

Dr. Luis Rocha Chiu  
Dr. Víctor Jiménez Argüelles

---

# Construcción del tren México- Toluca : evaluación técnica y financiera

# Construcción del tren México-Toluca: evaluación técnica y financiera

*Dr. Luis Rocha Chiu*  
[rcla@correo.azc.uam.mx](mailto:rcla@correo.azc.uam.mx)

*Dr. Víctor Jiménez Argüelles*  
[jiav68@yahoo.com.mx](mailto:jiav68@yahoo.com.mx)

*Departamento de Materiales  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco  
México*

## Resumen

En la década de 1990, los ferrocarriles necesitaban modernizar sus instalaciones y hacer más eficiente sus operaciones en un entorno de escaso presupuesto público, para solucionar esta situación el gobierno mexicano transfirió mediante concesión al sector privado la responsabilidad administrativa, operativa y financiera de la empresa estatal Ferrocarriles Nacionales de México (FNM).

El sistema ferroviario mexicano se dividió en tres grandes compañías regionales, varias empresas de líneas cortas con bajos niveles de tráfico y la terminal del Valle de México. Entre 1996 y 1999 el gobierno concesionó tres cuartas partes de las vías férreas del país para apoyar principalmente el transporte de carga en detrimento del transporte de pasajeros que disminuyó notablemente después del proceso de concesión,

Para apoyar el movimiento de pasajeros por ferrocarril a principios de este siglo se proyectaron tres líneas de tren suburbano concesionado en el área metropolitana de la Ciudad de México, de las cuales está en operación desde 2008 un tramo de 27 km de la línea uno del sistema. Además, en la presente administración se planteó la construcción con recursos públicos de tres líneas de ferrocarril interurbano para pasajeros, de las que solamente está en proceso de construcción el tren México-Toluca.

En este trabajo se realiza un análisis de las condiciones operativas de los ferrocarriles durante el proceso de concesión y los resultados obtenidos. También, se presentan los proyectos de trenes de pasajeros suburbanos e interurbanos. En la última parte, se lleva a cabo la evaluación técnica y financiera del tren interurbano México-Toluca, considerando las dificultades constructivas, el sistema tecnológico, la seguridad de operación, los costos y los beneficios esperados.

## Palabras clave:

Construcción, ferrocarriles, concesiones, obra pública

## **Abstract**

In the 1990s, the Mexican railway system needed to modernize its facilities to make its operations more efficient in an economic environment of scarce public budget. To remedy this situation the Mexican government granted a concession to the private sector, for the administrative, operational and financial responsibility of the State-owned Ferrocarriles Nacionales de México (FNM).

The Mexican railway system was then divide into three regional companies, several short line companies with low levels of traffic and the main terminal in the Valley of Mexico. In the period between 1996 and 1999 the Government granted in concession three-quarters of the country's railroads, which were mainly dedicated to cargo transportation, as the transportation of passengers fell markedly after the granting process.

The Government granted a concession for three suburban train lines. However since 2008 there is only one line in operation with a 27 km length. Also one of the objectives in the actual presidential administration (2012-2018) was to build three lines of long-distance passenger railways, but for different reasons only one is being built, the train Mexico City-Toluca.

This article presents an analysis of the operational conditions of the railway system during the concession process and the results that were finally obtained. There is an analysis as well of the suburban and intercity passenger rail projects. In the last part a technical and financial evaluation is presented of the Mexico City-Toluca line, and a description of the construction difficulties, technological system, operation safety and the expected future benefits.

## **Key words (Palabras clave)**

Mexico, construction, railways, concession, public works

## Introducción

Las concesiones a la inversión extranjera tuvieron un papel fundamental en la provisión de infraestructura y servicios públicos en México a finales del siglo XIX, con capitales extranjeros provenientes principalmente de Estados Unidos y Gran Bretaña se construyeron las primeras vías férreas y se implementaron los servicios de correos, telégrafos, teléfonos y electricidad. Sin embargo, esta situación cambió después de la Revolución Mexicana y se acentuó con la gran depresión de 1929; a partir de entonces el gobierno mexicano por cuestiones ideológicas decidió construir la infraestructura con recursos públicos y nacionalizar gradualmente los servicios públicos que estaban en manos extranjeras. Así, al menos durante la mayor parte del siglo XX disminuyó la participación del sector privado y el gobierno mexicano asumió un papel dominante en el desarrollo de la infraestructura pública.

A partir de 1980 se hace evidente el resurgimiento del financiamiento privado para el desarrollo de proyectos de infraestructura en todo el mundo, impulsado en gran medida por las necesidades originadas por el aumento de la población, el crecimiento económico, la escasez de recursos públicos, el endeudamiento externo y la búsqueda de eficiencia en la provisión de infraestructura. En estos años, algunos países en vías de desarrollo iniciaron el financiamiento privado de proyectos de infraestructura mediante el modelo de concesiones.

De este modo, México comenzó a financiar con recursos privados la infraestructura de transporte. En primer lugar la concesión de carreteras por medio del programa para la construcción de autopistas entre 1989 y 1994 (SCT, 1995); después la creación en 1993 de las Administraciones Portuarias Integrales que regulan al interior de los recintos portuarios espacios concesionados cuya operación y administración es por cuenta de empresas privadas (Romero, 2008); a continuación en 1998 la concesión de los aeropuertos más rentables integrados regionalmente en cuatro grupos aeroportuarios (Sacristán, 2006); y, finalmente, entre 1996 y 1999 la concesión de tres cuartas partes de la red ferroviaria del país dividida en tres grandes compañías regionales y diversas líneas cortas (ITF, 2014).

La concesión de los ferrocarriles al sector privado tuvo como consecuencia inmediata el aumento sostenido del movimiento de carga y la disminución del transporte de pasajeros. En este artículo se analizan las causas que dieron origen a la concesión de los ferrocarriles, su transformación en un medio de transporte esencialmente de carga y el notable descenso del servicio de pasajeros. En la segunda parte, se destaca el resurgimiento del transporte de pasajeros por ferrocarril a través de nuevos servicios como el tren suburbano de la ciudad de México y el tren interurbano México-Toluca, del cual se hace una valoración técnica del proceso de construcción y del costo-beneficio esperado del proyecto, considerando que se trata de una obra ejecutada con recursos públicos.

### Los ferrocarriles en México

*Origen, desarrollo y retroceso.* En sus inicios, en la última parte del Siglo XIX y principios del XX, los ferrocarriles fueron factor fundamental en la configuración territorial y distribución

urbana de la población, el fortalecimiento del mercado interno, la incorporación del país al mercado internacional, la integración social de sus habitantes y la consolidación política de la nación.

El primer contrato para construir un ferrocarril en México se firmó en la década de 1830 y entre 1837 y 1870 se otorgaron 41 concesiones para construir líneas de ferrocarril, siendo sólo un porcentaje mínimo lo que se construyó. Fue en septiembre de 1850 cuando empezó a operar el primer tren en territorio mexicano de 11 kilómetros de longitud entre Veracruz y El Molino y hasta enero de 1873 se completó esta línea de ferrocarril a la ciudad de México. Inicialmente las inversiones en construcción de los ferrocarriles fueron financiadas con capital privado, primordialmente extranjero, y a través de importantes subsidios del Gobierno Federal (Medina, 2013).

Para 1908, cuando se crea Ferrocarriles Nacionales de México (FNM), había en el país una red ferroviaria de cerca de 20 mil kilómetros, similar en extensión a la actual y que cubrían casi todo el territorio nacional. La Revolución Mexicana frenó el desarrollo de los ferrocarriles y ocasionó una enorme destrucción del patrimonio en infraestructura y equipos. En las décadas de 1920 y 1930, fue necesario reconstruir la red y enfrentar la deuda acumulada, forzando la expropiación de los FNM en 1937.

