nacional o la paz interior del país, la Secretaría, asimismo, podrá establecer modalidades en la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, cuando a su juicio, estas sean suficientes para atender las necesidades derivadas de dichos eventos, en los términos establecidos en la Ley y el Reglamento.

2.12. Seguros. El Asignatario se obliga a contar con las pólizas de seguros que en términos de la Ley y el Reglamento deba contratar, así como a mantener vigentes las mismas, en la inteligencia que de no hacerlo así, se revocará el presente título en los términos del artículo 21 fracción VIII y último párrafo de la Ley.

Capítulo III

Asignaciones, concesiones y permisos a terceros

3.1. Asignaciones y concesiones a terceros. En el caso de que la Secretaría, de conformidad con lo señalado en los numerales 1.4, segundo párrafo y 2.10, del presente título y demás disposiciones aplicables, pretenda otorgar asignaciones o concesiones a terceros, deberá escuchar al Asignatario, para que éste manifieste lo que a su derecho convenga.

La Secretaría resolverá lo conducente de conformidad con lo dispuesto en la Ley, el Reglamento y demás disposiciones aplicables.

Lo anterior, en el entendido de que el Asignatario estará obligado a proporcionar todas las facilidades que se requieran para que el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros se ajuste a los itinerarios correspondientes.

Capítulo IV Disposiciones generales

4.1. Gravámenes. El Asignatario podrá constituir gravámenes sobre los derechos derivados de esta Asignación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley.

En los casos en que se autorice la constitución de gravámenes sobre los derechos derivados de esta Asignación, se deberá establecer que la ejecución de dicha garantía en ningún caso otorgará al carácter de Asignatario o Concesionario al acreedor o al tercero adjudicatario. Para que la asignación o concesión le sea adjudicada al acreedor o a un tercero, se requerirá que la Secretaría autorice la cesión de derechos en los términos del artículo 18 de la Ley.

El Asignatario, para garantizar el pago de los gravámenes, podrá obligarse en el convenio correspondiente a ceder los derechos y obligaciones contenidos en el presente Título al acreedor o al tercero adjudicatario, condicionado a que se obtenga la autorización previa de la Secretaría, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior.

El incumplimiento a lo dispuesto en esta condición será causa de revocación inmediata del presente Título de asignación, conforme a lo establecido en el artículo 21 fracción VII y segundo párrafo de la Ley.

4.2. Cesiones. El presente título es intransmisible, y el Asignatario podrá ceder el derecho para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, previa autorización de la Secretaría, siempre y cuando para la designación del cesionario, el Asignatario realice una licitación de conformidad con el artículo 9 de la Ley, cuyo esquema sea aprobado previamente por la Secretaría y se cumpla con lo dispuesto por el artículo 18 de la Ley.

De conformidad con lo establecido en el artículo 21 fracción VII y segundo párrafo de la Ley, será causa de revocación inmediata de esta Asignación, el incumplimiento a lo previsto en la presente condición.

4.3. Reserva para pasivos laborales. El Asignatario se obliga a constituir una reserva para cubrir pasivos laborales contingentes que se originen durante la vigencia de este Título, que deberá establecerse con estricto apego a lo dispuesto por el Boleín 024 de Instituto Mexicano de Contadores Públicos.

En caso de no dar cumplimiento a lo previsto en esta condición, se revocará el presente título, de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

4.4. Contraprestaciones al Gobierno Federal. A partir del inicio de la vigencia de la presente Asignación, el Asignatario cubrirá al Gobierno Federal los derechos que por la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, establezca la Ley Federal de Derechos, en los términos y con la periodicidad señalados en la misma.

Si perjuicio de lo señalado en el numeral 5.3 de esta Asignación, será causal de revocación inmediata, contravenir o no cumplir con lo señalado en esta condición.

4.5. Contabilidad. El Asignatario deberá utilizar un sistema de contabilidad uniforme que permita desagregar los diferentes costos.

