

Subsecretaría de Transporte Dirección General de Tarifas, Transporte Ferroviario y Multimodal

EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL

Proyecto:

FERROCARRIL SUBURBANO DE LA ZMVM: Línea Buenavista-Huehuetoca

INDICE

| 1. | RESUMEN EJECUTIVO | 2 |
|----|---|---|
| 2. | ESTUDIO DE MERCADO | 4 |
| | 2.1 Análisis de la Demanda2.2 Análisis de la Oferta | 4 5 |
| 3. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO 3.1 Localización 3.2 Proceso de Operación 3.3 Capacidad 3.4 Estimación y Análisis de Costos de Inversión 3.5 Calendario de Inversiones y Programas de Operación 3.6 Estimación y Análisis de Costos de Operación y Mantenimiento 3.7 Fuente de los Recursos para Inversión 3.8 Conclusión de la Vida del Proyecto | 7 7 8 18 19 19 20 20 |
| 4. | EVALUACIÓN DEL PROYECTO 4.1 Identificación y Valoración de Beneficios 4.2 Identificación y Valoración de Costos 4.3 Cálculo de Rentabilidad 4.4 Evaluación Ambiental | 21 21 23 25 25 |
| 5. | ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 5.1 Sensibilidad a la Tasa de Descuento Social 5.2 Sensibilidad a los Beneficios Esperados 5.3 Sensibilidad a los Costos de Inversión 5.4 Riesgos del Proyecto | 28 28 28 29 31 |

1. RESUMEN EJECUTIVO

En el marco de la reestructuración del Sistema Ferroviario Mexicano (SFM), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ha promovido, conjuntamente con los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México, el desarrollo de un sistema integral de transporte ferroviario de pasajeros denominado Ferrocarril Suburbano, mediante el aprovechamiento de 240 kilómetros de infraestructura ferroviaria y de derechos de vía existentes en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Los principales objetivos del proyecto son:

- Ofrecer en una primera etapa un servicio de transporte masivo seguro, competitivo y eficiente, con capacidad para atender 465,000 pasajeros/dia, que mejore el bienestar social de los habitantes de la ZMVM, iniciando con el servicio de la Linea Huehuetoca-Buenavista (46 km de longitud). A su vez, dentro de la primera etapa del proyecto se contemplan dos fases de ejecución:
 - Primera Fase- De Buenavista a Cuautitlan (25 km)
 - Segunda Fase- De Cuautitlán a Huehuetoca (21 km)
- Ahorrar tiempo de transporte a los usuarios, equivalente a 1h 30 min. por pasajero, en un viaje promedio del norte al centro de la ciudad.
- Contribuir en la solución del congestionamiento vial, de la contaminación ambiental y del excesivo consumo de energéticos, además de coadyuvar en la planeación ordenada del desarrollo urbano de la ZMVM.

Los principales aspectos del proyecto se resumen a continuación:

La ZMVM, es una región con una población cercana a los 20 millones de habitantes para el 2002 y en la cual se realizan más de 30 millones de viajes-persona por día, que se atienden principalmente por combis y microbuses, lo que es totalmente inadecuado para las necesidades de movilización de una población con esas magnitudes.

Líneas Férreas a Utilizar en la Primera Etapa.- Considerando que el corredor Buenavista-Cuautitlán-Huehuetoca, de 46 km de longitud, cuenta con dos vías electrificadas, casi exclusivas para el transporte de pasajeros y un avance importante en el confinamiento del sistema, lo que disminuye las inversiones previstas, se decidió iniciar los servicios de transporte de pasajeros en este corredor, para el tramo Buenavista-Cuautitlán en su primera fase.

Demanda.- Con base en la matriz origen-destino de viajes en la ZMVM elaborada por el INEGI en 1994, basada en una encuesta domiciliaria, y el análisis de demanda realizado por Mercer Management Consulting a través del Dr. M. Ben Akhiva, del Instituto Tecnológico de Massachussets en 1998, se determinó un aforo de 465,000 pasajeros/día. La base de la estimación está constituida por los volúmenes potenciales de movimiento en la cuenca de captación del proyecto y el resultado de la aplicación de encuestas de preferencias declaradas a una muestra representativa de usuarios del transporte público.

Inversión.- El proyecto requiere de una inversión inicial estimada, al mes de Diciembre del 2002, de \$7,252 millones de pesos de Diciembre de 2002 (US\$ 711.1 MDD), destinados principalmente a compra de

equipo rodante (39%), a infraestructura ferroviaria (17%), señalización y comunicaciones (5%), estaciones (10%), confinamiento (11%), infraestructura complementaria, obras inducidas y otros (14%), más puesta en marcha y gastos preoperativos (4%).

Indicadores de Rentabilidad Socioeconómica

Para determinar la conveniencia, en términos socioeconómicos, de la realización del proyecto, se procedió al cálculo de los indicadores de rentabilidad socioeconómica, mediante la identificación y cuantificación de los beneficios y costos sociales del proyecto para un horizonte económico de 30 años y con un costo económico de oportunidad de los recursos de 12% anual (tasa social de descuento).

Tabla 1.1 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Cifras en Millones \$Dic de 2002).

| Concepto | Valor |
|---|-----------------------------------|
| | 30 años |
| Horizonte de evaluación | 12% |
| Tasa social de descuento | Monto |
| Indicadores de rentabilidad | (Millones de Pesos de \$Dic 2002) |
| Valor Presente de los Costos (VPC) | \$7,139 |
| Inversión | \$ 5,230 |
| Operación y Mantenimiento | \$ 1,909 |
| Valor Presente de los Beneficios (VPB) | \$8,134 |
| Reducción de costos de operación de autobuses | \$5,299 |
| Liberación de infraestructura (carril de autobuses) | \$43 |
| Valor del tiempo de usuarios | \$2,780 |
| Valor de reducción de accidentes mortales | \$12 |
| | \$995 |
| Valor Presente Neto Social (VPNS) | 14.1% |
| Tasa Interna de Retorno Social | 1.14 |
| Relación Beneficio/Costo Social | |

Los resultados indican que la sociedad en su conjunto obtendría un beneficio neto de aproximadamente \$1,000 millones de pesos por la realización del proyecto.

Adicionalmente, el proyecto contribuye a reducir el inventario de emisiones al medio ambiente en los siguientes niveles, así como suprimir unidades de baja capacidad unitaria en corredores de alta demanda, sustituyéndolos en movimientos alimentadores al Ferrocarril Suburbano:

Tabla 1.2 Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes (Ton/Año)

| | Año de Inicio de Operaciones | Al 5º Año de Operación | Al año 20 |
|--------------|------------------------------|------------------------|-----------|
| Contaminante | | 210.95 | 259.00 |
| HC | 150.13 | 947,70 | 1,163,60 |
| CO | 674.49 | 484.55 | 594.94 |
| NOx | 344.86 | 10.21 | 12.53 |
| SOx | 7.27 | 37.21 | 45.69 |
| PST | 26.48 | 31.61 | |

ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Análisis de la Demanda

La demanda del proyecto está basada en al análisis y explotación de corredores de demanda derivados de la encuesta de viajes origen-destino elaborada por el INEGI en 1994, el uso del modelo EMME2 de simulación de redes de transporte y la aplicación de encuestas de preferencias declaradas, bajo las técnicas innovadoras de "Discrete Choice Análisis" del Dr. Moshe Benakiva del MIT, quién colaboró para la firma Mercer Management Consulting, responsable del estudio de demanda. Se determinó un aforo de 465,000 pasajeros/día para el proyecto en el año 2005 que creceria hasta 652 mil pasajeros en al año 2030

DEMANDA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS EN LA LINEA BUENAVISTA-HUEHUETOCA

>El estudio de demanda realizado por expertos internacionales, ha determinado que en el año 2005 se podrían movilizar, en este tramo, 465 mil pasajeros en días laborales. La densidad de pasajeros que se registra en esta línea es significativamente superior a la que se observa en servicios suburbanos de otras ciudades del mundo.

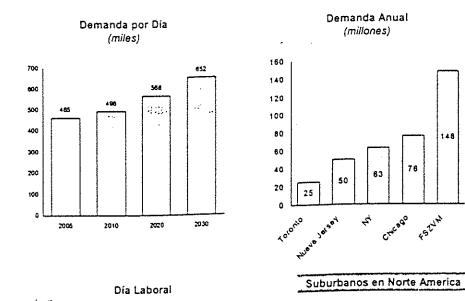


Tabla 2.1 Pasajeros Totales por Día Laboral

| | | | 0040 | 2020 | 2030 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PERIODO | 2000 | 2005* | 2010 | | |
| | | 171,000 | 182,000 | 208,000 | 237,000 |
| Horas Pico AM | 160,000 | | 139,000 | 159,000 | 184,000 |
| Horas Pico PM | 121,000 | 130,000 | | | |
| Horas no Pico | 153,000 | 164,000 | 175,000 | 201,000 | 231,000 |
| | | 465,000 | 496,000 | 568,000 | 652,000 |
| Total | 434,000 | 400,000 | 100,000 | | |

Fuente: Estudio de Demanda para el Ferrocarril Suburbano Buenavista-Huehuetoca, Análisis de Mercer Management Consulting

Las cifras del año 2005 son interpolaciones lineales

Por otra parte, para los cálculos financieros Banobras tomó como referencia la cifra de 465 mil pasajeros en 2005 y mediante interpolaciones entre los años intermedios, y con base en los movimientos direccionales más los periodos pico y valle, se determinó a tomar solo el 75% para el 1er. año de operación, el 90% para el 2do. y el 100% para los posteriores. Adicionalmente el aforo se ajustó en un 4% por evasión de pago. Paralelamente, se consideró un crecimiento promedio del 1.1% anual.