Entre 1940 y 1980 tiene lugar una prolongada e importante etapa. Los ferrocarriles mexicanos se modernizan y crecen aceleradamente, en apoyo al modelo de industrialización con estabilidad de precios. Sin embargo, en ese lapso se sientan las bases de su deterioro progresivo debido al empleo de tarifas subsidiadas en los servicios de carga y pasajeros, al aumento de personal, a la baja productividad y a la deficiente gestión administrativa de la empresa por parte del gobierno.

En la década de 1980 inicia la crisis de los FNM, se acumula un enorme endeudamiento, el déficit financiero aumenta y los subsidios son permanentes; en promedio, los FNM recibieron un subsidio de 400 millones de dólares al año durante los 20 años previos a la privatización (Andalón y López-Calva, 2003). Por esas fechas a nivel internacional se realizaban diversos esfuerzos por mejorar los ferrocarriles, para adaptarlos a las nuevas necesidades del mercado. La apertura en la economía mundial exigía mayor flexibilidad, eficiencia y calidad en los servicios. Esa tendencia estuvo ligada muchas veces a procesos de desregulación y privatización de las empresas públicas. Su modernización requería sin duda de cambios estructurales y grandes inversiones fuera del alcance del presupuesto público y de la rígida forma de operación de las empresas estatales.

En este contexto, el gobierno estableció entre 1990 y 1994 el programa de cambio estructural de los FNM con el objetivo de racionalizar el uso de los recursos y externalizar al sector privado, dentro del marco legal vigente, algunas actividades conexas y complementarias a la operación ferroviaria. Estas medidas permitieron reducir sustancialmente el personal activo de los FNM, modificar el contrato colectivo de los trabajadores, realizar el mantenimiento de las vías por contrato, externalizar el servicio de talleres, suprimir los servicios más improductivos y modernizar las operaciones ferroviarias (Gorostiza, 2011).

A pesar de estas medidas, a principios de 1995 se destacaba la necesidad de continuar mejorando la eficiencia del sistema ferroviario mexicano, para convertirlo en la columna vertebral del transporte terrestre de carga en el país, por lo que en marzo de 1995 se publicó el decreto que reformó la Constitución para que los ferrocarriles dejaran de ser área estratégica monopólica en manos exclusivas del Estado y permitir en lo sucesivo la participación del sector privado en dicha actividad.

*Indicadores de operación.* El transporte de carga por ferrocarril bajo la gestión de los FNM tuvo su punto culminante en el año 1984, en el que movilizó 64.119 millones de toneladas, lo que significó un aumento medio anual del 3.1% a lo largo de 34 años en el período 1950-1984; no obstante, en los siete años siguientes tuvo una caída de 38.2% por lo que en 1991 solamente transportó 46.405 toneladas de carga. Con la implementación del programa de cambio estructural se mejoró nuevamente el movimiento de carga con lo que el sector privado recibió durante el proceso de concesión en 1996 una empresa parcialmente saneada, ya que en ese año se transportaron 58.831 toneladas (Tabla 1).

**Tabla 1. Evolución del transporte por ferrocarril 1950-2015**

Año	Transporte de carga (Millones)		Transporte de pasajeros (Millones)	
	Toneladas	Toneladas-km	Pasajeros	Pasajeros-km
1950	22.907	8,391	32.419	3,025
1960	34.358	14,004	32.587	4,128
1970	41.379	22,595	37.348	4,529
1980	60.592	41,330	23.680	5,295
1990	50.960	36,417	17.149	5,336
1996	58.831	41,723	6.727	1,799
2000	77.164	48,333	0.334	82
2010	104.564	78,770	0.213	64
2015	119.707	83,401	0.190	57

**Tabla 1. Evolución del transporte por ferrocarril 1950-2015**

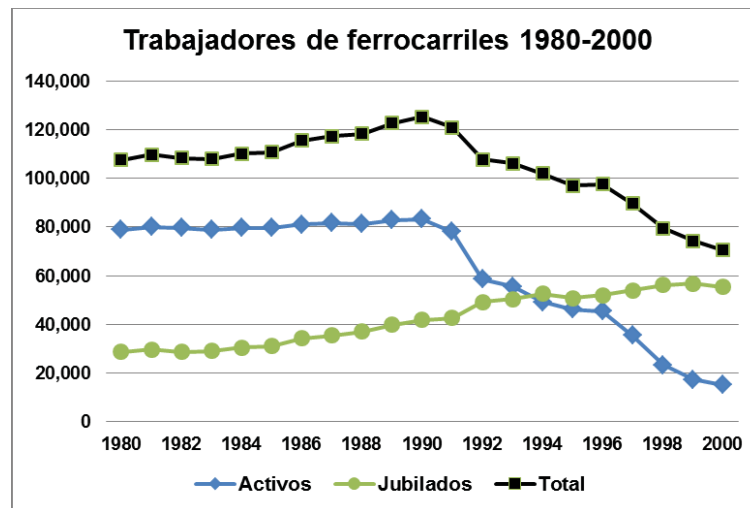
Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

A partir de la concesión de los ferrocarriles al sector privado se detonó el movimiento de mercancías por este medio de transporte; en casi veinte años de administración privada se han duplicado las toneladas de carga transportadas al igual que las toneladas-kilómetro movilizadas por este medio. En el período 1996-2015 el transporte de carga en el ferrocarril concesionado creció a un tasa media anual del 3.8% y las toneladas-kilómetro al 3.7% (Tabla 1).

Por otra parte, el transporte interurbano de pasajeros presentó su nivel máximo en 1970, cuando se trasladaron más de 37 millones de pasajeros; sin embargo, a partir de ese año el movimiento de pasajeros por ferrocarril comenzó a disminuir significativamente a una tasa media anual del 6.8% en el período 1970-1996. Con la concesión, el transporte de pasajeros entre ciudades prácticamente se acabó, tan sólo en el período 1996-2000 el número de pasajeros movilizadas por ferrocarril se redujo en veinte veces al pasar de 6.717 millones de pasajeros transportados en 1996 a solamente 0.334 millones de pasajeros en el año 2000 (Tabla 1). De este modo, en lo que va del actual siglo XXI se ha

mantenido ésta tendencia con un promedio anual de 0.239 millones de pasajeros (SCT, 2016).

Otra característica de la gestión de los FNM fue el exceso de personal, tanto obrero como administrativo, tan solo en la década de 1980-1990 el promedio anual de trabajadores en activo fue de 80,637. En 1990 se alcanza el mayor número de trabajadores activos de la empresa (83,290) que sumado al personal jubilado (41,291) arroja un total de 125,211 trabajadores. A partir de este año, con la implantación del programa de cambio estructural comienza una importante reducción de los trabajadores en activo, al inicio del proceso de concesión en 1996 el personal en activo era de 45,544 y para el año 2000 de solamente 15,184 trabajadores. Así el número de trabajadores activos al servicio de los ferrocarriles se redujo 5.5 veces entre 1990 y 2000 (Figura 1).



**Figura 1. Evolución de los trabajadores de ferrocarriles 1980-2000**

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Los datos disponibles muestran que hubo un programa de retiro anticipado, cuyo costo fue absorbido por el gobierno federal, y el número de retirados subió de 41,921 en 1990 a 56,799 en 1999, cuando concluyó el proceso de privatización. Eso significa que casi 15 mil trabajadores optaron por el retiro durante ese periodo. El resto de los trabajadores que abandonaron la compañía en ese periodo aprovechó el programa de renuncia voluntaria de la compañía. Los que renunciaron recibieron una indemnización 48% superior a lo que marcaba la ley (Andalón y López-Calva, 2003).