En la aplicación de las tarifas, el Asignatario estará obligado a separar el componente originado en el extranjero del generado en México, guardando congruencia con los costos asociados a cada segmento.

En caso de no dar cumplimiento a esta condición, se revocará este título, de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

4.6. Verificación. El Asignatario se obliga a cubrir las cuotas que correspondan en los términos de la Ley Federal de Derechos por concepto de la verificación a que estará sujeto de conformidad con el artículo 57 de la Ley, en el entendido que de no dar cumplimiento a ello, procecerá la revocación del presente título, conforme a lo que establece el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

Capítulo IV Disposiciones generales

4.1. Gravámenes. El Asignatario podrá constituir gravámenes sobre los derechos derivados de esta Asignación, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 13 de la Ley.

En los casos en que se autorice la constitución de gravámenes sobre los derechos derivados de esta Asignación, se deberá establecer que la ejecución de dicha garantía en ningún caso otorgará el carácter de Asignatario o Concesionario al acreedor o al tercero adjudicatario. Para que la asignación o concesión le sea adjudicada al acreedor o a un tercero se requiera que la Secretaría autorice la cesión de derechos en los términos del artículo 18 de la Ley.

El Asignatario, para garantizar el pago de los gravámenes, podrá obligarse en el convenio correspondiente a ceder los derechos y obligaciones contenidos en el presente título al acreedor o al tercero adjudicatario, condicionado a que se obtenga la autorización previa de la Secretaría, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior.

El incumplimiento a lo dispuesto en esta condición será causa de revocación inmediata del presente título de asignación, conforme a lo establecido en el artículo 21 fracción VII y segundo párrafo de la Ley.

4.2. Cesiones. El presente título es intransmisible, y el Asignatario podrá ceder el derecho para prestar el servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, previa autorización de la Secretaría, siempre y cuando para la designación del cesionario, el Asignatario realice una licitación de conformidad con el artículo 9 de la Ley, cuyo esquema sea aprobado previamente por la Secretaría y se cumpla con lo dispuesto por el artículo 18 de la Ley.

De conformidad con lo establecido en el artículo 21 fracción VII y segundo párrafo de la Ley, será causa de revocación inmediata de esta Asignación, el incumplimiento a lo previsto en la presente condición.

4.3. Reserva para pasivos laborales. El Asignatario se obliga a constituir una reserva para cubrir pasivos laborales contingentes que se originen durante la vigencia de este título, que deberá establecerse con estricto apego a lo dispuesto por el Boletín D3 del Instituto Mexicano de Contadores Públicos.

En caso de no dar cumplimiento a lo previsto en esta condición, se revocará el presente título, de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

4.4. Contraprestaciones al Gobierno Federal. A partir del inicio de la vigencia de la presente Asignación, el Asignatario cubrirá al Gobierno Federal los derechos que por la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros, establezca la Ley Federal de Derechos, en los términos y con la periodicidad señalados en la misma.

Sin perjuicio de lo señalado en el numeral 5.3 de esta Asignación, será causal de revocación inmediata contravenir o no cumplir con lo señalado en esta condición.

4.5. Contabilidad. El Asignatario deberá utilizar un sistema de contabilidad costos uniforme que permita desagregar los diferentes costos.

En la aplicación de las tarifas, el Asignatario estará obligado a separar el componente originado en el extranjero del generado en México, guardando congruencia con los costos asociados a cada segmento.

En caso de no dar cumplimiento a esta condición, se revocará este título, de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

4.6. Verificación. El Asignatario se obliga a cubrir las cuotas que correspondan en los términos de la Ley Federal de Derechos por concepto de la verificación a que estará sujeto de conformidad con el artículo 57 de la Ley, en el entendido que de no dar cumplimiento a ello, procederá la revocación del presente título, conforme a lo que establece el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

Capítulo V Vigencia y terminación

5.1. Vigencia. La presente Asignación estará en vigor por treinta años, contados a partir de la fecha de la presente Asignación.