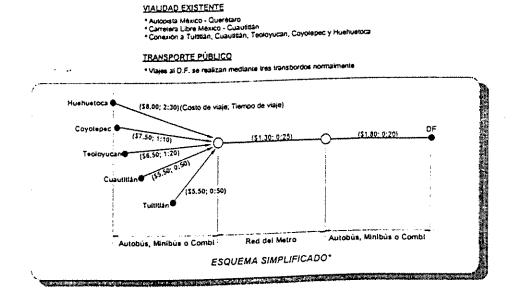
Tabla 2.2 Demanda anual de pasajeros para la Línea Cuautitlán-Buenavista Cifras en Millones de pasajeros

| Concepto | Año 4 | Año 7 | Año 12 | Año 17 | Año 22 | Año 27 |
|--|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Pasajeros anuales en días laborables /Millones) | 99.5 | 137.9 | 147.6 | 157.9 | 169.3 | 171.6 |

2.1 Análisis de la Oferta

Los recorridos realizados permitieron inventariar diversas rutas existentes de transporte terrestre a través de las cuales se satisface la demanda de transporte. Los usuarios utilizan diversas vías y modos de acceso:

- Un primer tramo generalmente en autobuses y minibases del Estado de México a la estación más cercana del STC-Metro, en los limites con el Distrito Federal
- Transporte en Metro de los límites a alguna estación central del sistema
- Transporte final en minibús o combi, para completar el viaje origen-destino final



Por otra parte, con el proyecto, la oferta prevista inicial de carros (125) de FC suburbano para atender la demanda mencionada y su evolución se muestra en la tabla siguiente. Se tendría un indice de aproximadamente 3,500 pasajeros/día/carro.

Tabla 2.2 Oferta de carros de FC para la Línea Cuautitlán-Buenavista

| Concepto | 2007 | 2017 | 2028 | 2034 |
|---|------|------|------|------|
| Numero estimado de carros de FC para pasajeros Fuente: Banobras | 125 | 138 | 150 | 163 |

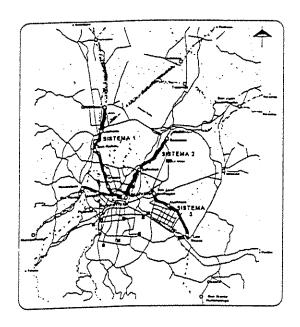
3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

3.1 Localización del Proyecto

El servicio suburbano correrá en dirección Norte-Sur a través de parte del Distrito Federal y el Estado de México entre Buenavista y Huehuetoca y circulará en dos vías electrificadas. La longitud total del servicio suburbano de pasajeros de la línea Buenavista-Huehuetoca será de 46 km; el segmento Buenavista-Cuautitlán tendrá una longitud de 25 km y el segmento Cuautitlán-Huehuetoca tendrá una longitud de 21 km. Se prevé que las operaciones del servicio suburbano de pasajeros comiencen en el año 2007.

SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO SUBURBANO

| LINEA | LONGITUD |
|-------------------------------|----------|
| SISTEMA 1 | |
| LÍNEAS TRONCALES | |
| Buenavista-Cuautitlan | 25.0 Km |
| Cusutrian-Hushuetoca | 29,0 Km |
| LÍNEAS SECUNDARIAS | |
| L.P.E. San Rafael-Tacuba | 10.0 Km |
| Lecheria-Jakocan | 21.0 Km |
| SUBTOTAL | 77.0 Km |
| SISTEMA 2 | |
| LINEAS TRONCALES | |
| Ecalepec-Naucalpan | 37.5 Km |
| LÍNEAS SECUNDARIAS | |
| 🐣 🦥 Buenavista - Potenco | 6.5 Km |
| Ecatepec-Teothuacan | 22,5 Km |
| Teotihuscan-Tecamac | 23.0 Km |
| SUBTOTAL | 89,5 Km |
| SISTEMA 3 | *** |
| LÍNEAS TRONCALES | |
| Los Reyes-San Juan de Aragón | 15 0 Km |
| LÍNEAS SECUNDARIAS | |
| San Rafael-San Juan de Aragón | 25 0 Km |
| Chaico-Texcoco | 33.0 Km |
| SUBTOTAL | 73.0 Km |



3.2 Proceso de Operación

Demanda. El sistema de transporte suburbano de pasajeros propuesto está diseñado para satisfacer los niveles de demanda proyectados por el estudio de demanda realizado por Mercer conjuntamente con el Dr. Moshe Ben-Akiva del Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 1998. El estudio de demanda concluye que la línea Buenavista-Cuautitlán-Huehuetoca puede potencialmente transportar 465,000 pasajeros por día, con aproximadamente una expectativa anual de 140 millones de pasajeros en el año 2005.

Horario de Servicio. Los trenes del servicio suburbano circularán entre las 05:00 y 24:00 horas.

Coches de Pasajeros. Se utilizarán trenes de pasajeros EMU (Electric Multiple Unit) en el servicio ferroviario bi-direccional de transporte de pasajeros suburbano.

En el momento de ser entregados, los EMU tendrán la capacidad de operar a velocidades de hasta 130 km/h. Si se realizan los ajustes de engranajes apropiados, los EMU también deberán tener la capacidad de operar a velocidades de hasta 161 kmp/h. Los EMU y su mantenimiento deben cumplir en todos los aspectos con las normas aplicables y las prácticas recomendadas. Se ha considerado la normatividad de la AAR puesto que en etapas posteriores del servicio en tramos regionales se puede tener una operación compartida de las vias con trenes de carga.

Instalaciones de Mantenimiento. El proyecto dispondrá de instalaciones de mantenimiento y patios de depósito. Se les incorporará los últimos diseños en seguridad, y requisitos regulatorios de la FRA de los EUA, además, se rediseñarán los talleres y las instalaciones del patio de depósito para maximizar la operación eficiente, el mantenimiento y el movimiento del equipo de transporte de pasajeros, proveer todo el equipamiento, herramientas, y accesorios necesarios para mantener el equipo rodante e instalaciones según sea requerido.

Especificaciones de Vía. El "layout" general de la electrificación para el servicio suburbano de pasajeros incluye:

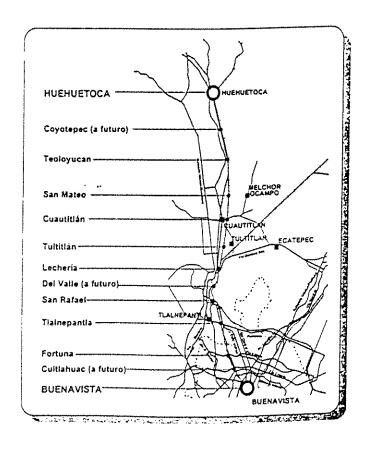
- Tres vias electrificadas entre la estación Buenavista y aproximadamente el km 2
- Dos vias electrificadas al este de una via única no electrificada entre el km 2 y el km 6 aproximadamente
- Tres vías electrificadas al este de una vía única no electrificada entre el km 6 y el km 10 aproximadamente
- Dos vías electrificadas al este de dos vías no electrificadas entre el km 10 y el km 16.5
- Un cruce a desnivel entre el km 16.5 y el km 17.5 que permite que las dos vías electrificadas se desplacen por encima y hacia el oeste de las dos vías no electrificadas
- Dos vías electrificadas al este de una vía no electrificada y al oeste de dos vías no electrificadas, entre el 17.5 km y 18 km. La vía no electrificada adicional al oeste del alineamiento permite viajar "libremente" entre el alineamiento de la Línea A y el de la Línea B al Norte de Lechería, donde las vías electrificadas están situadas entre las vías no electrificadas
- Dos vias electrificadas principales, tres vias electrificadas con plataforma y un cambio sustancial del lay out de las vías no electrificadas en Lechería para "acomodar" la ubicación elegida de la estación

- y la congestión del tráfico de carga que podría ser el resultado de la pérdida de dos de las cuatro vías del servicio de carga.
- Dos vias electrificadas entre dos vias no electrificadas entre Lecheria y Huehuetoca. Entre Lecheria
 y Teoloyucan, la via oeste no electrificada está en un alineamiento separado. Entre Lecheria y
 Cuautitlán, ambas vias no electrificadas están provistas de vias auxiliares para alojar los trenes de
 carga que realizan tareas en estaciones y el "almacenamiento" de carros de carga

En Cuautitlán hay tres vías electrificadas con plataforma. Cerca del km 28, un patio electrificado provee de un lugar para alojar equipo suficiente como para satisfacer el programa de los trenes que dejan Cuautitlán en la mañana antes de la llegada del primer equipo desde Buenavista

Estaciones. En el tramo Buenavista-Cuautitlán se contempla la construcción de un mínimo de 6 estaciones con los servicios necesarios para atender a los viajeros. Entre Lechería y Buenavista se prevé la construcción a futuro de 2 estaciones adicionales. La estación Fortuna permitirá transbordos a la línea 6 del metro. En el tramo Cuautitlán-Huehuetoca se consideran 3 estaciones intermedias adicionales. Las estaciones propuestas son congruentes con la densidad poblacional y la generación de viajes en el corredor. En el primer tramo de Buenavista-Cuautitlán las estaciones se ubican a cada 3 km aproximadamente. En el tramo menos denso al norte la distancia entre estaciones se duplica (cada 7 km).

ESTACIONES PROPUESTAS EN LÍNEA TRONCAL BUENAVISTA - HUEHUETOCA





Conectividad con el Sistema de Transporte

La conectividad del proyecto es muy importante para el éxito del mismo. Dicha conectividad está prevista en tres ámbitos:

1. Con el STC-Metro

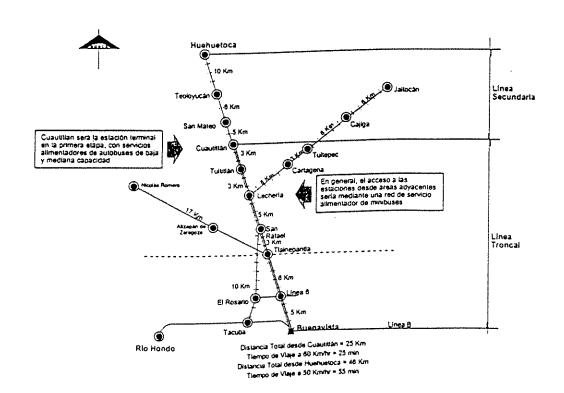
Estas conexiones son recomendables para el proyecto, al ligarse los dos sistemas de transporte masivo más importantes que operarán en la ciudad. En el caso particular del sistema Huehuetoca-Buenavista, las conexiones potenciales se dan en ruta en la estación Fortuna con la L6 y en la estación central Buenavista con LB, L2 (Revolución) y L3 (Guerrero).

2. Con el Sistema de Superficie

Se contempla la reestructuración de rutas mediante la Inclusión de ramales a líneas existentes, por la alimentación/desalojo en autobuses, combis o minibuses de los principales centros generadores de viajes en las estaciones del ferrocarril suburbano.