Adicionalmente, en 1995 los indicadores de productividad eran bajos en relación con los de otros países. Por ejemplo, en los ferrocarriles de Estados Unidos en comparación con los FNM: el ingreso por empleado era trece veces mayor; el número de trabajadores por kilómetro de vía, menor a la mitad; la densidad de tráfico medida en millones de toneladas por kilómetro de vía, seis veces superior; la carga arrastrada por las locomotoras y por los carros de ferrocarril, tres veces mayor; y, el consumo de combustible, menor a la mitad (Tabla 2).

Concepto	FNM	Promedio de ferrocarriles de Estados Unidos	Variación
Ingreso / empleado (pesos)	88,000	1,184,000	1,245.5%
Empleado / kilómetro de vía	2.29	0.94	-59.0%
Densidad de tráfico (millones toneladas kilómetro/km de vía)	3.27	19.28	489.6%
Locomotoras (millones toneladas kilómetro / locomotora)	48.30	185.00	283.0%
Carros de ferrocarril (millones toneladas kilómetro / carro)	1.93	6.65	244.6%
Consumo de combustible / toneladas kilómetro (pesos)	0.86	0.41	-52.3%

**Tabla 2. Productividad de ferrocarriles de México y de Estados Unidos en 1995**

Fuente: Andalón, M., y López-Calva, L., (2003)

*Concesión de los ferrocarriles.* Durante buena parte del siglo XX se consideraba que el sector ferroviario era de uso exclusivo del Estado. Por tal motivo, en la mayoría de los países existían empresas estatales que funcionaban como monopolios operando cada parte de la industria (la infraestructura, la red ferroviaria, las estaciones y los trenes). Este esquema de organización industrial fue agotándose, siendo incapaz de proveer la inversión suficiente para expandir la red, dar mantenimiento a la infraestructura y ofrecer un servicio de calidad. La viabilidad financiera del modelo se redujo drásticamente por lo cual los gobiernos optaron por privatizar los ferrocarriles como había sucedido con otras industrias exclusivas del Estado.

Los procesos de privatización originaron dos modelos ferroviarios distintos: el americano, en el que se mantuvo el sector verticalmente integrado donde se le otorgó a una empresa el control único de la infraestructura, las vías de ferrocarril y la operación de los trenes y vagones como sucedió en Norte y Sudamérica; y, el europeo, en el que se introdujo algún tipo de separación horizontal que se basa principalmente en la competencia entre diferentes empresas operadoras sobre una misma vía como aconteció en buena parte de Europa y de Asia.

En el caso de México actualmente se tiene una variante del modelo americano de integración vertical a través de concesionarios avalados por el Gobierno Federal. Las vías del ferrocarril, el resto de la infraestructura ferroviaria de carga que se considera vía general de comunicación y los terrenos donde está instalada esta infraestructura son propiedad de la Nación.

La reforma de los ferrocarriles de 1995 en México privilegió la desregulación del sistema, se concesionó el servicio de carga a empresas que tienen la propiedad sobre los trenes, locomotoras y carros, se otorgó la libertad de determinar los precios de los servicios y se



crearon los derechos de paso para un concesionario en las vías de otro. De esta forma, se decidió dividir el sistema ferroviario mexicano en tres grandes compañías regionales distintas (Ferrocarril del Noreste, Ferrocarril del Pacífico-Norte y Ferrocarril del Sureste), en pequeñas empresas de líneas cortas con bajos niveles de tráfico y una compañía para una terminal de interconexiones entre líneas situada en el Valle de México. Esta división conseguiría una mejor integración entre los países en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte ya que los sistemas ferroviarios de Estados Unidos y Canadá operan en condiciones semejantes.

El proceso de licitación pública se abrió en 1996 y concluyó tres años más tarde con el otorgamiento de siete concesiones a un plazo de 50 años por una longitud total de 17,010 kilómetros por las que el gobierno mexicano recibió un pago total de 18,508.1 millones de pesos. La Terminal del Valle de México se repartió en partes iguales entre los tres principales concesionarios (KCSM, Ferromex y Ferrosur) y el gobierno federal (Tabla 3).

Vía concesionada	Longitud (Km)	Concesionario	Fecha	Importe (mdp)
Ferrocarril del Noreste	4,283	KCSM	2-Dic-1996	11,071.9
Terminal del Valle de México	297	Ferrocarril del Valle de México	2-Dic-1996	0.0
Ferrocarril del Pacífico-Norte	8,107	Ferromex	22-Jun-1997	4,196.7
Línea Coahuila-Durango	974	Línea Coahuila-Durango	14-Nov-1997	180.0
Ferrocarril del Sureste	1,479	Ferrosur	29-Jun-1998	2,898.0
Ferrocarril Chiapas-Mayab	1,550	Compañía Chiapas-Mayab	26-Ago-1999	141.0
Línea Corta Nacozari	320	Ferromex	27-Ago-1999	20.5
<b>Totales</b>	<b>17,010</b>			<b>18,508.1</b>

**Tabla 3. Concesiones de los ferrocarriles en México**

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

El elemento distintivo del modelo mexicano con relación a los otros modelos americanos es el elemento de competencia de origen geográfico. En este tipo de competencia aunque los concesionarios del servicio son monopolios sobre las rutas que les corresponden, es posible enviar desde un mismo punto una mercancía por una vía alterna y que llegue al mismo destino final.

El esquema regulatorio generado por la privatización de la red ferroviaria a finales de los noventa permitió rescatar a un sector en quiebra. De esta forma, el movimiento de carga por ferrocarril se ha duplicado en casi veinte años de operación privada, tanto en toneladas como en toneladas-kilómetro transportadas. Asimismo, la productividad medida en unidades de tráfico por trabajador se ha multiplicado casi seis veces, la eficiencia en el consumo de combustible ha mejorado en casi 50% y la velocidad de operación ha aumentado en la misma proporción.

También, conviene destacar que desde el otorgamiento de las concesiones, las tarifas han permitido que se genere una industria ferroviaria financieramente viable, que no ha requerido de la ayuda financiera del gobierno federal, ya que el transporte ligado al tráfico

de FNM entre 1970 y 1990 era soportado por el embarcador, mientras la otra mitad estaba pagada por el Gobierno de México, lo que revela naturalmente que las tarifas nominales estaban subsidiadas (International Transport Forum, 2014).

Sin embargo, el transporte de carga por ferrocarril tiene en la actualidad diversas áreas de oportunidad alrededor del servicio a los bienes cautivos y a la facilidad para la interconexión. Entre estos bienes cautivos se encuentran productos pesados (como el acero o el cemento), para los cuales el transporte por ferrocarril es una de sus pocas opciones y el esquema desregulado del modelo mexicano ha ocasionado que para esos productos se tengan tarifas elevadas.

Con respecto a la facilidad para la interconexión, en la actualidad los derechos de paso que se previeron entre las tres principales concesiones no están funcionando como estaba previsto, esta situación ha demeritado el adecuado funcionamiento del sistema y constituye un freno a la eficiencia operativa de este medio de transporte.

Se espera que las reformas a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario establecidas en enero de 2015 y en junio de 2016 mejoren las ineficiencias actuales del sistema de concesiones iniciado hace veinte años. Además, de que entre la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y los concesionarios haya un acuerdo para construir los libramientos en las zonas urbanas densamente pobladas que dificultan el aumento de la velocidad de los trenes, así como la ejecución de nuevas obras que mejoren la conectividad de la red.

### Los ferrocarriles de pasajeros

*Antecedentes.* El mercado de transporte ferroviario se divide en dos categorías: pasajeros y carga. La infraestructura es la misma o similar para ambos segmentos, pero el tipo de transporte, el equipamiento y los detalles de estas infraestructuras son con frecuencia diferentes. Los segmentos típicos del mercado de pasajeros son el urbano, que comprende los sistemas de transporte tipo metro, los trenes ligeros y los tranvías, los servicios suburbanos o de cercanías y los interurbanos, que incluyen los trenes convencionales de mediana y de alta velocidad (Tabla 4).