El Asignatario podrá solicitar la prórroga de la vigencia del presente título en términos de lo dispuesto por el artículo 11 de la Ley.

5.2. Modificación de condiciones. Las condiciones establecidas en el presente título podrán revisarse y modificarse por acuerdo entre la Secretaría y el Asignatario, conforme a la Ley, el Reglamento y demás disposiciones aplicables.

5.3. Terminación. La presente Asignación terminará por cualquiera de las causas señaladas en las fracciones I a V del artículo 20 y fracciones I a V y VII a IX del artículo 21 de la Ley.

5.4. Derecho de preferencia. En caso de terminación o revocación, parcial o total, de la presente Asignación y hasta noventa días posteriores a dicha terminación, si el Asignatario pretende enajenar, en uno o en una sucesión de actos, del inventario del equipo ferroviario, considerado en su número, más del quince por ciento del equipo tractivo, más del quince por ciento del equipo de arrastre o más del quince por ciento del equipo de trabajo, el Gobierno Federal tendrá derecho de preferencia respecto de cualquier tercero, en igualdad de condiciones, siempre que no existan otros concesionarios o asignatarios con capacidad y derecho para prestar el servicio y el equipo y demás bienes señalados sean indispensables para que la Secretaría continúe prestando el mismo.

La Secretaría resolverá lo conducente dentro de un plazo de treinta días hábiles, contado a partir de que el Asignatario le notifique su decisión de enajenar los bienes citados. Transcurrido dicho plazo sin que la Secretaría emita resolución, se entenderá que, por lo que se refiere a dichos bienes, ha renunciado a ejercer el derecho de preferencia.

5.5. Promesa de arrendamiento. En caso de terminación anticipada o revocación parcial o total de la asignación, el Asignatario se obliga a celebrar un contrato de arrendamiento con la Secretaría respecto de los bienes de su propiedad afectos a la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros. Dicha obligación estará vigente durante los cuatro meses siguientes al término o revocación de la asignación.

La vigencia del contrato de arrendamiento será de por lo menos un año y renovable automáticamente por periodos iguales y hasta por cinco años. El monto de la renta será determinado a juicio de peritos, uno nombrado por el Asignatario, otro por el Gobierno Federal y en caso de discrepancia por un tercero en discordia, nombrado por ambos peritos. En caso de que el Asignatario no nombre perito, o éste no se pronuncie, se entenderá que renuncia a su derecho de nombrarlo, y acepta de manera incondicional el dictamen que emita el perito nombrado por la Secretaría.

5.6. Permisos y tramites ante la Secretaría. El Asignatario, previo al inicio de operaciones, deberá obtener todos los registros, permisos y autorizaciones, contemplados en la Ley y el Reglamento, necesarios para la realización de las actividades objeto de esta Asignación.

En caso de no dar cumplimiento a lo establecido en esta condición, se revocará el presente título, de acuerdo con lo señalado por el artículo 21 fracción IX y último párrafo de la Ley.

5.7. Tribunales competentes. Para todo lo relativo a la interpretación y cumplimiento de la presente Asignación, salvo lo que administrativamente corresponde resolver a la Secretaría, el Asignatario conviene en someterse a la jurisdicción de los tribunales federales competentes del Distrito Federal, por lo que ambas partes renuncian al fuero que pudiera corresponderles en razón de sus domicilios presentes o futuros.

5.8. Notificaciones. El Asignatario se obliga a informar por escrito a la Secretaría de cualquier cambio de domicilio durante la vigencia del presente título, en el entendido de que en caso de omisión las notificaciones surtirán efectos en el domicilio señalado en el capítulo de antecedentes.

5.9. Publicación. El Asignatario deberá tramitar, a su costa, la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** de la presente Asignación, sin sus anexos, en un plazo que no exceda de sesenta días hábiles, contado a partir de la fecha de otorgamiento del presente título.