3. Entre las propias Lineas del Ferrocarril Suburbano

Buenavista se vuelve una terminal muy importante como punto de confluencia de todas las líneas del ferrocarril suburbano. Por ello, su diseño es crítico para cambios de líneas y transbordos al STC.



Obras en Vías

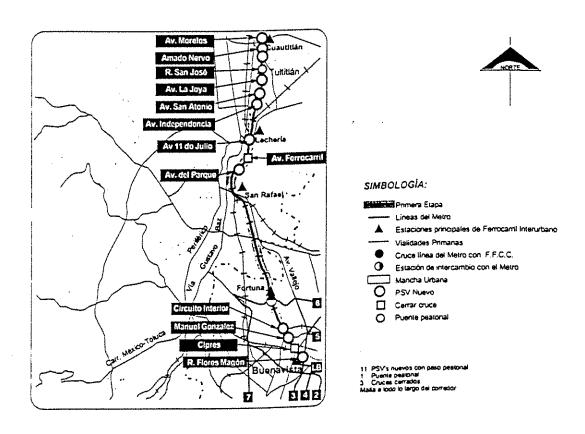
Se prevé que la via ferroviaria Huehuetoca-Buenavista opere totalmente confinada. Para ello, será necesario realizar una serie de obras cuyos conceptos principales incluyen:

- Construcción de puentes vehiculares
- Construcción de puentes peatonales
- Afectaciones por obras de puentes
- Tendido de malla de protección

El corredor incluye en la vía troncal un conjunto de 42 cruces en operación, de los cuales sólo en 14 de ellos se ejecutará algún tipo de obra. Al tramo Buenavista-Cuautitlán corresponde 11 puentes vehiculares y un puente peatonal, en tanto que entre Cuautitlán y Huehuetoca será necesaria la construcción de 3 nuevos puentes vehiculares y 4 puentes peatonales.

Habrán de cerrarse los cruces a nivel actualmente existentes en Pino, Ciprés, Av. Ferrocarril, Francisco Sarabia, Mariano Escobedo y Berriozabal, canalizando el flujo local hacia los nuevos pasos a desnivel.

CORREDOR BUENAVISTA - HUEHUETOCA (Tramo Buenavista - <u>Cuautitlán)</u> Ubicación de Pasos a desnivel y obras complementarias



Especificaciones del Sistema de Señalización. La intención del proyecto es proveer dos vías electrificadas generalmente dedicadas al servicio suburbano de pasajeros, y operar las cargas primordialmente sobre las dos vías restantes. Se realizarán mejoras en esas dos vías de manera que los operadores de carga tengan una capacidad equivalente a la que poseen hoy.

Los requerimientos del sistema de señalización deberán cumplir los niveles de Integridad del Diseño, y deberán detectar todo servicio suburbano de pasajeros, de carga, o cualquier vehículo ferroviario presente, excepto vehículos "hi-rail", (Sistemas de detección de trenes); igualmente, se contará con Señales de Cabina y de Línea ("Way Side Signals"); y para permitir la operación segura de los trenes de carga y suburbanos de pasajeros se implementarán todos los estándares de la FRA para las funciones de enclavamiento.

Requerimientos del Sistema de Comunicaciones. Esta especificación es una descripción de los requerimientos para el sistema de comunicaciones con el que será satisfecha toda la demanda de comunicaciones necesarias para las operaciones del Contratista. Este sistema constará de equipos de última generación e incluirá: Sistema de Radio, Sistema de teléfonos, Sistema de Altavoces y Sistema de Transmisión de Comunicaciones.

Este sistema debe cumplir en todos los aspectos con los estándares aplicables y todas las prácticas recomendadas por AAR, FRA y las leyes Mexicanas; será apto para soportar Condiciones Climáticas adversas. Todo el equipamiento eléctrico y circuitos deberán estar adecuadamente protegidos contra las eventualidades señaladas, al igual que el hardware.

Cada uno de los sistemas de comunicación arriba señalados, deberá cumplir con las características que se señalan en el documento de especificaciones técnicas, bajo los estándares de las Agencias Internacionales que se detallan y las leyes Mexicanas.

Sistema de Energía de Tracción. El sistema de energía de tracción deberá soportar un servicio de transporte de trenes de pasajeros seguro, de acuerdo a los intervalos entre trenes detallados y las máximas velocidades permitidas. En fases subsecuentes se deberán realizar estudios de la energía de tracción para determinar si capacidad existente está en condiciones de suministrar la energía que permita el funcionamiento de los trenes y permita cumplir los requisitos operativos.

SE deberá diseñar, construir, fabricar u obtener, instalar, probar, encargar, operar y mantener todo el sistema de potencia de tracción entre Buenavista y Huehuetoca, y el diseño general del sistema de energía de tracción incluirá la consideración de los requerimientos de suministro de energía del servicio.

Asimismo, el diseño deberá estar de acuerdo con todos los códigos locales municipales y federales y deberá estar aprobado por un Ingeniero Electricista certificado para ejercer en México. El diseño del futuro operador estará basado en niveles locales de viento, variaciones de temperatura, cantidad, intensidad y duración de precipitaciones, y otras condiciones climáticas apropiadas y especificadas en las referencias invocadas. Además, el diseño y la construcción del suministro de energía de tracción deberán cumplir con los requisitos de todas las organizaciones que producen estándares aplicables en México. Si no hay

estándares similares aplicables en México, el diseño será de acuerdo a los estándares comúnmente usados y aplicados en los EEUU.

Catenaria. Este sistema proveerá un transporte ferroviario de pasajeros seguro y consistirá de: Un sistema de contacto elevado, seccionamiento, estructuras de la catenaria, Grounding and bonding system (sistema de suelos y ensamble)

El nuevo sistema será una combinación de instalaciones nuevas, existentes y modificadas, generalmente en dos vias de carga no electrificadas y dos vias electrificadas para el servicio suburbano de pasajeros. El sistema de catenaria debe cumplir con todos los estándares y prácticas de la AAR, AREA, FRA y todas las leyes aplicables en México y deberá ser compatible con el tipo de sistema de catenaria existente considerando las excepciones descriptas en las Especificaciones Técnicas.

El diseño final deberá estar basado en niveles locales de viento, variaciones de temperatura, cantidad, intensidad y duración de las precipitaciones, y otras condiciones climáticas apropiadas.

Además, el diseño y la construcción del suministro de energía de tracción deberán cumplir con los requisitos de acuerdo a los estándares comúnmente usados y aplicados en los EEUU.

Cobro de Tarifas y Boletaje. La tecnología y las características que debe poseer el sistema para la venta de boletaje y el cobro de tarifas, debe permitir un cobro eficiente y oportuno de las tarifas así como un control adecuado del acceso a los trenes, pero al mismo tiempo debe ser conveniente y sencillo para los usuarios.

El sistema debe incluir: taquillas, torniquetes y equipo de cómputo necesario para asegurar un servicio de cobranza y boletaje que sea confiable y que permita el registro contable y el reporte oportuno de los ingresos. Se establecerán controles para evitar la evasión en el pago de tarifas y fraudes, sin embargo, se acepta tolerar hasta un 7% de evasión.

Los diferentes componentes del sistema de cobro de tarifas y boletaje no deben eliminar la posibilidad de mejorar el sistema a través de la introducción de "tarjetas inteligentes" que no requieren "contacto físico", una vez que la integración con las tarjetas del Metro y/o con redes nacionales o regionales sea posible desde el punto de vista operativo y financiero.

Un conjunto de aspectos y requerimientos debe tomarse en consideración al momento de establecer el sistema para el cobro de tarifas y boletaje. Éstos incluyen:

- Alto volumen de pasajeros
- Sistema de "zona"
- Necesidad de controles para evitar la evasión en el pago de tarifas y fraudes
- Intensa actividad para la introducción de "tarjetas inteligentes" en México

La línea ferroviaria suburbana Buenavista – Huehuetoca, requiere la instalación de barreras para evitar que los pasajeros puedan entrar a los trenes sin haber pagado su boleto previamente. Los boletos deben estar

a la venta en las taquillas de cualquier estación; el sistema de barreras debe incluir la instalación terniquetes bi-direccionales

Se especifican además otros aspectos importantes como:

- Pago electrónico de tarifas: boletos con código de barras
- Taquillas
- Torniquetes
- Computadoras y software
- Confiabilidad del equipo
- Control de la evasión del pago de tarifas

Estaciones. El documento de Especificaciones Técnicas contiene los lineamientos para las estaciones del servicio suburbano Buenavista-Huehuetoca. Será responsabilidad del operador, verificar y proponer las soluciones más adecuadas de acuerdo con su experiencia y conocimiento. Los documentos de especificaciones técnicas describen los estándares y consideraciones mínimas que deben ser observadas.

En el documento se describen cada una de las áreas con las que se deberá dotar a las estaciones, las cuales establecen una zona de transferencia de pasajeros desde los autobuses, microbuses y taxis, al ferrocarril, el acceso a la estación, zona de servicios básicos, zona de estacionamiento, torniquetes, taquillas, escaleras, puente o túnel de acceso al anden, escaleras y andenes.

Terminal Buenavista

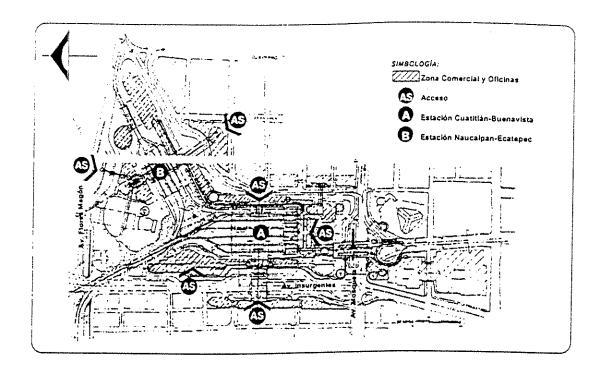
Para el adecuado funcionamiento del proyecto es muy importante el desarrollo de la terminal central de pasajeros y su conexión al sistema de transporte de la ciudad. La experiencia internacional ha resuelto esta conexión, capitalizando además las áreas que se abren al desarrollo inmobiliario como fuente adicional de generación de ingresos.

Se pretende convertir a Buenavista en una moderna terminal de pasajeros para que, además de su importante función operativa para el ascenso/descenso de personas, los transfiera eficazmente a otros medios de transporte y desarrolle servicios adicionales de atención al viajero y la comunidad. Se desea también potenciar el desarrollo inmobiliario, comercial y de oficinas de Buenavista, en un proyecto de transformación moderno, congruente con el entorno urbano y minimizando el impacto al medio ambiente.

A largo plazo, la imagen objetivo deseable de la terminal incluye accesos y conexiones a desnivel, tanto para el acomodo de las líneas del tren suburbano como para el transbordo a otros medios de transporte, estacionamiento para automóviles y acceso de unidades de baja y mediana capacidad unitaria.

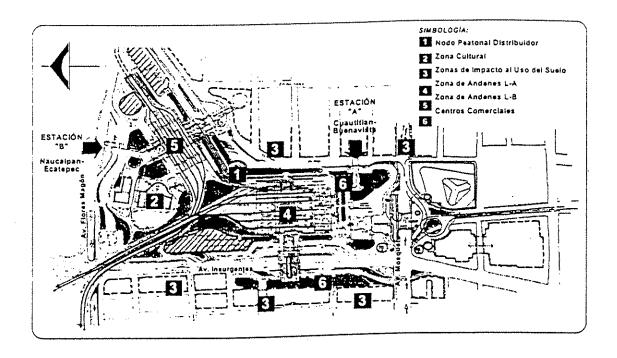
A titulo solamente ilustrativo, se incluyen esquemas de aprovechamiento de la terminal, plantas y cortes tipo.

GRAN ESTACIÓN BUENAVISTA PLANTA GENERAL (Planta baja)



9803:FIG 27 FLW/PROD1

GRAN ESTACIÓN BUENAVISTA PLANTA GENERAL (Planta Alta)



3.3 Capacidad

El equipo rodante de inicio (125 carros) permitirá atender a la demanda creciente hasta el año 2012. Para la determinación del equipo y su capacidad de atender la demanda y evitar exceso de equipo, Banobras tomó como base la cifra de partida de 465 mil pasajeros en 2005, mediante interpolaciones entre los años intermedios, y con base en los movimientos direccionales más los periodos pico y valle pero se propuso disponer de capacidad suficiente para atender el 80% de la demanda pico en periodo matutino (3 hrs) en la Tabla 2.2 se muestra el nivel de demanda de aproximadamente 142 millones de pasajeros anuales en días laborables que se atendería con el equipo rodante de inicio a plena capacidad.

3.4 Estimación y Análisis de Costos de Inversión

De acuerdo con las estimaciones más recientes de Banobras, la inversión total (sin IVA) para la construcción, equipamiento y puesta en marcha de la línea Buenavista-Cuautitlán asciende a \$6,492.7 Millones de Pesos de Diciembre de 2002. Los conceptos más significativos de inversión corresponden al equipo rodante (39%)en una cantidad inicial estimada de 125 carros. El siguiente rubro en importancia lo constituye las adecuaciones a la infraestructura ferroviaria (17%).

Tabla 3.1 Costos de Inversión Inicial del Proyecto Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| 39.1 16.7 5.2 |
|---------------------|
| |
| 5.2 |
| V. L. |
| 9.9 |
| 11.0 |
| 14.1 |
| 4.0 |
| |
| 9 |

Fuente: Información proporcionada por Banobras (22/Mayo/03) en dólares y convertida a razón de \$10.1982 Pesos por Dólar

3.5 Calendario de Inversiones y Programa de Producción

La inversiones iniciales se ha calculado que se desarrollarán en un lapso de tres (3) años previos a la puesta en marcha de la operación del proyecto, lo cual ocurriría al cuarto año contado desde el ínicio del periodo de inversión. Los desembolsos prácticamente ocurrirían prorrateados a partes iguales en el lapso de los tres años mencionados.

Tabla 3.2 Programa de Inversión Inicial del Proyecto Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| Concepto | 1 | 2 | 3 | Total | % |
|------------------------------------|-----------------|----------|----------|------------|------|
| Eqpo. rodante | \$ 1,021.9 | \$ 907.6 | \$ 907.6 | \$ 2,837.1 | 39% |
| Infr. ferroviaria | \$ 360.0 | \$ 526.2 | \$ 327.4 | \$ 1,213.6 | 17% |
| Señalización y Comunic. | \$ 191.7 | \$ 182.5 | \$ - | \$ 374.3 | 5% |
| Estaciones | \$ 156.0 | \$ 280.5 | \$ 280.5 | \$ 716.9 | 10% |
| Confinamiento | \$ - | \$ 239.7 | \$ 558.9 | \$ 798.5 | 11% |
| Infr. compl., obras induc. y otros | \$ 407.9 | \$ 305.9 | \$ 305.9 | \$ 1,019.8 | 14% |
| Gtos. preop. y puesta en | | | | | |
| marcha | \$ 98.9 | \$ 66.3 | \$ 126.5 | \$ 291.7 | 4% |
| Total | 2,236.5 | 2,508.8 | 2,506.7 | \$ 7,251.9 | 100% |

Fuente: Información preliminar proporcionada por Banobras (22/Mayo/03) en dólares y convertida a razón de \$10.1982 Pesos por Dólar

3.6 Estimación y Análisis de Costos de Operación y Mantenimiento

Situación Actual Sin Proyecto

Bajo la situación actual, sin proyecto, la demanda de transporte de personas que captaría el proyecto de línea de Ferrocarril Suburbano Buenavista-Cuautitlán es satisfecha mediante un sistema de transporte a base de autobuses. Se ha estimado el costo anual de operación y mantenimiento de dicho sistema calculando el número requerido de autobús-km anuales necesarios para dar satisfacción a la demanda mencionada. Por otra parte, se estimaron los costos vehiculares unitarios de operación y mantenimiento (Pesos\$Dic'02/Autobús-Km, sin IVA) mediante el Modelo VOC del Banco Mundial.

Las cifras que se muestran en el año 4 de la tabla siguiente solo corresponden al 75% de dicha demanda y al 80% de los costos anuales estimados. Más adelante se indica que se estima que se dejará de incurrir en 80% de dichos costos una vez que opere el proyecto del FC Suburbano.

Tabla 3.3 Costos de Operación y Mantenimiento Sin Proyecto (Sin IVA) Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| Concepto Costos de Operación y Mantto, de Autobuses | Año 4 | Año 7 | Año 12 | Año 17 | Año 22 | Año 27 |
|---|-----------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|
| | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| (Millones \$Dic'02/año) | \$ 739.7 | \$ 1,025.4 | \$ 1,097.3 | \$ 1,174.4 | \$ 1,258.6 | \$ 1,348.8 |

Situación Futura Con Proyecto

La situación futura correspondería a la operación del proyecto (iniciaría operaciones el 4º. Año respecto al comienzo de las inversiones). Los costos de operación y mantenimiento fueron el resultado de los trabajos realizados por el Comité Técnico de Banobras

Tabla 3.4 Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| Concepto | Año 4 2007 | Año 7 2010 | Año 12 2015 | Año 17 2020 | Año 22 2025 | Año 27 2030 |
|---|---------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Costos de Operación y Mantto, del FC Suburbano | \$ 370.5 | \$ 372.3 | \$ 376.4 | \$ 389.1 | \$ 397.8 | \$ 405.0 |
| (Millones \$Dic'02/año) | \$ 010.5 | Ψ Φ. π.σ | - | | | |

Fuente: Información preliminar proporcionada por Banobras (22/Mayo/03)

3.7 Fuente de los Recursos para la Inversión

De acuerdo a las estimaciones preliminares de Banobras, el Gobierno Federal aportaría el 73.3% de los recursos para la inversión inicial. Se estima un nivel de endeudamiento factible mediante crédito por aproximadamente el 21.2% de la inversión inicial y el 5.5% restante como aportaciones de capital de riesgo.

3.8 Conclusión de la vida del proyecto

Se estima que en este tipo de proyectos la infraestructura tienen una vigencia de más de 30 años mediante el mantenimiento adecuado (reparación y reposición de vias desgastadas) y los equipos electromecánicos reciben mantenimiento, rehabilitación, reposición y substitución por obsolescencia tecnológica, de manera que el sistema permanece operativo por más tiempo del período mencionado siempre y cuando reciba el mantenimiento adecuado. Al término de dicho periodo será revisada la continuación de la operación del mismo.

4. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Identificación y Valoración de Beneficios

Los beneficios que se derivarían de la realización del proyecto se identificaron, fueron cuantificados y valorados sobre la base de las situaciones Sin Proyecto y Con Proyecto en un horizonte de evaluación de 30 años.

Se identificaron los siguientes conceptos o rubros de beneficios que se describen más adelante:

- Ahorros en costos de operación vehicular
- Beneficios por liberación de infraestructura de transporte
- Ahorros en tiempo de los usuarios del transporte
- Beneficios por reducción de accidentes mortales

4.1.1 Ahorros en costos de operación vehicular

Bajo la situación actual, sin proyecto, la demanda de transporte de personas que captaría el proyecto de línea de Ferrocarril Suburbano Buenavista-Cuautitlán es satisfecha mediante un sistema de transporte a base de autobuses. En la situación sin proyecto se incurre en un costo anual de operación y mantenimiento de dicho sistema de autobuses para la demanda mencionada.

En la situación con proyecto se dejaría de operar dicho sistema parcialmente (80% de los Autobuses-Km) una vez que funcionase el FC Suburbano. Se estima que se eliminaría el 80% de dicho costo y que el 20 % restante permanecería por dar satisfacción a la demanda de rutas alimentadoras del FC suburbano. Como se muestra en la tabla adjunta, los beneficios son equivalentes a evitar los costos mostrados en la Tabla 3.3. De la misma forma la tabla muestra la "Curva de aprendizaje" en los beneficios de 75% para el primer año de operación (Año 4º. del proyecto) y de 90% para el segundo año de operación y 100% para los años restantes.

Tabla 4.1 Beneficios por Ahorros en Costos de Operación y Mantenimiento (Sin IVA) Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| Costos de Operación y Mantto. de Autobuses (Millones \$Dic'02/año) | Año 4 2007 | Año 7 2010 | Año 12 2015 | Año 17 2020 | Año 22 2025 | Año 27 2030 |
|--|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| , | \$ 739.7 | \$ 1,025.4 | \$ 1,097.3 | \$ 1,174.4 | \$ 1,258.6 | \$ 1,348.8 |

No se estimaron beneficios adicionales debido a que los costos unitarios de operación y mantenimiento del sistema de autobuses dependerán de la velocidad promedio de operación futura de los autobuses, la cual se deteriorará si no se realizan obras viales de incremento en capacidad (carriles exclusivos para los autobuses).

4.1.2 Liberación de infraestructura del transporte

En la situación actual, sin proyecto, durante su operación los autobuses ocupan prácticamente un carril y, en la situación futura (con proyecto), como resultado de abandonar los usuarios el medio de transporte actual y pasar a utilizar el FC Suburbano, se estima que se descongestionaría la infraestructura en al menos un carril de las vialidades utilizadas por el actual sistema de transporte público a lo largo de 25 Km de vialidad, liberándolo o dejándolo apto para satisfacer la demanda de otros vehículos. No se estimaron beneficios adicionales por descongestionamiento del tránsito en las vías liberadas.

Para la estimación de los beneficios anuales por liberación de infraestructura de transporte, a partir del costo unitario por carril-km de vialidad (conservadoramente estimado en \$2.268 Millones de Pesos de Diciembre de 2002) se calculó una anualidad o pago anual equivalente utilizando un periodo de 40 años y una tasa de descuento del 12% anua; a ésta se agregó el 3% anual del el costo unitario por gasto en mantenimiento. La cifra resultante de \$0.343 Millones de Pesos Dic'02/carril-Km/ año es el costo anual equivalente de uso de la infraestructura por el sistema actual que se liberaría para constituir un beneficio derivado de la realización del proyecto de FC suburbano.

Tabla 4.2 Beneficios por Liberación de Infraestructura del Transporte (Sin IVA) Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| Liberación de infraestructura del | Año 4 | Año 7 | Año 12 | Año 17 | Año 22 | Año 27 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| transporte | \$ 8.6 | \$ 8.6 | \$ 8.6 | \$ 8.6 | \$ 8.6 | \$ 8.6 |

4.1.3 Ahorros en tiempo de los usuarios del transporte

En la situación actual, sin proyecto, durante su operación los autobuses transportan a los usuarios a una velocidad promedio inferior (15.9 kph) a la que lo haría el FC suburbano (más de 50 kph). Se estimó que la distancia por recorrer en ambos sistemas sería comparable (25 Km), de manera que las ventajas o ahorros en tiempo de los usuarios en la situación futura (con proyecto) se deberían al menor tiempo de traslado en el FC Suburbano, con una diferencia estimada de poco más de 1 hr en tránsito.

Por otra parte, para valorar el tiempo ahorrado de los usuarios se tomó conservadoramente un tercio (1/3) de su ingreso medio horario por pasajero estimado en dos (2) Salarios Mínimos por cada 8 horas de trabajo, de acuerdo a recomendaciones generales de Instituciones Multilaterales de Financiamineto.

Tabla 4.3 Beneficios por Ahorros en tiempo de los usuarios (Sin IVA) Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| | Año 4 | Año 7 | Año 12 | Año 17 | Año 22 | Año 27 |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Ahorros en tiempo de los usuarios | | | | | | |

Tampoco se estimaron los ahorros en tiempo que tendrían los usuarios de los pasos vehiculares elevados sobre las vias del FC Suburbano que serian construidos para evitar interferencias entre el tráfico vial y el tráfico de trenes del FC suburbano.

4.1.4 Ahorros por reducción de accidentes mortales

En la situación actual, sin proyecto, los recorridos de los autobuses ocasionan accidentes de tráfico mortales medidos mediante un índice de accidentes mortales por cada millón de autobuses-km. Se estimó que dicho índice es del orden de 0.00510. Al cambiar de modo de transporte se esperaria que el índice del FC Suburbano fuese no significativo, menos de dos órdenes de magnitud por pasajero-km con respecto al autobus. Con base en lo anterior y con los autobuses-km calculados se estimó el número de accidentes mortales al año que se evitarían (aprox. 0.2). Por otra parte, según estándares internacionales, se valoró en US\$ 0.92 millones de dólares la pérdida de una vida humana.

Tabla 4.4 Beneficios por reducción de accidentes mortales Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| | Año 4 | Año 7 | Año 12 | Año 17 | Año 22 | Año 27 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Beneficios por reducción de accidentes mortales | \$ 1.7 | \$ 2.4 | \$ 2.5 | \$ 2.7 | \$ 2.9 | \$ 3.1 |

4.2 Identificación y Valoración de Costos

Los costos resultantes de la realización del proyecto se identificaron, fueron cuantificados y valorados sobre la base de las situaciones Sin Proyecto y Con Proyecto en un horizonte de evaluación de 30 años.

Se identificaron los siguientes conceptos o rubros de costos:

- Costos de inversión
- Costos de operación y mantenimiento

4.2.1 Costos de inversión

Los conceptos más significativos de inversión corresponden al equipo rodante (39%)en una cantidad inicial estímada de 125 carros. El siguiente rubro en importancia lo constituye las adecuaciones a la infraestructura ferroviaria (17%).

De acuerdo con las estimaciones recientes de Banobras, la inversión total (sin IVA) para la construcción, equipamiento y puesta en marcha de la línea Buenavista-Cuautitlán asciende a \$7,251.9 Millones de Pesos de Diciembre de 2002. (US\$ 711.1 millones de dólares a un tipo de cambio de 10.1982 pesos por dólar norteamericano).

Tabla 4.5 Costos de Inversión Inicial del Proyecto Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| CONCEPTO | Monto | % |
|---|-----------------|-------|
| Equipo Rodante | \$2,837.1 | 39.1 |
| Infraestructura Ferroviaria | \$1,213.6 | 16.7 |
| Señalización y Comunicaciones | \$374.3 | 5.2 |
| Estaciones | \$ 716.9 | 9.9 |
| Confinamiento | \$798.5 | 11.0 |
| Infraestructura complementaria, obras inducidas y otros | \$1019.8 | 14.1 |
| Gastos Preoperativos y Puesta en Marcha | \$291.7 | 4.0 |
| Total: | \$7,251.9 | 100.0 |

Fuente: Fuente: Información proporcionada por Banobras (22/Mayo/03) en dólares y convertida a razón de \$10.1982 Pesos por Dólar

4.2.2 Costos de operación y mantenimiento

Como ya se comentó anteriormente, en la situación actual se tendrían los costos de operación y mantenimiento del sistema de autobuses. En la situación futura permanecería el 20% de dichos costos como parte del sistema alimentador. Sin embargo no se contabilizan aquí porque ya se han descontado al solo considerar un beneficio neto del 80% por evitar dichos costos. Ver sección 4.1.1.

En La situación futura se tendrían los costos de operación y mantenimiento del proyecto (ya antes mencionados). Se ha estimado que el proyecto iniciaría operaciones el año 2007. Los costos de operación y mantenimiento fueron el resultado de los trabajos realizados por el Comité Técnico de Banobras.

Tabla 4.6 Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto Cifras en Millones de Pesos de Dic de 2002

| Concepto | Año 4 2007 | Año 7 2010 | Año 12 2015 | Año 17 2020 | Año 22 2025 | Año 27 2030 |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Costos de Operación y Mantto, del FC Suburbano | _ | | # 07C 4 | f 200 4 | £ 207.0 | • |
| (Millones \$Dic'02/año) | \$ 370.5 | \$ 372.3 | \$ 376.4 | \$ 389.1 | \$ 397.8 | \$ 405.0 |

Fuente: Información proporcionada por Banobras

4.3 Cálculo de la Rentabilidad

Para el cálculo de la rentabilidad de determinaron los valores de los siguientes indicadores que suelen utilizarse para calificar los proyectos de inversión:

- Valor Presente Neto Social (ó Valor Actual Neto Social) [VPNS]
- Tasa Interna de Retorno Social [TIRS]
- Relación Beneficio Costo Social [BCS]

Las expresiones empleadas para el cálculo de los indicadores mencionados son las siguientes:

$$VPNS = \sum_{j} \frac{FNE_{j}}{(1+R_{j})}$$

Donde VPNS: Valor Presente Neto Social del Proyecto

FNE j : Flujos Netos de Efectivo esperados

Rj: Tasa social de descuento J: índice de periodos de tiempo

Se espera que el VPNS sea mayor que cero para que el proyecto sea aceptable.

A su vez:

FNEj:Bj-Cj

en donde:

B j : Beneficios sociales esperados del proyecto C j : Costos sociales esperados del proyecto

L a TIRS es igual a la R* para la cual el VPNS es igual a cero:

$$\sum_{j} \frac{FNE_{j}}{(1+R^{*})} = 0$$

También se espera que la TIRS sea mayor que la tasa de descuento social para aceptar un proyecto.

La Relación Beneficio Costo Social está dada por el cociente del Valor Presente de los Beneficios entre el Valor Presente de los Costos y debe ser mayor a la unidad para que sea aceptable el proyecto

$$BCS = \sum_{j} \frac{B_{j}}{(1+R_{j})} / \sum_{j} \frac{C_{j}}{(1+R_{j})}$$

Para determinar la conveniencia, en términos socioeconómicos, de la realización del proyecto, se procedió al cálculo de los indicadores de rentabilidad socioeconómica, mediante la identificación y cuantificación de los beneficios y costos sociales del proyecto para un horizonte económico de 30 años y con un costo económico de oportunidad de los recursos de 12% anual (tasa anual de descuento).

Tabla 4.7 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Cifras en Millones de Pesos de Diciembre de 2002).

| Concepto | Valor |
|---|-----------------------|
| Horizonte de evaluación | 30 años |
| Tasa social de descuento | 12% |
| Indicadores de rentabilidad | Monto |
| | (Millones de Pesos de |
| | \$Dic 2002) |
| Valor Presente de los Costos (VPC) | \$7,13 9 |
| Inversión | \$ 5,230 |
| Operación y Mantenimiento | \$ 1,909 |
| Valor Presente de los Beneficios (VPB) | \$8,134 |
| Reducción de costos de operación de autobuses | \$5,299 |
| Liberación de infraestructura (carril de autobuses) | \$43 |
| Valor del tiempo de usuarios | \$2,780 |
| Valor de reducción de accidentes mortales | \$12 |
| Valor Presente Neto Social (VPNS) | \$995 |
| Tasa Interna de Retorno Social | 14.1% |
| Relación Beneficio/Costo Social | 1.14 |

Los resultados indican que la sociedad en su conjunto obtendría un beneficio neto de aproximadamente \$1,000 millones de pesos por la realización del proyecto.

4.4 Evaluación Ambiental

La realización del proyecto traerá consigo la reducción de los vehículos-Km de transporte público a base de autobuses y microbuses de otras unidades de menor capacidad ya que la demanda antes mencionada será atendida por un sistema electrificado de transporte que en principio no contaminaría el ambiente.

Se estimó las reducciones anuales que se tendrían en las siguientes emisiones contaminantes:

- Hidrocarburos:HC (Ton/año)
- Monóxido de Carbono:CO (Ton/año)
- Öxidos de Nitrógeno:NOx (Ton/año)
- Óxidos de Azufre (sulfuros) SOx (Ton/año)
- Partículas Sólida Totales: PST (ton/año)

Las reducciones fueron estimadas con base en el 80% de los vehículos-Km calculados para satisfacer la demanda que tomaria el FC Suburbano y los factores de emisiones para unidades a diesel a la velocidad promedio de los autobuses, calculadas a partir del Modelo Mobile 5 de la EPA, disponibles para la ZMVM en la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI).

Tabla 4.8 Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes

| Contaminante | Año de Inicio de Operaciones | Al 5º Año de Operación | Al año 20 |
|---------------|------------------------------|------------------------|-----------|
| HC (Ton/año) | 150.13 | 210.95 | 259.00 |
| CO (Ton/año) | 674.49 | 947.70 | 1,163.60 |
| NOx (Ton/año) | 344.86 | 484.55 | 594.94 |
| SOx (Ton/año) | 7.27 | 10.21 | 12.53 |
| PST (ton/año) | 26.48 | 37.21 | 45.69 |

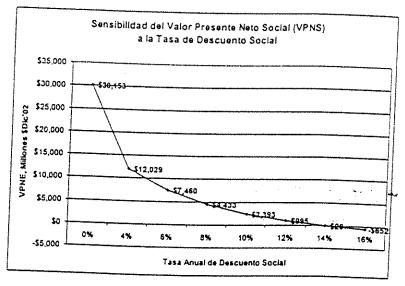
El proyecto es compatible con los ordenamientos de reducción de emisiones recomendados por los Programas de Manejo de la Calidad del Aire en la ZMVM, elaborado por la Comisión Ambiental Metropolitana y SEMARNAT. La reducción de emisiones se da por la sustitución de la planta vehicular actual por un nuevo servicio electrificado, prácticamente de "cero emisiones" al medio ambiente, salvo las requeridas indirectamente para la generación de energía eléctrica en las fuentes de poder.

Las etapas subsecuentes del proyecto deben incluir una manifestación de impacto ambiental puntual, a partir de los detalles del proyecto ejecutivo de las obras de confinamiento, tanto para la etapa de construcción como de operación.

5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

5.1 Sensibilidad a la Tasa de Descuento Social

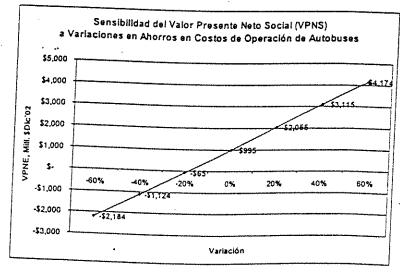
Se realizó un análisis del VPNS a la Tasa de Descuento Social para determinar aquella para la cual el proyecto ya no sería aceptable, ya que el VPNS sería negativo. Esto ocurriria a un valor de 14.1% anual y correspondería al valor de la TIRS que es 1.18 veces la Tasa de Descuento Social del 12% anual.



5.2 Sensibilidad a los beneficios esperados

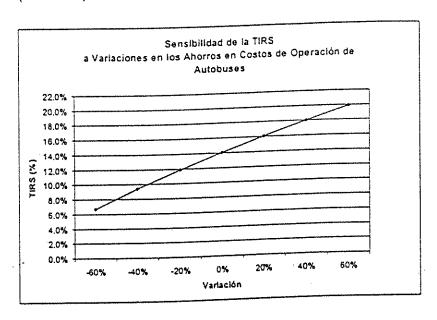
5.2.1 Del VPNS

Reducciones de 20% en los beneficios esperados más relevantes como los ahorros en costos de operación vehicular harían que el proyecto no fuese aceptable para la tasa de descuento social indicada (12% anual).



5.2.2 De la TIRS

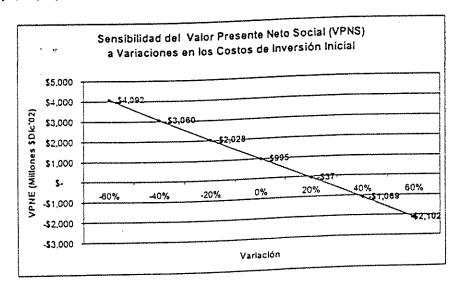
Reducciones de 20% en los beneficios esperados más relevantes como los ahorros en costos de operación vehicular harían que el proyecto no fuese aceptable, ya que la TIRS sería menor que la tasa de descuento social señalada (12% anual).



5.3 Sensibilidad a los costos de inversión

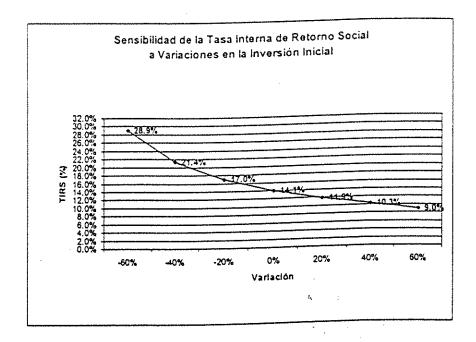
5.3.1 Del VPNS

Incrementos de 20 % en los costos más relevantes tales costos de inversión harían que el VPNS fuese negativo y que proyecto no fuese aceptable para la tasa de descuento social indicada (12% anual).



5.3.2 De la TIRS

Incrementos de 20 % en los costos más relevantes tales costos de inversión harían que la TIRS fuese inferior a la tasa de descuento social indicada (12% anual) y que proyecto no fuese aceptable.



5.4 Riesgos del proyecto

Los principales riesgos del proyecto y las coberturas que deben ser consideradas en un llamado a licitación para atracción de capital privado al proyecto se resumen a continuación.

Aumento en el monto de la inversión por variaciones en tipo de cambio.- En el caso del Gobierno Federal, se requeriría de mayores aportaciones. Por su parte, el riesgo cambiario del servicio de la deuda de los particulares tendria que ser absorbido por ellos..

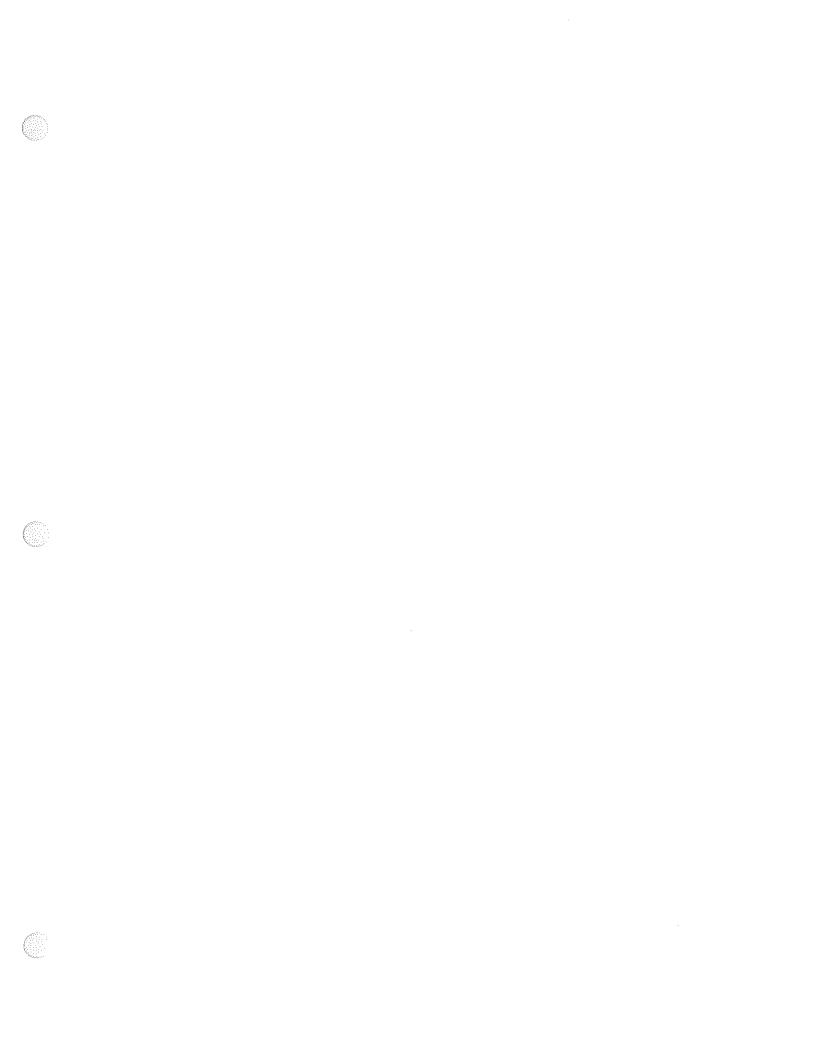
Sobrecosto en obras y/o suministros.- Se celebrarían contratos "llave en mano" a precio alzado y se tienen considerados imprevistos por el 10% del costo del proyecto, exceptuando al equipo rodante. Para los riesgos por obra inconclusa debido al incumplimiento del oferente ganador de la licitación de obras y suministros; las empresas licitantes tendrán que comprobar su capacidad técnica y financiera, y se establecerán fianzas de cumplimiento y penas convencionales en los contratos.

Deficiencias en la ingeniería y el diseño.- Se ha determinado que en los contratos de construcción y fabricación de equipo, se establecerán penas y fianzas para asegurar su cumplimiento. Asimismo, en lo referente a la terminación del proyecto en plazo mayor al previsto por causas imputables al consorcio ganador de la licitación, se establecerán fianzas de cumplimiento y penas convencionales en los contratos, además de que el programa de obra previsto considera un margen de seguridad de 6 meses.

Accesos viales, obras complementarias y terrenos.- Se establecerán los compromisos de los Gobiernos del DF y sus delegaciones, y del Edomex y sus municipios para llevar a cabo las obras necesarias. En materia de terrenos para estaciones y obras complementarias, se deberán adquirir en forma previa y establecer la coordinación con el DF y Edomex para adquirirlos o expropiarlos. La posibilidad de retrasos en el otorgamiento de los permisos y licencias, se resolverá mediante el compromiso del DF y Edomex para otorgarlos en forma ágil y oportuna.

Costos de operación y/o mantenimiento superiores a lo estimado.- Se cubrirán al establecer fianzas de cumplimiento y penas convencionales en el contrato. Además, el licitante ganador de la concesión para la operación tendrá que comprobar su capacidad técnica como operador de trenes suburbanos de pasajeros. La incertidumbre de que lo gastos de operación y mantenimiento sean superiores a los proyectados, se atenderá ya que estos gastos y su fórmula de actualización se establecerán en el contrato, por lo que cualquier incremento por arriba de lo pactado sería cubierto por el operador.

Insuficiencia de ingresos del Ferrocarril Suburbano.- Al respecto, se ha tomado un escenario conservador que parte del 80% de la demanda, con una curva de maduración del 75% y 90% para los dos primeros años. Además, los Gobiernos del DF y Edomex deberán reorientar el transporte público para que alimenten al Ferrocarril Suburbano y construir las vialidades necesarias. También, se establecerá en el título de concesión una fórmula para la actualización automática de las tarifas conforme al INPC. En caso de que la Concesionaria no actualice las tarifas, las lineas contingentes debieran cubrir el déficit generado.





DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO ANÁLISIS Y EVALUACIÓN FINANCIERA FERROCARRIL SUBURBANO

Mayo del 2003

Antecedentes

- Actualmente la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) cuenta con una población que rebasa los 17 millones de habitantes. De éstos, el 50% vive en el Distrito Federal y el 50% restante en los 28 municipios conurbados del Estado de México.
- En la ZMVM se realizan más de 30 millones de tramos de viajes-persona al día que actualmente se atienden principalmente en "combis" y "microbuses" (61%), lo cual resulta inadecuado e inseguro además de inusual en el contexto internacional para una zona de estas características. Los sistemas de transportación masiva en esta Zona atienden a menos del 15% del total de viajes en una red de más de 191 kms. A
- En el marco de la reestructuración del Sistema Ferroviario Mexicano, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes inició los estudios necesarios para el desarrollo de un transporte público masivo de pasajeros suburbano en la ZMVM, mediante el aprovechamiento de 240 kms. de infraestructura ferroviaria ya existente y los derechos de vía asociados.
 - Para la instrumentación del Proyecto se determinó que el mejor esquema de configuración consiste en segmentar las vías férreas en tres sistemas distintos, cada uno con una línea troncal y líneas de menor densidad que actúan como alimentadoras de las líneas troncales: A
 - Línea Buenavista-Cuautitlán-Huehuetoca
 - Línea Ecatepec-Naucalpan
- Línea San Juan de Aragón-Los Reyes
- Tren Suburbano se inicie con la línea troncal Buenavista-Huehuetoca, con 45 kilómetros de Con base en los estudios de factibilidad se determinó la conveniencia de que la primera etapa del



1) 1

Φ con una infraestructura electrificada y un avance importante en longitud, por contarse confinamiento de la vía.

- Esta primera etapa del Proyecto se pretende llevar a cabo en dos fases, la primera con el tramo construcción de la segunda, consistente en el tramo Cuautitlán-Huehuetoca, con 20 kilómetros Buenavista-Cuautitlán, con 25 kilómetros, el cual incluirá las obras necesarias adicionales A
- Al iniciarse el Proyecto con el sistema formado por la línea troncal Buenavista-Huehuetoca, se reducen considerablemente los montos de inversión y los riesgos, además de que se elimina la posibilidad de conflictos sociales al contarse con los derechos de vía asociados. A
- Posteriormente, la SCT, decidió validar el estudio de FOA, mediante la contratación del Dr. Moshe Se ha efectuado y validado diversos estudios de demanda, como aspecto central para la determinación de la viabilidad del Proyecto. El primero fue realizado por la empresa consultora Felipe Ochoa y Asociados (FOA), basado en un estudio de transporte origen-destino del INEGI. Ben Akiva, del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). A
- Suburbano (FS) podría movilizar en este corredor a 465 mil pasajeros en días laborables o 148 millones de pasajeros al año. Cabe destacar que la densidad de pasajeros que se registra en esta línea es significativamente superior a la que se observa en servicios suburbanos de otras ciudades del mundo, como pueden ser los siguientes casos: Chicago, con 9 líneas y 878 rutaskilómetro, transporta 75.6 millones; Nueva Jersey, con 5 líneas y 762 rutas-kilómetro, 49.5 Conforme al estudio realizado, se estima que en el primer año de operaciones el Ferrocarril millones; Nueva York, con 5 líneas y 544 rutas-kilómetro, 62.9 millones y Toronto, con 7 líneas y 361 rutas-kilómetro, 24.8 millones de pasajeros. A



フト

II. Evaluación Financiera

A continuación, se presenta la evaluación financiera, cuyo propósito es determinar los requerimientos financieros para la realización del proyecto, la estructura financiera del mismo, la cuantificación de recursos públicos necesarios para la inversión, la participación de la inversión privada (capital de riesgo y crédito), la capacidad de los flujos de efectivo para cubrir la operación y el mantenimiento y la rentabilidad del proyecto.

Inversiones

millones, incluyendo los gastos preoperativos y de puesta en marcha. El plazo para su ejecución está programado en tres años, considerando un monto inicial para gastos de desarrollo y terrenos por USDIs El monto de la inversión sin IVA para el tramo Buenavista-Cuautitlán se estima en USDIs \$711.1 \$25 millones.

| PROGRA | PROGRAMA DE INVERSIÓN | ERSIÓN | | | | | |
|---|-----------------------|---------------------------------|-------|-------|---------------|-----|--------|
| (millones de US \$ de Dic. De 2002) | US \$ de Di | ic. De 200; | . (2 | | | | |
| Concepto | Inicial | Inicial Año 1 Año 2 Año 3 Total | Año 2 | Año 3 | Total | | |
| Equipo Rodante | | 100,2 | 89.0 | 89.0 | 89.0 278.2 39 | 8 | , |
| Infraestructura ferroviaria* | | 35.3 | 51.7 | | 119.1 | ~ | , , |
| Señalización y comunicaciones | | 18.8 | 17.8 | | | h | |
| Estaciones** | 16.3 | 0.0 | 27.5 | 27.6 | 71.4/0 | Ó | |
| Confinamiento | | 0.0 | 23.5 | 54.8 | | | 3.8 |
| Infraestructura complementaria y otros | | 40.0 | 30.0 | 30.0 | 100.00/ | × / | |
| Gastos preoperativos y puesta en marcha | a 8.7 | 3.1 | 4.9 | 10.8 | 27.5 | · . | |
| TOTAL | 25.0 | 197.4 | 244.4 | | 244.3 711.1 | | |
| | , , | | | - | | _ | |

^{*}Integra los conceptos de vías, Talleres, electricidad y catenaria y equipo de venta de boletos.

^{**} En estaciones el monto inicial corresponde a terrenos y afectaciones.



シータ かっちゅう

P

Polo

POLO

Conceptos de inversión;

Carros: Se considera se requieran 125 carros con valor de USDIs \$2.225,648 por carro. El costo está calculado sobre una base de 2 millones de dólares cada uno, a precios de diciembre de 1999; a lo anterior, se le agregó un 3.5% por concepto de impuesto a las importaciones y se actualizó con inflación norteamericana a diciembre de 2002.

Estaciones: Buenavista, Fortuna, Tlalnepantla, San Rafael, Lechería, Tultitlán, Cuautitlán. Cada una de comprende: andén, estación, vestíbulo, pasillos cubiertos, estacionamiento, paradero de autobuses y reserva comercial.

Equipo de Venta de Boletos: Se integra por los siguientes conceptos: instalación de torniquetes, maquinas de venta de boletos, taquillas y sistemas de cómputo.

Talleres: Considera el taller de Pantaco, su acondicionamiento y equipamiento, una lavadora de coches, adecuación del taller de locomotoras y del depósito, provisión de herramientas.

Señalización: Incluye un nuevo centro de control de tráfico, modificación del actual sistema señalización y enclavamientos. Comunicaciones: Ampliación y adecuación de los sistemas de radio y telefonía existentes; sistemas de telefonía internos, comunicación a usuarios y circuitos de transmisión.

Confinamiento: Son las obras necesarias para separar el tráfico ferroviario, incluye puentes vehiculares y peatonales en cruces y malla ciclónica en límites de derecho de vía. Expropiaciones y Afectaciones: Terrenos y otras propiedades necesarias para realizar las obras de servicio en las estaciones, mediante la ampliación de calles y construcción de accesos para peatones, autobuses y automóviles.



さずし からし くきょう

Second Comment

Instalaciones eléctricas: Adecuación de las instalaciones eléctricas, incluyendo la eventual reubicación de la subestación eléctrica en El Salto. Catonaria: Remoción donde se requiera de la catenaria actual y tendido de una nueva en la vía actual, en la vía nueva y en los patios.

en energía (2.5% sobre el gasto de energía del 2006) y 230 mil USOs para el payo de derecho de via a Puesta en marcha: Induje 4 meses de salanos sobre el gasto sotal de nomina en el aid 2000 gado

Preoperativos: Son los gastos necesarios para asegurar la correcta ejecución del proyecto, incluyendo los aspectos jurídicos y financieros.

Aford

redujo en 7.4%, para alcanzar 430.8 mil pasajeros diarios, el cual se integra conforme a los siguientes El estudio de demanda estimó un número de pasajeros diarios de 465.0 mil para el año 2005. Para fines de la elaboración de las proyecciones financieras y considerando un criterio conservador, esta cifra se

- principalmente en el sentido norte-sur y en el tramo Cuautitlán-Lechería y a 130.0 mil en las horas pico de la tarde (16:00 a 21:00 hrs.), particularmente en el sentido sur-norte y en el tramo La demanda en las horas pico de la mañana (6:00 a 9:00 hrs.) asciende a 136.8 mil, Buenavista-Fortuna. Durante las horas normales del día, el número es de 164.0 mil
- Se consideró únicamente 80% del aforo de las horas pico de la mañana y el 100% del de las horas pico de la farde y las normales. A



1

Same of the same o

Action control of

- Las tasas de crecimiento del aforo aplicadas son las propuestas por el estudio de demanda: 1.3% anual para el periodo 2006-2010; 1.37% anual para el periodo del 2011 al 2020; y 1.39% anual para el periodo 2021 al 2030. A
- Se estableció una curva de maduración del aforo del 75% para el primer año de operación, del 90% para el segundo año y del 100% para los años siguientes. A
- de la actualización de tarifas registrada entre 1998 y 1999. Lo anterior, significó una disminución derivado del valor de la tarifa finalmente utilizado en la evaluación financiera, considerando una Posteriormente, se aplicó al aforo un factor de corrección por elasticidad de la demanda, en razón en el número de pasajeros del orden de 5.65%. Este factor, calcula el impacto de la demanda elasticidad negativa de 0.38, conforme a los resultados del estudio de demanda. A
- Al aforo determinado se le aplicó un factor del 4% por concepto de evasión y no pago. Ā
- por 318 días. Este factor de conversión se basó en el tráfico de las líneas 3 y 5 del Metro, de Para hacer la equivalencia del número de pasajeros en forma anual, el aforo diario se multiplicó septiembre de 1997 a agosto de 1998. A

Con base en los criterios señalados, los aforos diario y anual utilizado en la proyección financiera se muestran a continuación;

| | r | T | \Box |
|--|----------|--------------|--|
| VANCIERAS | 2020 | 476,820 | 151,628,715 |
| ECCIONES FI | 2010 | 416,312 | 132,387,077 |
| AFORO DIARIO Y ANUAL UTILIZADO EN LAS PROYECCIONES FINANCIERAS (pasajeros) | 2007 | 400,457 | 93,068,461 113,136,966 127,345,272 132,387,077 |
| . UTILIZADO E (pasa | 2006 | 355,777 | 113,136,966 |
| RIO Y ANUAL | 2002 | 292,668 | 93,068,461 |
| AFORO DIA | Concepto | Aforo Diario | Aforo Anual |



THE OFFICE

Tarifa

- El estudio de demanda determinó una tarifa de \$0.28 por km. a precios de agosto de 1998, que es equivalente a la aplicada en esa fecha por el transporte colectivo en el valle Cuautitlán-Texcoco, correspondiente a la zona de influencia del ferrocarril suburbano.
 - aplicado por las líneas de transporte público en Estado de México durante el período. Asimismo, se consideró un rezago en el aumento de 6 meses, con lo que la tarifa alcanzó un valor de \$0.36 Dicha tarifa se incrementó hasta el mes de diciembre de 1999 en un 34.2%, porcentaje similar al por km. y de \$5.25 por pasajero si se toma en cuenta que el recorrido promedio es de 14.6 km.
- Para fines de la evaluación, se asume que la tarifa mantiene su valor en términos constantes durante el periodo de evaluación. A

TARIFAS DE TRANSPORTE COLECTIVO -- PESEROS (Edo. De México)

| | Tarifa inicial | Costo. siguientes 10 km. Tarifa total Crecimiento | Tarifa total | Crecimiento |
|-----------------------------|----------------|---|--------------|-------------|
| | | | | |
| Durante estudio 1998 \$2.35 | \$2.35 | \$ 1.30 | \$ 3.65 | |
| Diciembre 1998 | \$3.00 | \$ 1.40 | \$ 4.40 | 20 55% |
| Diciembre 1999 | \$ 3.50 | \$ 1.40 | \$ 4 90 | 11 36% |

TASA DE CRECIMIENTO

DE TARIFAS

34.2%

(Hasta Diciembre de 1999)



ď

Property O bearing

0

Actualización de la Tarifa Promedio

| Tarifa por kilómetro (Estudio 1998) Crecimiento tarifa transporte colectivo a Dic. de 1999 | Tarifa por kilómetro (Dic 1999) Rezago de inflación (anual) | Tarifa por kilómetro con efecto de rezago en inflación Distancia media en Km. | Tarifa promedio de transporte IVA (15% de la larifa) Tarifa promedio más IVA |
|--|--|---|---|
| \$ 0.28 | \$ 0.38 | \$ 0.36 14.6 | \$ 5.25 0.79 \$ 6.03 |

Ingresos

Con base en el aforo y la tarifa señalada, la proyección de los ingresos brutos sin IVA por concepto del servicio de transporte de pasajeros, así como los derivados por otros conceptos, se ilustra en el siguiente cuadro:

| 102 ingrand |
|-------------|
|-------------|



Egresos

Se consideraron los gastos determinados en el modelo de MERCER y que son los siguientes:

| GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | CIÓN Y R | MANTENII | MENTO | | |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--------|--------|---------------|
| (miles de USDis de Dic. De 2002) | is de Dic | . De 2002 | | | |
| CONCEPTO | 2005 | 2006 | 2007 | 2010 | 2020 |
| Costos de transportación | 4,476 | 4,476 | 4,476 | 4.476 | 4.596 |
| Mantenimiento de equípo rodante | 7,520 | 7,520 | 7,520 | 7 520 | 7.07.7 |
| Vias y otros trabajos civiles | 439 | 439 | 439 | 439 | 444 |
| Señalamientos y telecomunicaciones | 274 | 274 | 274 | 274 | 274 |
| Mantenimiento del sistema eléctrico | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 |
| Administración y Finanzas | 1.928 | 2.112 | 2 232 | 2 272 | 2 420 |
| Sueldos y Salarios | 16 477 | 17.065 | 17 423 | 17 530 | 17 050 |
| Gastos de administración Paraestatal | 2 069 | 2,069 | 2,069 | 2,000 | 090 0 |
| Derechos de via | 1,568 | 1,568 | 1.568 | 1,568 | 4 5.68 |
| Derechos de concesión | 294 | 358 | 403 | 419 | 1 199 |
| Total | 35 267 | 36 102 | 16 AS | _ | 36 707 30 456 |

Condiciones Financieras

Los criterios utilizados en la evaluación financiera que sirvieron de base para la determinación de la estructura de financiamiento, que permitió establecer la mezcla de recursos privados (crédito y capital de riesgo) y recursos públicos, son los siguientes: Con base en la información anterior, se obtuvieron los flujos netos del proyecto antes de costos financieros e impuestos, a los cuales se les aplicó el bloque fiscal del modelo financiero, con el propósito de determinar la capacidad de pago, a distribuirse entre el servicio de la deuda y la recuperación del capital de riesgo y su rendimiento.



Manager Comment

- Determinación de la inversión privada entre crédito y capital. Para el caso del monto de crédito se consideró la capacidad de pago a un plazo de 15 años y para el capital se estableció un rendimiento del 12% real.
- Determinación de recursos públicos de acuerdo a los montos faltantes para cubrir la inversión total. A

A continuación, se presentan los términos utilizados para el cálculo de los montos de capital de riesgo, crédito e impuestos:

a) Aportación de Capital de Riesgo

| CAPITAL | | Del año15 al 30 | 12% anual | Pagos nivelados |
|----------------------|----------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| TÉRMINOS DEL CAPITAL | Concepto | Plazo de recuperación del capital | Tasa Real de rentabilidad | Esquema de amortización |

b) Crédito

| ConceptoCrédito en pesosPlazo del créditoAños 1 al 15Plazo de inversión3 añosPlazo de amortización12 añosAmortizacionesmensualesEsquema de amortizaciónPagos niveladosTasa Real10.0 | TERMINOS DEL CRÉDITO | . CRÉDITO |
|---|-------------------------|------------------|
| o fin zación nortización | Concepto | Crédito en pesos |
| ón zación nortización | Plazo del crédito | Años 1 al 15 |
| zación ortización | Plazo de inversión | 3 años |
| ıortización | Plazo de amortización | 12 años |
| | Amortizaciones | mensuales |
| | Esquema de amortización | Pagos nivelados |
| | Tasa Real | 10.0 |

c) Base Impositiva

| TÉRMINOS DE LA BASE IMPOSITIVA | OSITIVA |
|---|---------|
| Concepto | |
| Impuesto sobre la renta | 32% |
| Impuesto al activo | 1.8% |
| Impuesto al valor Agregado | 15% |
| PTU | 10% |
| Depreciación acelerada en el primer año | 78% |

Estructura de Financiamiento

El monto de la inversión para el tramo Buenavista Cuautitlán sería por USDIs \$711.1 nillones sin IVA, los cuales provendrían de aportaciones del Gobierno Federal, capital de riesgo y créctio. La estructura financiera se muestra a continuación:

a) Estructura de financiamiento

| ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO Millones de dólares* | AMIENTO | |
|---|----------|---------|
| | Cantidad | % |
| Aportación Federal a fondo perdido | 520.9 | 73.25% |
| Capital de riesgo | 39.5 | 5.55% |
| Crédito | 1,50.7 | 21.20% |
| l olal | 7111 | 100 00% |

b) Calendario Estimado de aportaciones

Se determinó un monto inicial por USDIs \$25 millones para cubrir necesidades inmediatas.



The Designation

- El desembolso de los recursos provenientes de las diferentes fuentes de financiamiento, se hizo en pari passu y a prorrata. A
- La distribución del total de los recursos por año, se realizó conforme al programa de inversión.

| | (millones de US \$) | (millones de US \$) | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|-------|-------------|
| Concepto | icial | Año 2 | Inicial Año 2 Año 2 Año 3 Total | Año 3 | Total |
| 3obierno Federal | 25.0 | 25.0 142.7 | 1767 | 176 5 | 176 5 520 0 |
| Sapilal de Riesgo | | 11.2 | | | 30.00 |
|)rédilo | | 43.4 | | 53.6 | - ! |
| otal | 25.0 | | 1 | | 244 2 744 4 |

NOTA: El monto de las aportaciones es preliminar y se encuentra sujeto revisión, por lo que puede variar,

Necesidades Inmediatas

proyectos, los anticipos para los diversos conceptos, la compra de los terrenos y afectaciones para las Al inicio de las obras se requieren inversiones por USDIs \$25 millones que incluyen: los estudios y estaciones y puentes y los gastos financieros iniciales, mismos que se describen en el siguiente cuadro:

| (Miles de USDIs) | |
|-------------------------------|---------------|
| Concepto | Gasto inicial |
| Afectaciones | 6,342.5 |
| Terrenos | 9.937.2 |
| Total afectaciones y terrenos | 16,279.7 |
| Estudios | 975.0 |
| Preparación de la Licitación | 200 0 |
| Difusión de Proyecto | 1 000 0 |
| Asesoria y Consultoria | 5,350.0 |
| Sub Total | 23,804.7 |
| Imprevistos (5%) | 1.190.3 |
| Total | 24,995.0 |