Tipo de servicio	Velocidad (km/hr)	Coches por tren	Pasajeros por tren	Costo/tren (millones USD)
Tranvía	40	2	240	4
Tren ligero	60	4	400	6
Metro	80	6	720	12
Suburbano	120	6	480	12
Interurbano convencional	160	8	640	15
Tren de alta velocidad	250-350	8	560	25

**Tabla 4. Características del material rodante de pasajeros**

Fuente: World Bank (2011)

El transporte ferroviario de pasajeros se adapta particularmente al desplazamiento rápido de volúmenes masivos de pasajeros, y por lo tanto las redes urbanas son un elemento esencial de la planificación urbana. Los sistemas ferroviarios urbanos definen los centros de población y afectan de manera particular los patrones de desarrollo urbano. Asimismo, los servicios de pasajeros de cercanías son una manera eficiente y relativamente poco costosa de conectar las comunidades suburbanas con el centro de la ciudad.

Los sistemas urbanos y suburbanos pueden ofrecer beneficios públicos e individuales significativos, como: reducción de la congestión y de la contaminación, disminución de los accidentes y mejor planificación del espacio. Además, los sistemas ferroviarios urbanos y de cercanías pueden generar ganancias financieras con el aumento de la plusvalía de las propiedades cuando cambia el uso del suelo. Tal es el caso de Japón, donde se utilizaron los aumentos de valor de las propiedades para financiar una parte del costo de las redes ferroviarias para el transporte de pasajeros (World Bank, 2011).

Los servicios ferroviarios de pasajeros generan importantes ventajas en forma de menores tiempos de viaje, reducción de la congestión vial, disminución de la contaminación del aire y de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y menores pérdidas por accidentes. Si la demanda de los pasajeros por servicios interurbanos es alta, los gobiernos pueden evitar los costos de construcción de nuevas carreteras, lo que aumenta el ahorro general de energía.

Los ingresos de los servicios urbanos, suburbanos e interurbanos de pasajeros cubren a menudo los gastos operativos, pero las tarifas que se les cobran a los pasajeros no son suficientemente altas para recuperar los costos de inversión de la infraestructura y del equipo rodante. Buena parte de la causa de que los ferrocarriles fueran privatizados desde la década de los ochenta en casi todos los países del mundo obedeció a que los subsidios otorgados por los gobiernos fueron insostenibles financieramente en el mediano y largo plazo.

*Red de trenes suburbanos del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM).* El AMCM es una de las concentraciones urbanas más importantes del mundo, habitada por más de 20 millones de personas, en la cual se realizan más de 32 millones de viajes-persona al día, atendidos por vehículos de baja capacidad (combis y minibuses), lo que además de ser inadecuado e inseguro para una ciudad de estas dimensiones genera una serie de alteraciones como contaminación, tránsito excesivo y accidentes viales. En los siguientes años se prevé que una proporción importante de la población del AMCM habite en los municipios conurbados del Estado de México, así que, mientras el principal centro laboral sea el Distrito Federal, la demanda de servicios de transporte metropolitano se intensificará, debido a su constante crecimiento y a la falta de un transporte masivo de alta capacidad.

Para dar solución a esta problemática, el programa de gobierno federal de la administración 2001-2006 definió como prioritario el impulso del transporte de pasajeros por ferrocarril, aprovechando de mejor manera la infraestructura ferroviaria y los derechos de vía existentes. Para este propósito se configuró el proyecto del Tren Suburbano integrado por

tres sistemas con líneas troncales y secundarias (Tabla 5).

Sistemas / Líneas	Longitud (Kilómetros)		
	Troncales	Secundarias	Total
1 Buenavista-Cuautitlán-Huehuetoca	27	52	79
2 Ecatepec-Naucalpan	20	70	90
3 Chalco-Nezahualcóyotl-Texcoco	17	60	77
<b>Totales</b>	<b>64</b>	<b>182</b>	<b>246</b>

**Tabla 5. Red de trenes suburbanos del AMCM – Visión de largo plazo**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

El objetivo a largo plazo de los tres sistemas del Tren Suburbano del AMCM señala una cobertura de 246 km, los cuales conectarán con el Metro de la Ciudad de México y líneas de autobús confinado (Bus Rapid Transit-BRT) en el Distrito Federal y en el Estado de México. El Sistema 1 del Tren Suburbano se ubica al norte del AMCM, comprende la línea troncal Buenavista-Cuautitlán de 27 km de recorrido, concesionada en 2005 y operando desde 2008, y dos líneas secundarias: Cuautitlán-Huehuetoca y Lechería-Jaltocan. El sistema 2 del Tren Suburbano se localiza en la zona noreste del AMCM, vinculando al municipio de Ecatepec en el Estado de México con el Distrito Federal. Por su parte el Sistema 3 del Tren Suburbano está situado en la zona oriente del AMCM, la cual muestra un alto crecimiento poblacional e importantes necesidades de mejora en su movilidad urbana, la licitación realizada en diciembre de 2009 para concesionar el tramo Chalco-La Paz de este sistema fue declarada desierta (Figura 2).



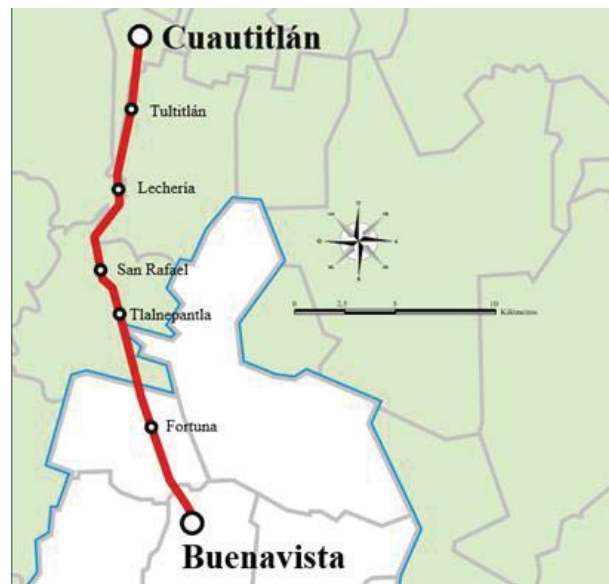
**Figura 2. Red de trenes suburbanos – Visión de largo plazo**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

*Tren suburbano Buenavista-Cuautitlán.* El gobierno federal decidió iniciar la red de trenes suburbanos del AMCM con la construcción de la línea troncal Buenavista-Cuautitlán, considerando que este proyecto representaba mayores ventajas que las líneas troncales de los otros sistemas, como: la existencia de la terminal ferroviaria de Buenavista y de dos vías férreas en condiciones adecuadas, un avance importante en el confinamiento de las vías, pocos asentamientos humanos irregulares en el derecho de vía y una demanda potencial del proyecto estimada en más de 400 mil pasajeros diarios para el trayecto completo de Buenavista a Huehuetoca.

La inversión prevista en diciembre de 2002 para la construcción de la línea Buenavista-Cuautitlán fue de 7,252 millones de pesos (711 millones de dólares), destinados el 39% a compra de material rodante, el 17% a infraestructura ferroviaria, el 10% a estaciones, el 5% a señalización y comunicaciones, 11% a confinamiento, 14% a obras inducidas y 4% gastos preoperativos (SCT, 2003).

La línea de 27 kilómetros de extensión inicia en la terminal Buenavista, continua en la cinco estaciones intermedias (Fortuna, Tlalnepantla, San Rafael, Lechería y Tultitlán) y concluye en la terminal de destino Cuautitlán, el tiempo de viaje entre terminales es de 23 minutos (Figura 3).