Los anexos referidos en el presente título forman parte integrante del mismo.

La firma del presente título de asignación por parte del Asignatario implica su aceptación a todas y cada una de las condiciones del mismo.

Viernes 21 de febrero de 2003

DIARIO OFICIAL

(Segunda Sección) 71

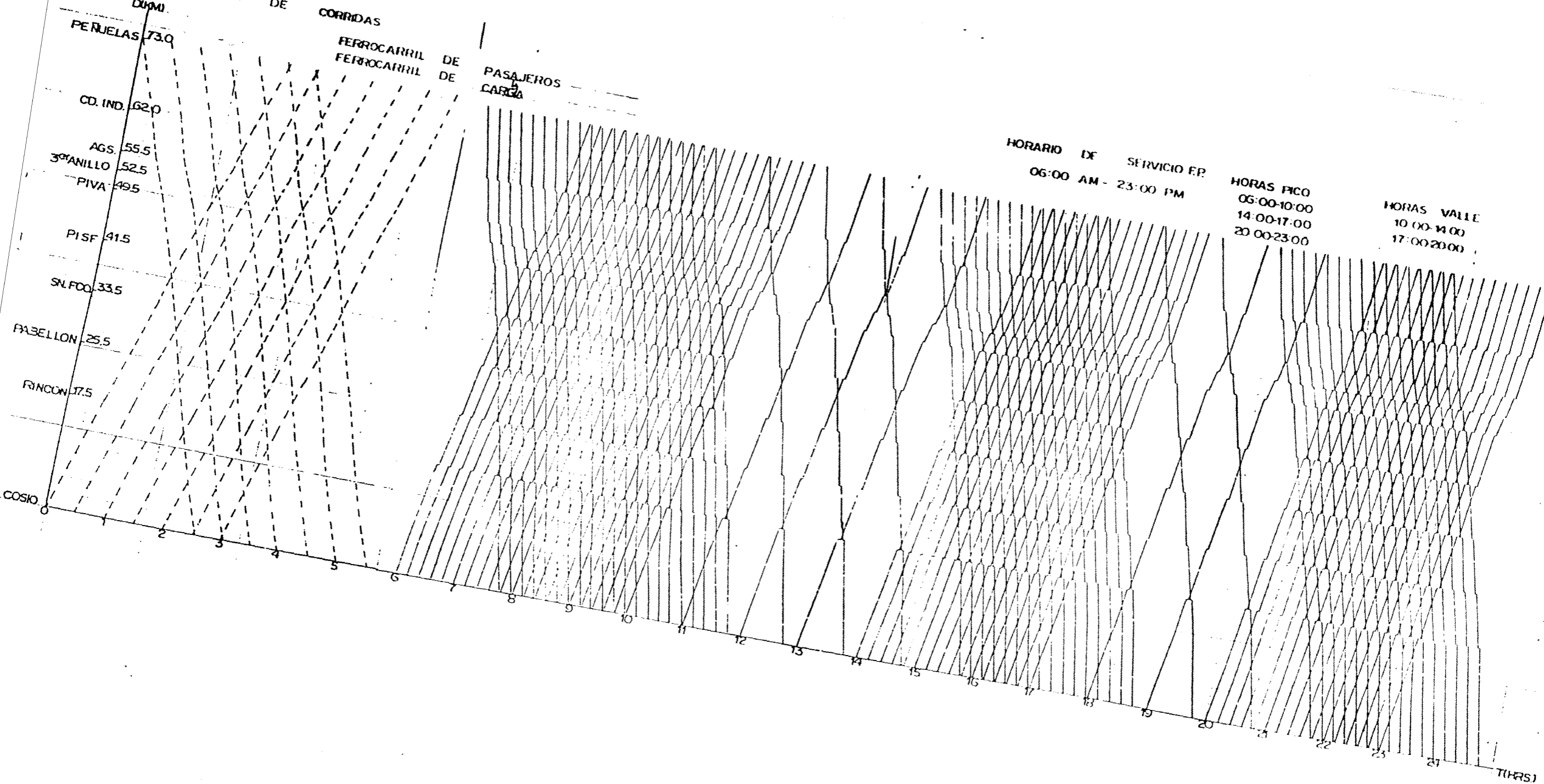
México, Distrito Federal, a los veinte días del mes de diciembre de dos mil uno.- El Secretario de Comunicaciones y Transportes, **Pedro Cerisola y Weber**.- Rúbrica.- El Subsecretario de Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, **Aarón Dychter Poltolarek**.- Rúbrica.- El Gobernador Constitucional del Estado de Aguascalientes, **Felipe González González** - Rúbrica - El Secretario General de Gobierno del Estado de Aguascalientes, **Abelardo Reyes Sahagún** - Rúbrica