**Figura 3. Línea del tren suburbano Buenavista-Cuautitlán**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La SCT suscribió entre 2003 y 2006 ocho convenios de coordinación con los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal, con la finalidad de agilizar el trámite de permisos, licencias y autorizaciones para realizar las obras y el reordenamiento del transporte público a lo largo del recorrido del tren, liberar el derecho de vía y establecer un plan integral de transporte, incluyendo rutas alimentadoras. Además, en octubre de 2004 el Fondo de Infraestructura (FINFRA), administrado por BANOBRAS, otorgó un apoyo no

recuperable por la cantidad de 2,754 millones de pesos para la construcción de las obras públicas del proyecto y para apoyar la viabilidad financiera de la concesión asignó un gasto no recuperable por 1,459 millones de pesos para la construcción del proyecto y una asignación recuperable por 1,311 millones de pesos para establecer un Fondo Contingente para la deuda (SCT, 2012).

Debido a que la primera licitación del proyecto se declaró desierta fue necesario realizar una segunda convocatoria. En la primera convocatoria, publicada en diciembre de 2003, acudieron una docena de empresas nacionales y extranjeras relacionadas con la construcción de infraestructura y con el transporte ferroviario, pero solamente dos consorcios encabezados por Alstom de origen francés y Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) de España presentaron ofertas para ejecutar el proyecto; no obstante, en julio de 2005 la SCT declaró desierta la licitación. Casi de inmediato se publicó la segunda convocatoria en la que participaron nuevamente los mismos consorcios; en agosto de 2005 se adjudicó la concesión en favor de CAF con una vigencia de 30 años y con una demanda garantizada de 298 mil pasajeros diarios.

Las obras ferroviarias del proyecto iniciaron en mayo de 2006, la conclusión de las mismas se programó para diciembre de 2007 y el inicio de operaciones en enero de 2008. Sin embargo, las obras a cargo de la SCT y de los Gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México no se concluyeron en los plazos establecidos, a diciembre de 2008 solamente se habían terminado 39 de las 55 obras públicas comprometidas en la concesión (20 puentes vehiculares, 17 peatonales y 2 pasos deprimidos) y quedaban pendientes 16 obras (1 puente vehicular, 11 peatonales, 1 paso deprimido, 2 estaciones de autobús y 1 paradero), las cuales fueron concluidas hasta diciembre de 2010.

La línea inicio actividades formales el 1 de junio de 2008 en el tramo Buenavista-Lechería, en ese primer mes se transportaron 943 mil pasajeros y en diciembre del mismo año se alcanzó la cifra de un millón 386 mil pasajeros, los ingresos obtenidos en 2008 con los 8.60 millones de pasajeros transportados no fueron suficientes para cubrir los costos de operación, por lo que se registró un déficit operativo de 65 millones de pesos.

En enero de 2009 inicio actividades el tramo completo de Buenavista a Cuautitlán, en ese año la línea transportó casi 28 millones de pasajeros con un promedio diario de 76 mil pasajeros, la cuarta parte de los previstos en el título de concesión. Las pérdidas operativas acumuladas en 2008 y 2009 originaron la necesidad de recurrir al Fondo Contingente para cubrir la deuda del proyecto por un total de 568 millones de pesos (SCT, 2012).

La inversión total del proyecto del tren suburbano a precios de abril de 2008 fue de 7,045.3 millones de pesos, de los cuales 1,459.0 millones fueron invertidos por el gobierno federal y 5,586.3 millones por CAF, de los que 3,414 millones fueron créditos y 2,172.3 millones de pesos fue capital de riesgo del concesionario. El monto total se distribuyó de la siguiente forma: 36% se destinó a equipo rodante, 34% a obras ferroviarias, 25% a estaciones, terminales y talleres, y el 5% restante a gastos preoperativos (El Financiero, 2008).

Una vez concluidas las obras públicas complementarias del proyecto en 2010, el número de pasajeros transportados anualmente por la línea Buenavista-Cuautitlán aumentó a una tasa media del 5.9%, al pasar de 41.73 millones de pasajeros en 2011 a 53.40 millones de pasajeros en 2015; mientras que la distancia media recorrida creció al 5.5%, pasando de 20.0 kilómetros en 2011 a 25.4 kilómetros en 2015 (Tabla 6).

Año	Pasajeros (Millones)	Pasajeros diarios	Variación (%)	Pasajeros-km (Millones)	Distancia media (km)	Variación (%)
2008	8.60	40,201	-	87.1	10.1	-
2009	27.76	76,067	89.2%	378.4	13.6	34.6%
2010	40.18	110,095	44.7%	780.0	19.4	42.4%
2011	41.73	114,332	3.8%	835.4	20.0	3.1%
2012	43.63	119,529	4.5%	911.6	20.9	4.4%
2013	45.07	123,473	3.3%	975.1	21.6	3.5%
2014	47.68	130,621	5.8%	1,090.4	22.9	5.7%
2015	53.40	146,311	12.0%	1,354.2	25.4	10.9%

**Tabla 6. Evolución de los pasajeros del tren suburbano Buenavista-Cuautitlán**

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

En tanto, el promedio diario de pasajeros en la línea que en 2008 fue de 40,201 para 2011 era de 114,332 pasajeros diarios, apenas el 38.4% del transporte diario comprometido en la concesión original. Esta situación originó la elaboración en diciembre de 2011 de un convenio de reestructuración financiera para contribuir a la viabilidad de largo plazo del proyecto y garantizar la continuidad de la prestación del servicio. Los puntos más importantes de la solución acordada fueron: conversión del Fondo Contingente para la Deuda por el 49% del capital accionario de la empresa concesionaria a favor del FINFRA, otorgamiento de un crédito subordinado recuperable por 2,340 millones de pesos para el pago del principal e intereses, actualizar la tasa interna de retorno de capital del concesionario en 8% nominal, ajustar la demanda diaria a 184 mil pasajeros para el año 2013, ampliar la vigencia del plazo de concesión de 30 a 45 años y coadyuvar al fortalecimiento de rutas alimentadoras para incrementar el aforo de pasajeros (SCT, 2012). No obstante, el transporte de pasajeros diarios de 146,311 en 2015 es todavía inferior en 20.5% con la demanda comprometida en el convenio de 2011, por lo que es de esperarse una nueva revisión de los términos de concesión del proyecto.

### **Tren interurbano México-Toluca**

*Antecedentes.* La población de las zonas metropolitanas de la Ciudad de México y de Toluca ha crecido de manera acelerada en las últimas décadas, ocasionando que el número de traslados al interior de las zonas y entre las dos ciudades se haya incrementado ante la presencia de un sistema de transporte público obsoleto y con la infraestructura vial saturada. Hoy en día los límites urbanos de ambas ciudades se han expandido, invadiendo los bosques de la Sierra de las Cruces. Así, por el lado de Toluca, se ha consolidado su zona metropolitana absorbiendo al pueblo de Lerma y en la parte poniente de la Ciudad de México se ha extendido a las inmediaciones de La Venta.

Actualmente, la zona de desarrollo inmobiliario más importante de la Ciudad de México (Santa Fe e Interlomas) se encuentra colapsada ante la falta de alternativas para acceder a la zona debido al deficiente transporte público y la insuficiente infraestructura vial, limitada básicamente a cuatro vialidades: Constituyentes, Reforma, Vasco de Quiroga y la recientemente abierta Autopista del Poniente. Esta situación limita el traslado eficiente, en términos de costo y tiempo, de los más de 60 mil viajes diarios que se generan entre Santa Fe y Observatorio.