Relación de Anexos de la Asignación para la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en la vía general de comunicación ferroviaria del Pacífico-Norte

Anexo

número	Contenido
Uno	Permiso para la prestación del servicio auxiliar de terminales de pasajeros
Dos	Indicadores de eficiencia y seguridad
Tres	Plan de negocios
Cuatro	Responsabilidades en materia de protección al ambiente

(R.- 157194)



PEÑUELAS 73.0

CD. IND. 62.0

AGS. 55.5

3º ANILLO 52.5

PIVA 49.5

PISF 41.5

S.L.FOO. 33.5

PABELLON 25.5

RINCON 17.5

COSIO 0

DE CORRIDAS

FERROCARRIL DE PASAJEROS
FERROCARRIL DE CARGA

HORARIO DE SERVICIO EP
06:00 AM - 23:00 PM

HORAS PICO
06:00-10:00
14:00-17:00
20:00-23:00

HORAS VALLE
10:00-14:00
17:00-20:00

(HRS)

BIBLIOGRAFÍA

- 1. FERROCARRILES NACIONALES DE MÉXICO.**
Situación actual y perspectivas al año 2000.
Apéndice y anexos.
México, 1994.

- 2. TRANSPORTE PÚBLICO. PLANEACIÓN, DISEÑO, OPERACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.**
Molinero, Sánchez.
Fundación ICA.
México, 1998.

- 3. FERROCARRILES.**
Togno.
Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería S. A.
México, 1982.

- 4. ESTRUCTURACIÓN DE VÍAS TERRESTRES.**
Olivera Bustamante.
Compañía Editorial Continental S. A.
México, 1994.

- 5. RAIL ROAD ENGINEERING VOL. 1.**
Hay.
Editorial Wiley.
Estados Unidos, 1953.

- 6. VÍAS DE COMUNICACIÓN.**
Crespo Villalaz.
Editorial Limusa.
México, 1979.

- 7. EVALUACIÓN DE PROYECTOS. ANÁLISIS Y ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO.**
Baca Urbina.
Editorial Mc Graw – Hill.
México, 1988.

8. ESQUEMA DE PLANEACIÓN DE NUEVAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA.

Ayala Hernández, Plata Mancilla.

Tesis Profesional Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería. UNAM.

México, 1996.

9. PLANEACIÓN HACIA LA PRIVATIZACIÓN DE LOS FERROCARRILES EN MÉXICO.

Zepeda Arce.

Tesis Profesional Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. UNAM.

México, 1995.

10. PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD DE LA LÍNEA FÉRREA MÉXICO – QUERÉTARO.

Alarcón Montero.

Tesis Profesional Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. UNAM.

México, 2000.

11. PÁGINA ELECTRÓNICA www.sct.gob.mx

12. PÁGINA ELECTRÓNICA www.aguascalientes.gob.mx

13. PÁGINA ELECTRÓNICA www.inegi.gob.mx

14. PÁGINA ELECTRÓNICA www.imt.mx