Por su parte, la Zona Metropolitana de Toluca integrada por 22 municipios cuenta con una población cercana a los 2 millones de habitantes y presenta un problema de expansión urbana con una baja densidad poblacional (INEGI, 2014), lo que incrementa sus necesidades de transporte especialmente hacia el aeropuerto de la ciudad y la zona industrial de Lerma. La zona oriente de la Ciudad de Toluca cuenta con dos salidas hacia la Ciudad de México: el Paseo Tollocan y la Avenida de las Torres, vialidades que se unen en San Mateo Atenco para iniciar la carretera México-Toluca. El transporte público en estas zonas se realiza con servicio colectivo de baja capacidad y líneas de autobuses de servicio foráneo entre Toluca y la Ciudad de México.

La problemática se puede sintetizar en que cada día miles de personas realizan traslados entre Toluca y la Ciudad de México, pero la congestión tanto en la salida de Toluca como en la zona de Santa Fe y Observatorio en la Ciudad de México, provocan que un recorrido de 60 kilómetros se realice en condiciones desfavorables de costo y de tiempo. Actualmente, en hora de máxima demanda, un viaje que inicia en el Municipio de Zinacantepec al poniente de Toluca y que tiene como destino final el Anillo Periférico en la Ciudad de México entrando por Constituyentes se realiza en un tiempo promedio superior a dos horas.

Para solucionar esta situación se propone un tren regional de pasajeros de mediana velocidad que conecte la Zona Metropolitana de Toluca con el poniente de la Ciudad de México de una forma segura, rápida, accesible en precio y sustentable. Entre los beneficios de un proyecto de este tipo se encuentran: reducción de tiempos de viaje, aumento gradual de la capacidad conforme a las necesidades de la demanda, disminución de los impactos en el medio ambiente, contención de la expansión urbana, incremento de la proporción de transporte público en el reparto modal y certidumbre de los costos de transporte regional,

*Descripción del proyecto.* El proyecto del Tren interurbano México-Toluca consiste en la construcción de un sistema ferroviario de mediana velocidad, ocupa 16 m de derecho de vía y tiene 57.7 km de longitud total, de los cuales 37.0 km se localizan dentro del Estado de México, en los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac, y 20.7 km en el Distrito Federal, en las delegaciones Cuajimalpa y Álvaro Obregón. El recorrido inicia en Zinacantepec [1], en la región poniente del Valle de Toluca y termina en Observatorio [6], dentro de la Ciudad de México, pasa por las estaciones intermedias Pino Suarez [2], Tecnológico [3], Lerma [4] y Santa Fe [5] (Figura 4).





**Figura 4. Línea del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Se calcula que el proyecto permitirá reducir casi 28 mil toneladas anuales de emisiones de CO<sub>2</sub>, ahorrar hasta 680 millones de pesos al año en mantenimiento de carreteras y vialidades, crear 17 mil empleos directos, dejar fuera de la circulación hasta 200 mil vehículos por día, gastar de 1.5 a 3.0 veces menos en transporte y ahorrar 90 minutos diarios por usuario. El servicio se realizará con 30 trenes de 5 vagones cada uno con capacidad de 700 pasajeros en horario normal y con trenes acoplados de 10 vagones para 1,400 pasajeros en horas pico, la demanda diaria atendida será de 230 mil en 2018 y de 540 mil en el año 2048. El tren está diseñado para viajar a 160 km/hr y su velocidad promedio de operación será de 90 km/hr, con frecuencia en horas valle de 10 minutos y de 2.5 minutos en horas pico. El tiempo de viaje será de 39 minutos; en la Tabla 7 se muestran los tiempos y distancias de recorrido entre estaciones (ITF, 2016).

No.	Estación	Distancia en kilómetros	Tiempo en minutos
1	Zinacantepec	0.0	0'00"
2	Pino Suárez (Terminal de autobuses)	6.1	3'30"
3	Tecnológico (Aeropuerto de Toluca)	7.0	5'15"
4	Lerma	8.2	4'20"
5	Santa Fe	28.6	18'15"
6	Observatorio	7.8	7'40"
<b>Total</b>		<b>57.7</b>	<b>39'00"</b>

**Tabla 7. Distancias y tiempos de recorrido del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Entre 2012 y 2016 se otorgaron 16 contratos para la ejecución de las etapas de estudios, proyectos, liberación del derecho de vía, construcción y supervisión del proyecto. La obra civil presupuestada en 24,523.0 millones de pesos incluye tres tramos de línea y la edificación de los talleres, mientras que el material rodante y la supervisión para su instalación costarán 14,090.5 millones de pesos; la obra civil y el material rodante suman

87.6% de la inversión total del proyecto (Tabla 8).

Concepto	Costo (mdp)	%	Período
<b>Estudios</b>	<b>109.20</b>	<b>0.25%</b>	<b>Ago-12 a mar-14</b>
<b>Proyecto ejecutivo</b>	<b>1,114.97</b>	<b>2.53%</b>	<b>Abr-14 a ene-18</b>
<b>Derecho de vía</b>	<b>84.53</b>	<b>0.19%</b>	<b>Oct-13 a jun-16</b>
<b>Gerencia y supervisión de proyecto</b>	<b>1,299.93</b>	<b>2.95%</b>	<b>Ago-14 a feb-17</b>
• Construcción tramo I (0.0 km - 36.1 km)	10,148.32	23.03%	11-jul-14 a 11-jul-16
• Construcción tramo II (36.1 km - 40.8 km)	2,855.39	6.48%	7-ago-14 a 25-ago-16
• Construcción tramo III (40.8 km - 57.7 km)	10,426.28	23.66%	20-dic-14 a 18-dic-16
• Construcción de talleres	1,093.03	2.48%	14-mar-16 a 7-ene-17
<b>Construcción</b>	<b>24,523.02</b>	<b>55.65%</b>	<b>Jul-14 a ene-17</b>
<b>Material rodante</b>	<b>14,090.45</b>	<b>31.98%</b>	<b>Dic-14 a oct-18</b>
<b>Subtotal</b>	<b>41,222.10</b>	<b>93.54%</b>	
<b>Por ejercer sin contrato</b>	<b>2,844.90</b>	<b>6.46%</b>	
<b>Total</b>	<b>44,067.00</b>	<b>100.00%</b>	<b>Ago-12 a abr-18</b>
<b>Costo por kilómetro</b>	<b>763.73</b>		
<b>Costo por kilómetro sin material rodante</b>	<b>519.52</b>		

**Tabla 8. Costo del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La construcción de la línea tren interurbano se dividió en tres partes: Tramo I, de la terminal Zinacantepec (km 0.0) a la entrada del portal poniente del túnel bajo la Sierra de las Cruces (km 36.1), los primeros 6.6 km son en tramo superficial y los siguientes 29.5 km son en tramo elevado, asignado a La Peninsular para su ejecución a un costo de 10,148.3 millones de pesos; Tramo II, construcción del túnel bajo La Sierra de las Cruces del portal poniente (km 36.1) al portal oriente (km 40.8) adjudicada a Ingenieros Civiles Asociados (ICA) en 2,885.4 millones de pesos; y, el Tramo III, del portal oriente (km 40.8) a la terminal Observatorio (km 57.7) en solución elevada, se asignó para su realización a la empresa Caabsa por un monto de 10,426.3 millones de pesos, aunque en octubre de 2015 la SCT y el Gobierno del Distrito Federal modificaron los últimos 4.3 kilómetros de la ruta de este tramo, por lo que el tren ya no correrá sobre la Avenida Vasco de Quiroga, sino por Barranca del Río Tacubaya. Por último, la edificación de los talleres se otorgó a Construcciones Rubau en 1,093.0 millones de pesos.

*Factibilidad del proyecto.* El estudio costo-beneficio del tren interurbano México-Toluca (SCT, 2013) destaca el diagnóstico de la operación actual del transporte público y privado entre la zona oriente de Toluca y la zona poniente de la Ciudad de México. Determina la oferta de transporte en el corredor del tren y cuantifica por medio de encuestas y modelos la demanda potencial del proyecto. La Tabla 9 ejemplifica la complejidad del transporte público dentro y entre ambas ciudades, como: el elevado número de rutas, la longitud de la red, los altos tiempos de recorrido y la baja velocidad de operación del servicio.

Concepto	Transporte Urbano		Transporte foráneo
	Ciudad de México	Toluca	Cd. de México-Toluca
Número de unidades	1,147	947	457
Longitud de la red (km)	1,363	1,559	1,174
Tiempo promedio del ciclo (minutos)	151	182	219
Velocidad de operación (km/h)	21	20	38
Recorrido diario por unidad (km/veh)	111	195	457

**Tabla 9. Indicadores de la red de transporte público estudiada (72 rutas)**

Fuente: USTRAN-ILF (2012)

El estudio de la demanda del proyecto considera las características y los volúmenes de usuarios que se mueven en el corredor en transporte público y privado y los resultados de la encuesta, esta información se utilizó para construir la matriz de origen y destino. Asimismo, los modelos de repartición modal y de asignación de viajes se usaron para estimar la demanda por modos de transporte entre las zonas del proyecto.

La demanda potencial a lo largo de la línea del tren interurbano fue dividida en tres segmentos: el transporte de pasajeros dentro de la Zona Metropolitana de Toluca, de Zinacantepec a Lerma, los traslados de Toluca a la Ciudad de México y el movimiento de usuarios dentro de la Ciudad de México, de Observatorio a Santa Fe; también, se cuantifica la demanda captada del transporte público y privado, así como el número de usuarios por sentido en cada segmento (Tabla 10).

Concepto \ Segmento	ZM Toluca	Santa Fe - Observatorio	Toluca - Ciudad de México	Total	%
Transporte público	8,380	74,385	170,474	253,239	92.5%
Transporte privado	682	6,054	13,876	20,612	7.5%
Demanda total	9,062	80,439	184,349	273,850	100.0%
<b>Total de pasajeros diarios durante el primer año (2018)</b>				<b>273,850</b>	
<b>Total de pasajeros diarios al horizonte de evaluación (2048)</b>				<b>467,678</b>	

**Tabla 10. Demanda de pasajeros diarios del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La SCT realizó el análisis costo-beneficio calculando los beneficios y costos sociales que genera el proyecto, evaluando la modificación de la situación actual en caso de realizarse la construcción del tren interurbano. La evaluación socioeconómica se realizó bajo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), siendo los más relevantes los siguientes: se utilizaron precios constantes de 2013 sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA), horizonte de evaluación de 34 años, considerando 4 años de construcción y 30 años de operación, tasa social de descuento del 12%, tasa de crecimiento para la proyección de la demanda del 1.8% anual, los Tiempos de Viaje (TV) se consideran constantes a lo largo del horizonte de evaluación, se utilizó el valor social del tiempo emitido por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación

Socioeconómica de Proyectos y los Costos de Operación Vehicular (COV) establecidos por el Instituto Mexicano del Transporte.

Los costos identificados en la ejecución del proyecto son: costos de inversión, mantenimiento, operación y adquisición de material rodante; también se consideran los costos por molestias relacionados con la contaminación y mayores tiempos de viaje por congestión en las zonas donde se realizan las obras. Por su parte, los beneficios cuantificados del proyecto son los ahorros en Costos de Operación Vehicular (COV) y los ahorros en Tiempo de Viaje (TV) tanto para los usuarios del tren como para las personas que continuarán usando los mismos medios de transporte debido a un desahogo de las vías por consecuencia del proyecto. Otros beneficios que no se consideran en la evaluación socioeconómica son: el incremento en el valor de los predios en zonas adyacentes a la línea del tren y a las terminales, la reducción de accidentes y la disminución de emisiones contaminantes como el CO<sub>2</sub>.

La evaluación socioeconómica del proyecto realizada por la SCT demuestra su viabilidad en términos de los beneficios sociales y económicos, ya que se obtiene un Valor Presente Neto (VPN) de 7,904 millones de pesos y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 14.4%, superior a la tasa social de descuento establecida por la SHCP. La Tabla 11 presenta un resumen del flujo de efectivo del proyecto donde se muestran solamente los costos y beneficios del primero y del último año, así como los resultados de rentabilidad.

Año	Costos (mdp)			Beneficios (mdp)				Flujo de efectivo (mdp)	
	Inversión	Operación y mtto.	Total	Ahorros COV		Ahorros TV			Total
				T. privado	T. público	T. privado	T. público		
0	-35,297	-	-35,297	-	-	-	-	-	-35,297
1		-800	-800	700	1,153	130	4,350	6,333	5,533
30		-1,078	-1,078	1,195	1,969	222	7,429	10,815	9,767
<b>Valor presente neto (VPN)</b>								<b>7,904</b>	
<b>Tasa interna de retorno (TIR)</b>								<b>14.4%</b>	

**Tabla 11. Análisis costo-beneficio del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Para completar la factibilidad del proyecto en los siguientes párrafos se presenta la valoración financiera del tren interurbano México-Toluca. En primer lugar, se estiman los ingresos monetarios del proyecto a partir de la demanda potencial determinada en el análisis costo-beneficio de la SCT y de las tarifas por usuario para el servicio de transporte del tren interurbano en sus diferentes segmentos. En principio se tiene establecida una tarifa de 80 pesos por el viaje completo de Zinacantepec a Observatorio y de 12 pesos de Santa Fe a Observatorio (IFT, 2016). La tarifa del servicio ferroviario dentro de las Zona Metropolitana de Toluca se calculó con el costo por kilómetro del trayecto completo, considerando un promedio 13.1 km se obtiene una tarifa de 20 pesos por viaje (Tabla 12).

Concepto \ Segmento	ZM Toluca	Santa Fe - Observatorio	Toluca - Ciudad de México	Total
Pasajeros diarios	9,062	80,439	184,349	273,850
Costo por viaje (pesos)	20	12	80	-
Ingresos diarios (pesos)	181,240	965,268	14,747,920	15,894,428
Porcentaje por segmento	1.1%	6.1%	92.8%	100.0%
<b>Ingresos anuales en el primer año (millones de pesos)</b>				<b>5,801.47</b>

**Tabla 12. Estimación de ingresos del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Elaboración propia

A partir de la estructura de ingresos y tarifas por segmentos de transporte de la Tabla 12 se calcula el ingreso de 5,801 millones de pesos para el primer año de servicio del tren interurbano, manteniendo la tasa de crecimiento anual de 1.8% para la demanda del proyecto a lo largo del horizonte de evaluación, se alcanza un ingreso de 9,908 millones de pesos en el año 30 de operaciones del tren interurbano. Con estos ingresos y con el empleo de los costos de inversión, operación y mantenimiento del análisis costo-beneficio se construye el flujo de efectivo de la evaluación financiera del proyecto (Tabla 13).

Año	Costos (mdp)			Ingresos (mdp)	Flujo de efectivo (mdp)
	Inversión	Operación y mtto.	Total		
0	-35,297	-	-35,297	-	-35,297
1		-800	-800	5,801	5,001
30		-1,078	-1,078	9,908	8,830
<b>Valor presente neto (VPN)</b>					<b>3,367 mdp</b>
<b>Tasa interna de retorno (TIR)</b>					<b>13.1%</b>

**Tabla 13. Evaluación financiera del tren interurbano México-Toluca**

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

La evaluación financiera demuestra la factibilidad del proyecto, ya que el VPN obtenido es de 3,367 millones de pesos y la TIR de 13.1%, pero es conveniente resaltar que la valoración financiera se efectuó con los costos y datos de demanda del análisis costo-beneficio de la SCT. Sin embargo, a la fecha los costos del proyecto se han actualizado al alza, de 35,297 a 37,989 millones de pesos, y la demanda a la baja, de 273,850 a 230,000 pasajeros diarios durante el primer año de operaciones del tren. A partir de estos datos se realiza un análisis de sensibilidad de la evaluación financiera incorporando sobrecostos de inversión y menor demanda de pasajeros en diferentes combinaciones (Tabla 14).

Indicador	Costo actualizado	Costo actualizado + 30% de sobrecosto	Costo y demanda actualizados	Costo actualizado y 80% demanda actualizada	Costo actualizado y 50% demanda actualizada.	42.5% costo actualizado y 50% demanda actualizada
VPN (mdp)	1,251	(4,943)	(4,696)	(11,144)	(20,816)	(2,434)
TIR	12.5%	10.6%	10.4%	8.1%	3.6%	10.1%

**Tabla 14. Análisis de sensibilidad de la evaluación financiera**

Cabe destacar que para fines comparativos la evaluación financiera se realizó con una tasa de descuento del 12%, que es la misma que utiliza el análisis costo-beneficio de la SCT. No obstante, la SHCP disminuyó la tasa social de descuento de 12% a 10% en 2014, con la tasa actualizada el proyecto sigue siendo factible para tres de los casos del análisis de sensibilidad: costo actualizado, aumento del 30% en el costo actualizado y costo y demanda actualizados, ya que el valor de la TIR es superior al 10%.

Por otra parte, se observa que al disminuir la demanda el proyecto pierde rentabilidad financiera en forma importante, por ejemplo: con el 80% de la demanda se obtiene una TIR del 8.1% y con el 50% de la demanda se consigue una TIR del 3.6%. Finalmente, para alcanzar una TIR del 10.1% con el 50% de demanda el gobierno tendría que subsidiar el 57.5% de los costos totales de inversión, ya que los ingresos del proyecto sólo alcanzarían para cubrir el 42.5% del valor de la inversión total.

## **Conclusiones**

La privatización de los ferrocarriles en México adoptó el patrón americano de operación ferroviaria para integrar principalmente el servicio de carga con Estados Unidos y Canadá. Así, veinte años después de la concesión de los ferrocarriles en México el movimiento de carga por ferrocarril se ha duplicado, tanto en toneladas como en toneladas-kilómetro transportadas. Asimismo, la productividad medida en unidades de tráfico por trabajador se ha multiplicado casi seis veces, la eficiencia en el consumo de combustible ha mejorado en casi 50% y la velocidad de operación ha aumentado en la misma proporción. No obstante, el transporte de carga por ferrocarril tiene en la actualidad diversas áreas de oportunidad alrededor del servicio a los bienes cautivos, mejoramiento en la operación de los derechos de paso y construcción de nuevas obras que aumenten la conectividad de la red.

Debido a que el movimiento de pasajeros por ferrocarril entre ciudades disminuyó notablemente con la concesión en 1996 de los ferrocarriles en México, el gobierno federal diseñó la red de trenes suburbanos del AMCM y planificó la construcción de diversas líneas para el servicio interurbano de pasajeros. Sin embargo, a la fecha solamente está en operación una línea de tren suburbano que representa apenas la décima parte de la longitud originalmente proyectada y se encuentra en construcción únicamente una línea de tren interurbano.

La línea Buenavista-Cuautitlán se realizó a través de una colaboración entre el sector público y la iniciativa privada mediante concesión. El gobierno federal aportó recursos fiscales por más de 2,700 millones de pesos para la construcción de las obras públicas complementarias al proyecto; asimismo, participó con la quinta parte de la inversión total y con un fondo contingente para el pago de los créditos. La menor captación de usuarios de los originalmente proyectados provocó la reestructuración financiera del proyecto a finales de 2011 y el ajuste a la baja de la demanda diaria para 2013; sin embargo, en 2015 el volumen diario de pasajeros transportados es todavía menor en 20% de la demanda ajustada, por lo que posiblemente se canalicen más recursos públicos al proyecto.

En caso de que se cumplan los pronósticos de demanda de pasajeros los resultados de la evaluación socioeconómica del tren interurbano México-Toluca demuestran la viabilidad a largo plazo del proyecto, de la misma forma que la rentabilidad financiera del mismo; lo que indica que será autofinanciable en un horizonte de 30 años. Sin embargo, el análisis de sensibilidad de la evaluación financiera muestra baja rentabilidad en caso de que la demanda real sea inferior al 50% de los pasajeros pronosticados en la última actualización de la demanda, por lo que se tendrían que canalizar subsidios para la mitad de los costos de inversión y mantenimiento del proyecto.

## Referencias

1. Andalón, M., y López-Calva, L., (2003), Los trabajadores y la privatización de los ferrocarriles mexicanos, *Gestión y Política Pública* vol. XII no. 2, CIDE, pp. 253-289, México
2. Gorostiza, F., (2011), Renacimiento de los ferrocarriles mexicanos de carga, Asociación Mexicana de Ferrocarriles, México
3. Instituto Nacional, de Estadística, Geografía e Informática, (2014), Delimitación de las zonas metropolitanas de México, México
4. International Transport Forum-OECD, (2014), Freight railway development in Mexico, France
5. International Transport Forum-OECD, (2016), Transporte cero emisiones, International Transport Forum's Summit 18-20 may 2016, Leipzig, Germany
6. Medina, S. (2013), El transporte ferroviario en México, *Comercio Exterior* vol. 63 no. 4, julio-agosto, México.
7. Sacristán, E., (2006), Las privatizaciones en México, *Economía-UNAM*, vol. 3 no. 9, pp. 54-64, México
8. Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (1995), Programa Nacional de Autopistas 1989-1994 Propósitos y Logros, México.
9. Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (2003), Evaluación socioeconómica y ambiental-Ferrocarril suburbano de la ZMCM: Línea Buenavista-Huehuetoca, México
10. Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (2012), Libro blanco-Sistema 1 del Tren suburbano ruta Buenavista-Cuautitlán, México
11. Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (2013), Análisis costo-beneficio del tren interurbano México-Toluca, México
12. Secretaria de Comunicaciones y Transportes, (2016), Anuario estadístico ferroviario 2015, México
13. Romero, A., (2008), ¿Privatización portuaria en México? *Ciencia y Mar*, vol. XII no. 35, pp. 21-30, México
14. World Bank, (2011), La reforma de los ferrocarriles, Estados Unidos de América

## **Acerca de los autores**

*El Dr. Luis Rocha Chiu es egresado de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Metropolitana, cuenta con el grado de Maestría en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México y con el grado de Doctorado en Ingeniería de la Construcción por la Universidad Politécnica de Madrid, también posee un Diplomado en Finanzas Corporativas por el Instituto Tecnológico Autónomo de México. Tiene una experiencia profesional de más de quince años en construcción y transporte urbano en organismos del sector público y en empresas privadas, de entre las que destacan: asesor técnico en el Senado de la República, subdirector de área en la Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal y coordinador técnico en el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR). Es profesor de tiempo completo desde 1992 en el Área de Construcción y es actualmente coordinador de planeación en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.*

*El Dr. Víctor Jiménez Argüelles es egresado de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Metropolitana, curso estudios de maestría en Ingeniería en Construcción en la Facultad de Ingeniería de la UNAM y curso sus estudios de doctorado en Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Cataluña. Tiene experiencia profesional en obras de infraestructura entre las que destaca la construcción del Túnel Emisor Oriente (TEO) en el Distrito Federal. Es especialista en temas relacionados con la Seguridad Laboral en las obras de construcción, así como también en temas relativos a la Administración de la Construcción. Es profesor de tiempo completo en el Área de Construcción en la Universidad Autónoma Metropolitana.*

## **Autorización y Renuncia**

El (o los) autores del presente artículo autorizan al Área de Administración y Tecnología para el Diseño, para publicar el escrito en la Compilación de Artículos de Investigación (2016). El Área de Administración y Tecnología o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito