



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE ECONOMÍA
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE
POSGRADO

“EVALUACIÓN EXPOST DEL SISTEMA RUTA:

LÍNEA CHACHAPA-TLAXCALANCINGO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA.

PRESENTA:

Edilberto Cocoletzi Conde

DIRECTOR DE TESIS

Yves Daniel Bussière

COMITÉ TUTORIAL:

*MICHELLE TEXIS FLORES

*ENRIQUE BUENO CEVADA

PUEBLA, PUE. ENERO 2021

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
PROTOCOLO.....	6
CAPÍTULO 1.....	7
CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE.....	8
CAPÍTULO 2.....	22
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	23
CAPÍTULO 3.....	26
CAPÍTULO 3. DATOS.....	27
CAPÍTULO 4.....	29
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN PRIVADA.....	30
CAPÍTULO 5.....	47
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN SOCIAL.....	48
CAPÍTULO 6.....	70
CAPÍTULO 6. REFLEXIÓN CRÍTICA SOBRE LA METODOLOGÍA.....	71
CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS.....	76
Tabla 4.1. Estructura financiera “real” de la Línea uno, actualizada a precios de 2020.....	33
Tabla 4.2. Costo de inversión inicial del material rodante, actualizado a precios de 2020.....	33
Tabla 4.3. Tarifa equivalente de la Línea uno del sistema RUTA.....	34
Tabla 4.4. Estructura de usuarios con tarifa preferencial del sistema de transporte.....	34
Tabla 4.5. Estimación de ingresos por la operación de la Línea uno.....	35
Tabla 4.6. Otros ingresos atribuibles a la operación de la Línea uno.....	35
Tabla 4.7. Estructura de costos y gastos de operación de la Línea uno.....	35
Tabla 4.8. Costo de operación vehicular unitario, y kilómetros recorridos de la Línea uno.....	36
Tabla 4.9. Kilómetros recorridos promedio mensual para el año 2018.....	36
Tabla 4.10. Estimación del costo de operación por kilómetro para el año 2018 y 2019, ruta troncal.....	37
Tabla 4.11. Estimación del costo de operación por kilómetro para el año 2018 y 2019, rutas alimentadoras.....	38
Tabla 4.12. Balance general proyectado.....	39
Tabla 4.13. Estado de flujo de efectivo proyectado.....	41
Tabla 4.14. Flujo de caja proyectado del proyecto puro.....	43
Tabla 4.15. Estimación de los indicadores de rentabilidad financiera del proyecto puro.....	44
Tabla 4.16. Flujo de caja proyectado para el privado.....	44
Tabla 4.17. Estimación de los indicadores de rentabilidad financiera del privado.....	44

Tabla 4.18. Punto de equilibrio operativo, financiero y económico.....	45
Tabla 5.1. Rutas con incidencia directa en el proyecto y sus datos operacionales.....	50
Tabla 5.2. Estaciones a lo largo del recorrido de la Línea uno.....	53
Tabla 5.3. Rutas de la Línea uno y sus datos operacionales.....	54
Tabla 5.4. Demanda de viajes realizados al día entre los años 2013 y 2018.....	54
Tabla 5.5. Proyección de la demanda	55
Tabla 5.6. Estructura de costos de inversión inicial actualizado a precios de 2020.....	56
cxz	
Tabla 5.8. Estimación del costo por molestias para el año 1 y el año 2, actualizado a precios del año 2020	57
Tabla 5.9. Cadena de viaje y tiempo estimado de traslado para la situación sin proyecto.....	58
Tabla 5.10. Cadena de viaje y tiempo estimado de traslado para la situación con proyecto.....	59
Tabla 5.11. Valor social del tiempo.....	59
Tabla 8.12. Estimación de los días de operación al año	60
Tabla 5.13. Proyección del ahorro en tiempo de traslado en el horizonte de evaluación.....	60
Tabla 5.14. Costo de operación vehicular en la situación sin proyecto optimizado.....	62
Tabla 5.15. Costo de operación vehicular en la situación con proyecto	62
Tabla 5.16. Proyección del ahorro en costo de operación vehicular	63
Tabla 5.17. Beneficio por liberación de recursos	64
Tabla 5.18. Valor de rescate de la infraestructura	64
Tabla 5.19. Costos totales a lo largo del horizonte de evaluación de la Línea uno.....	65
Tabla 5.20. Ahorros totales a lo largo del horizonte de evaluación de la Línea uno.....	66
Tabla 5.21. Flujo de efectivo e indicadores de rentabilidad social.....	67
Tabla 5.22. Indicadores de rentabilidad socioeconómica.....	67
Figura 2.1: Método del análisis costo-beneficio.....	24
Figura 2.2. Proceso de evaluación financiera	25
Figura 5.1. Trazo de las rutas con incidencia directa en la ruta troncal	51
Figura 5.2. Recorrido de la línea Chachapa-Tlaxcalancingo.....	52
Figura 5.3. Trazo de las rutas que forman parte de la Línea uno del sistema RUTA.....	52

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por ser mi motor para enfrentarme a los retos de cada día, cada uno de mis logros son resultado de su apoyo, no encuentro una mejor manera de recompensarlos más que con la culminación de este trabajo.

A mi asesor de tesis, Dr. Yves Daniel Bussière, por su apoyo, dedicación y confianza durante mis estudios de maestría. Estoy cierto que sin su amistad y asesoría este documento no hubiera sido posible.

A mis revisores de tesis, la Dra. Michelle Taxis Flores y el Dr. Enrique Bueno Cevada, sus apreciables recomendaciones permitieron enriquecer la presente tesis.

A todos y cada uno de mis profesores, por permitirme ampliar mis conocimientos y, sobre todo, por reforzar en mí el amor y la entrega al conocimiento.

A todos y cada uno de mis compañeros, por brindarme su amistad, sus consejos, sus experiencias y, principalmente, su valioso tiempo dentro y fuera de las aulas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

RESUMEN

El 15 enero del año 2013 inició la operación del primer corredor de transporte masivo del sistema denominado Red Urbana de Transporte Articulado en la Zona Metropolitana de Puebla, cuyo origen-destino es Chachapa-Tlaxcalancingo. Como parte del ciclo de vida de los proyectos, y después de seis años de su operación, la presente investigación se enfoca en evaluar el impacto que este primer corredor de transporte ha generado en la población beneficiada mediante la evaluación *expost*, tanto privada como social. La evaluación se apoya en el modelo analítico llamado análisis costo-beneficio, la cual se basa en la comparación de costos y beneficios en un horizonte temporal, y se calculan los indicadores de rentabilidad como: el Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno tanto privada como social, que son la base para determinar su factibilidad.

Con base en la evaluación social *expost*, se concluye que la operación de Línea uno genera beneficios de tipos social, al reducir los tiempos de traslado en la ruta troncal de al menos 5 minutos por viaje. Empero, la evaluación privada *expost* señala que su operación requiere de subsidio en la etapa de operación, como muchos otros sistemas de transporte masivo que operan en México y en el mundo, y cuyos gobiernos han implementado varios mecanismos para subsidiarlo. Por lo que, nuestra propuesta es que la evaluación *exante* de los proyectos de transporte masivo incorporen de manera cuantitativa beneficios sociales como la reducción de los gases de efecto invernadero, principalmente. El Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo (ITDP, por sus siglas en inglés), propone un incremento del 300% de este tipo de sistemas de transporte en los países de América Latina y el Caribe, que se traducirá en reducciones importantes de alrededor del 25% de CO₂ de la región al 2050.

ABSTRACT

On January 15, 2013, the first mass transit corridor of the system called “Red Urbana de Transporte Articulado” began operations in the Puebla Metropolitan Area, whose origin-destination is Chachapa-Tlaxcalancingo. As part of the life cycle of the projects, and after six years of their operation, this research focuses on evaluating the impact that this first transport corridor has generated on the beneficiary population through ex post evaluation, both private and social. The evaluation is based on the analytical model called cost-benefit analysis, which is based on the comparison of costs and benefits over a time horizon, and profitability indicators are calculated such as: The Net Present Value and the Internal Rate of Return both private and social, which are the basis for determining its feasibility.

Based on the ex post social evaluation, it is concluded that the operation of Line one generates benefits of social types, by reducing travel times on the trunk route of at least 5 minutes per trip. However, the private ex post evaluation indicates that its operation requires a subsidy in the operation stage, like many other mass transportation systems that operate in Mexico and in the world, and whose governments have implemented various mechanisms to subsidize it. Therefore, our proposal is that the ex ante evaluation of mass transportation projects incorporate quantitatively social benefits such as the reduction of greenhouse gases, mainly. The Institute for Transportation and Development Policies (ITDP) proposes a 300% increase in this type of transportation systems in the countries of Latin America and the Caribbean, which will translate into significant reductions of around 25% of CO₂ in the region by 2050.

INTRODUCCIÓN

El 15 enero del año 2013 inició la operación del primer corredor de transporte masivo del sistema denominado Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) en la Zona Metropolitana de Puebla (ZMP), cuyo origen-destino es Chachapa-Tlaxcalancingo¹. Con base en el estudio técnico, este primer corredor se concibe como un sistema tronco-alimentado; es decir, su diseño funcional y operacional considera la operación de una ruta troncal y once rutas alimentadoras. A diferencia de las rutas alimentadoras, la ruta troncal cuenta con infraestructura especializada para prestar el servicio de transporte público de pasajeros; pues no sólo son carriles exclusivos, uno por sentido de circulación con 18.50 kilómetros, para los autobuses de alta capacidad; además, se construyeron 36 estaciones centrales y 2 terminales ubicadas en los extremos del corredor troncal, una en Chachapa y otra en Tlaxcalancingo.

Los estudios previos del primer corredor de transporte masivo resaltan su factibilidad técnica, socioeconómica y financiera. Desde el punto de vista socioeconómico, el análisis costo-beneficio denominado “Estudio de costo-beneficio del primer corredor troncal de la ZMP” (Logit, Logística, Informática y Transporte, S.A. de C.V., 2011), puntualiza los beneficios como el ahorro en tiempo de traslado y el ahorro en costo de operación vehicular que recibe la población beneficiada. El ahorro estimado en el tiempo de traslado del sistema tronco-alimentado es de 15 minutos (17 minutos en la ruta troncal y 10 minutos para las rutas alimentadoras), siendo el principal beneficio atribuible al corredor Chachapa-Tlaxcalancingo con alrededor del 55%. La conclusión del estudio costo-beneficio es que los beneficios son mayores a los costos asociados a su construcción y operación, por lo que el proyecto es socialmente factible. Con relación a la factibilidad financiera se cuenta con el documento titulado “Reporte de resultado del modelo financiero” elaborado por (Galaz, Yamazaki, Ruiz Urquiza, S.C., 2011), el proyecto recibió subsidio del promotor del proyecto (el gobierno del estado de Puebla) y el Fondo Nacional de Infraestructura cuyo fiduciario es Banobras (Banobras/Fonadin). Considerando el apoyo no recuperable, en el reporte se concluye que el proyecto genera los recursos suficientes para cumplir con sus compromisos a lo largo de su vida útil.

¹ Información tomada del Convenio de Apoyo Financiero (CAF) que celebró el Gobierno del Estado de Puebla y el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C.

Como parte del ciclo de vida de los proyectos, y después de seis años de su operación, la **presente investigación se enfoca en evaluar el impacto** que este primer corredor de transporte masivo ha generado en la población beneficiada mediante la evaluación *expost*. Esta evaluación permitirá mostrar en qué medida se produjo el cambio deseable y debido a qué factores, así como qué cambios se recomiendan introducir en la forma de evaluar. La evaluación *expost*, tanto privada como social, permitirá situar la rentabilidad “real” del proyecto de inversión y, por otro, aportar elementos que ayuden a mejorar la evaluación *exante* de proyectos similares. Esta evaluación se apoyará en el modelo analítico llamado análisis costo-beneficio, la cual se basa en la comparación de costos y beneficios en un horizonte temporal. La diferencia entre los beneficios y los costos permitirán obtener el flujo de efectivo y, de él, estimar los indicadores de rentabilidad como: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la relación Beneficio-Costo (B/C) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), que son la base para determinar la factibilidad del proyecto².

El primer corredor de transporte masivo del sistema RUTA es resultado del “Programa Sectorial de Movilidad Urbana y los estudios de factibilidad”, que el gobierno del estado de Puebla inició en el año 2011. La pertinencia de la evaluación *expost* del primer corredor atiende a las siguientes consideraciones: la evaluación *expost* forma parte del ciclo de vida de los proyectos; este corredor cuenta con seis años de operación; desde la puesta en marcha del corredor se han generado protestas de parte de los usuarios y personas afectadas por este servicio mediante manifestaciones sociales (Vázquez Salazar, 2014); con base en el trabajo de Hernández Santiago y Bussière (2017) se desprende la siguiente conclusión “existen varias áreas de mejora para la Línea uno de RUTA, que principalmente son la falta de unidades y la poca frecuencia en la línea troncal y servicio alimentador, provocando que los tiempos de espera sean muy largos”; de igual forma, Zamudio y Alvarado (2015) señalan que “los sistemas BRT implementados en México aún no alcanzan su nivel de cumplimiento óptimo, debido a deficiencias que van desde el diseño y la construcción de las líneas hasta la operación y mantenimiento de las mismas”; finalmente, a posteriori el gobierno del Estado tiene que subsidiar la operación de la Línea uno, poniendo en duda la sostenibilidad financiera del proyecto. Más aún, la pandemia generada por el COVID-19 ha reducido drásticamente la

² El análisis costo-beneficio *expost* se utiliza para cuantificar el valor social neto de un proyecto previamente ejecutado.

movilidad a nivel mundial. En México, y principalmente en el municipio de Puebla, los desplazamientos por motivo estudio y trabajo han caído considerablemente durante los últimos tres trimestres del presente año, afectando la rentabilidad y eficiencia de este sector.

Desde un enfoque social, la evaluación *expost* del primer corredor del sistema RUTA se apoyará en el método del análisis costo-beneficio, el cual se basa en identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios atribuibles al proyecto de inversión; enseguida, calcular el flujo de efectivo para cada año del horizonte de evaluación y, finalmente, la estimación de cuatro indicadores de rentabilidad: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la razón Beneficio-Costo (B/C) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI). La evaluación privada se basará en los mismos principios de la evaluación social, salvo que el principal ingreso será el cobro de la tarifa a los usuarios. Para fines de la presente investigación, la evaluación *expost*, igual que la evaluación *exante*, considerará como beneficios: el ahorro en tiempo de traslado, el ahorro en costo de operación vehicular, la liberación de recursos y el valor de rescate, así como beneficios cualitativos como: reducción en la contaminación sonora y ambiental de la zona, reducción de accidentes y mejora de la imagen urbana.

La evaluación *expost* del primer corredor del sistema RUTA se realizará con base en la información contenida en el “Estudio costo - beneficio del Primer Corredor Troncal de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla” (Logit, Logística, Informática y Transporte, S.A. de C.V., 2011), datos de Carreteras de Cuota Puebla (CCP), como órgano gestor del sistema RUTA, e información de la empresa que opera ésta Línea (Sistema de Transporte Metropolitano de Puebla S.A. de C.V.). El horizonte de evaluación del proyecto abarcará el periodo comprendido entre el año 2011 y 2041, donde los primeros seis años de su operación serán con datos “reales” y el resto mediante proyecciones. Cabe señalar que los datos “reales” y los proyectados para la realización de la evaluación *expost*, no capturan las consecuencias negativas sobre la movilidad generada por el COVID-19.

El documento se integra por una introducción, una revisión de la literatura, la metodología propuesta, los datos, la evaluación privada, la evaluación social, una reflexión crítica sobre la metodología y, finalmente, las conclusiones.

PROTOCOLO

HIPÓTESIS

La Línea Chachapa-Tlaxcalancingo es socialmente rentable, donde el VPN es mayor que cero y la TIR mayor a la tasa social de descuento; identificando las variables relevantes en la evaluación, además de la inversión y la demanda.

OBJETIVOS

a) General

Evaluar los impactos “reales” de la Línea Chachapa-Tlaxcalancingo, comparando el grado de cumplimiento de sus objetivos establecidos en la evaluación *ex ante* versus los objetivos logrados durante sus años de operación, y proponer acciones correctivas para mejorar los procesos de evaluación e implementación de proyectos similares.

b) Particulares

- Medir el grado en que se alcanzaron los objetivos perseguidos (reducción del tiempo de traslado y del costo de operación vehicular).
- Contrastar los objetivos de la evaluación *ex ante* versus los de la evaluación *ex post*.
- Estimar los indicadores de rentabilidad socioeconómica con base en los flujos “reales” de la Línea Chachapa-Tlaxcalancingo.
- Identificar y exponer las variables relevantes de la evaluación *ex post*, que permitan mejorar la evaluación *ex ante* de proyectos similares. Esto puede incluir beneficios sociales como la reducción en gases efecto invernadero.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE

El servicio de transporte público juega un rol relevante para la movilidad de los ciudadanos de una determinada ciudad³. Como parte de la movilidad, especialmente en países en desarrollo donde el nivel de pobreza es significativo, y donde una proporción alta de la población es cautiva del transporte público, éste tiene efectos sobre la pobreza y la exclusión social; ya que para recorrer distancias importantes y realizar diferentes actividades, la población menos favorecida requiere del servicio de transporte público. Además, el crecimiento de la mancha urbana obliga a gran parte de la población a realizar viajes más largos. No obstante, un mayor desplazamiento de la población generará, entre otros, congestión vial y contaminación sonora y ambiental. El sector transporte, en los países de América Latina, Asia y África, aporta de manera significativa a elevar los niveles de congestión, contaminación y accidentes, así como de mayor tiempo y dinero de la población para realizar sus desplazamientos; sin embargo, un efecto positivo del uso del sistema de transporte se relaciona con el medio ambiente, ya que provoca que el uso del automóvil disminuya (Zamora Colín, Campos Alanís, & Calderón Maya, 2013). Entonces, si se asume que la movilidad y el transporte tienen un impacto sobre la pobreza y la exclusión social, el criterio de eficiencia no debe ser el único que sirva de guía para determinar qué programas o proyectos debe emprender el gobierno para mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, y más bien, considerar otros criterios como la equidad.

Miralles y Cebollada (2009) afirman que “la accesibilidad además de una dimensión territorial es una característica individual con relación al número de opciones que tienen los diferentes ciudadanos para acceder a los lugares y a las actividades”. Atendiendo al criterio de cercanía, un individuo puede contar con muy poca capacidad de movilizarse a grandes distancias en el espacio, pero puede tener muy buena accesibilidad para realizar sus actividades cotidianas, y a la inversa. Por citar un caso, la hipótesis del *spatial mismatch* postula que las oportunidades laborales para los sectores de bajos ingresos se localizan lejos de sus lugares de residencia. Este problema de accesibilidad al trabajo se puede resolver, al menos, de dos formas: la primera es la que la población cuente con un adecuado sistema de transporte que los lleve a las zonas con

³ El concepto de movilidad urbana ofrece una perspectiva más amplia que el de transporte, pues el primer término permite ubicar a las personas en su realidad socioeconómica y espacial más amplia. El concepto transporte se limita a establecer, por un lado, la cantidad de infraestructura y medios de transporte y, por otro lado, en el número de desplazamientos por persona al día según motivo de viaje y modo, itinerario y tiempo (Zamora Colín, Campos Alanís, & Calderón Maya, 2013).

alta concentración de oportunidades laborales; la segunda es que la población tenga oportunidades laborales cercanas al lugar de residencia. Entonces, debemos preguntarnos si la movilidad llega por igual a todos los estratos sociales, o más bien, de manera similar al acceso a la educación, la movilidad y la accesibilidad, constituyen un factor más de la desigualdad imperante en las diferentes poblaciones del globo terráqueo, sobre todo en los países en vías de desarrollo como México.

Los gobiernos deben garantizar la existencia de una red vial que interconecte los diversos asentamientos urbanos, para que la población pueda realizar sus actividades. Como señala Pérez y Aguilar (2008) “es imprescindible que cada pueblo esté conectado a otros con caminos pavimentados de modo que estén siempre en condiciones de ser transitados”. Más aún, la mejora en los sistemas de transporte genera beneficios directos a sus usuarios en términos de ahorros en tiempo de traslado y de reducciones netas de costos de operación de los servicios. Además, los sistemas de transporte masivo pueden reducir significativamente las diversas externalidades negativas que produce la actividad en el ámbito urbano, como son: la congestión, los accidentes e impactos ambientales locales (calidad del aire, ruido) y regionales (en América Latina y el Caribe, el sector transporte respondió por el 36% de las emisiones de gases efecto invernadero para el año 2016, con tasas de crecimiento superiores a la de la economía en general para un importante número de países; además, el transporte por carretera representó el 80% de éstas emisiones, con aportaciones similares del transporte de pasajeros y de carga (Martínez Salgado, 2018). También, las mejoras en el transporte masivo incrementan la productividad de la economía urbana, y con ello la competitividad de las ciudades, que constituyen los principales motores de la generación de valor agregado.

La literatura señala la importancia del ahorro en tiempo de traslado de los usuarios del transporte público de pasajeros, y por tanto, su relevancia en la cuantificación y valoración para determinar si un proyecto de transporte masivo es o no factible desde el punto de vista social⁴. Por ejemplo, el ahorro en tiempo en el Reino Unido registra alrededor del 80% de los beneficios monetizados dentro del análisis costo-beneficio de la mayoría de los esquemas viales (Mackie, Jara-Díaz, & Fowkes, 2001). Por lo tanto, el tamaño de la inversión pública en programas y proyectos carreteros y de transporte dependen críticamente de la evaluación social del tiempo

⁴ Los carriles exclusivos para el transporte público es la única manera de garantizar un desplazamiento rápido, y por ende reducir los tiempos de traslado de los usuarios (Zamora Colín, Campos Alanís, & Calderón Maya, 2013).

de traslado. No obstante, la tarifa y el aspecto económico desempeñan un papel central en la accesibilidad por transporte público de los sectores populares. En efecto, los estudios señalan la escasa disponibilidad de medios económicos para pagar la tarifa del transporte público, siendo la principal razón relacionada a las dificultades de accesibilidad. Los estudios refieren a los grupos sociales que enfrentan restricciones a los servicios disponibles, derivado de alternativas de movilidad que son de baja calidad o de muy alto costo personal. En este sentido, un individuo puede tener la red de transporte público muy cercana, pero si no puede pagar por usarla, no conoce cómo hacerlo o los tiempos en que lo traslada a los lugares donde se encuentran las oportunidades son demasiado extensos, puede no significarle nada o muy poco.

Frente a múltiples necesidades y problemáticas que enfrenta una sociedad es relevante preguntarse ¿cuál es el instrumento que utiliza el gobierno para la toma de decisiones respecto a los diversos programas y proyectos que pueden cubrir las necesidades o atacar las problemáticas? Atendiendo al criterio de eficiencia económica, (Just, Hueth, & Schmitz, 2005) señalan que el diseño y adopción de políticas y proyectos de interés público se realiza a través del análisis costo beneficio. Éste contiene el conjunto de metodologías y procedimientos que se usan para la evaluación, la cual se respalda, teóricamente, de la economía del bienestar aplicado (Mendieta López, 2007).

El análisis costo beneficio (ACB) se ha aplicado con éxito en la evaluación de proyectos de transporte. Esto se atribuye, por un lado, a que el principal beneficio es el ahorro en tiempo de traslado, el cual es relativamente fácil de medir y no genera tanta controversia y, por otro, a que en transporte público hay muchos proyectos similares facilitando su comparación y clasificación (De Rus, Campos, & Nombela, 2003). No obstante, De Rus et. al. señalan que en la práctica del análisis costo beneficio, la equidad no se trata como en la teoría se explica, ya que no se ponderan los costos y beneficios en función de los ganadores y perdedores con la ejecución de un programa o proyecto de inversión. Más bien, el ACB se sustenta en el criterio de compensación de Kaldor-Hicks, donde se establece que, si el beneficio obtenido por los “ganadores” permite a estos compensar a los “perdedores” y todavía salir ganando, el proyecto debe ejecutarse. Este criterio es equivalente a decir que el Valor Presente Neto (VPN) de un proyecto debe ser positivo para sugerir su ejecución y operación⁵. Por lo tanto, en la literatura

⁵ Estos investigadores recomiendan que, “siempre que sea posible y útil, se desagreguen los beneficios netos por grupos y áreas geográficas relevantes”.

sobre evaluación social de proyectos se distinguen dos corrientes de pensamiento, los cuales se traducen en dos metodologías diferentes para llevar a cabo la evaluación. La primera se denomina evaluación económica o de eficiencia, y la segunda incorpora explícitamente el problema distributivo en la evaluación (Cohen & Franco, 2000).

El ACB se utiliza en la evaluación *ex ante* como una herramienta para la selección de proyectos alternativos, o para decidir si la implementación de un proyecto concreto es socialmente deseable. También se emplea *ex post* para cuantificar el valor social neto de un proyecto previamente ejecutado. Su aplicación como herramienta de evaluación persigue como objetivo maximizar el bienestar social, promoviendo la asignación eficiente de los recursos.

Gallardo (2002) destaca que la asignación óptima de los recursos, en especial los escasos, se basa en tres criterios económicos, a saber: eficiencia, eficacia y efectividad, las cuales están estrechamente relacionadas, su clasificación atiende a cuestiones de índole metodológica. La eficiencia es un concepto generalmente asociado a la evaluación económica de un proyecto, definiéndose como la relación entre los productos o resultados esperados de un proyecto y los costos de los insumos o procesos de apoyo o funcionamiento que implica. Esta relación se establece de diferentes formas y utilizando diferentes técnicas procedentes del análisis económico. “La eficacia se refiere a la capacidad de un proyecto para alcanzar sus objetivos en condiciones ideales; mientras que, la efectividad se refiere a la comparación de los resultados obtenidos respecto de los esperados” (Nirenberg, Brawerman, & Ruiz, 2000).

La pertinencia de dichos criterios económicos se basa en que permite compatibilizar el óptimo económico-social con la viabilidad financiera. Un proyecto puede no ser eficaz si no logra producir los cambios deseados en las condiciones de vida de la población a la que se dirige. Con relación a la efectividad, resulta útil para comparar los resultados “reales” de un proyecto versus con lo que se planeó como meta u objetivo. El cálculo de la efectividad se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$Efectividad = \frac{Variable\ ex\ post\ (resultado)}{Variable\ ex\ ante\ (objetivo)}$$

Con relación a la viabilidad financiera del proyecto, es necesario definir el ciclo de vida del proyecto y la distribución de los ingresos y gastos en el periodo relevante. Esto permitirá utilizar el método de descuento del flujo monetario, empleando la tasa de descuento financiero

para expresar los flujos futuros en valores monetarios actuales, con el propósito de calcular el Valor Presente Neto financiero (VPN_f) del proyecto. Bajo el supuesto de que la inflación afecta los ingresos y gastos por igual, la tasa de descuento financiero es un tipo de interés nominal. Si el VPN financiero es negativo, o incluso si para un solo año el flujo de caja generado es negativo, la viabilidad financiera del proyecto no está garantizada. En este caso, es necesario modificar la estructura financiera del proyecto mediante la utilización de tarifas a los usuarios o la búsqueda de fuentes de financiamiento adicionales.

En la literatura sobre evaluación de proyectos de inversión suelen definirse tres niveles de evaluación: a nivel perfil, prefactibilidad y factibilidad, siendo este último el de mayor nivel. Este se determina tanto por la fuente de información como por la profundidad del análisis con el que se aborda el proyecto de inversión.

La Línea uno de RUTA, por sus características físicas y operacionales, es un sistema de transporte público masivo, conocido a nivel internacional como Autobuses de Tránsito Rápido (BRT, Bus Rapid Transit). Esta Línea opera con un corredor troncal de 18.50 kilómetros por sentido de circulación y doce rutas alimentadoras (Hernández Santiago & Bussière, 2017).

A diferencia del sistema de transporte público convencional, que opera sin infraestructura especializada y bajo el modelo “hombre-camión”, Hidalgo (2015) señala que “los sistemas BRT además de contar con carriles exclusivos, combinan elementos de los metros, como son: las estaciones con acceso a nivel para los autobuses, sistema de prepago, múltiples puertas de acceso a los autobuses, y control central”. Además, los sistemas BRT que operan en México, y en otros países, lo hacen bajo un esquema empresarial. La innovación de los sistemas tipo BRT se centran en: la utilización de vehículos de gran capacidad y varias puertas (normalmente vehículos de 100 pasajeros y más); acceso al servicio en estaciones, donde se paga el boleto antes de abordar la unidad; y, el control centralizado, habilitando el uso de tecnologías modernas de monitoreo e información permanente a los pasajeros (Zamora Colín, Campos Alanís, & Calderón Maya, 2013)⁶.

⁶ Los objetivos de un sistema tipo BRT se reflejan en alta calidad en materia de movilidad, ya que proporciona un alto nivel de satisfacción de los usuarios, reduce el tiempo de viaje, eleva la confiabilidad y comodidad de viaje, mejora las conexiones de transporte y la disponibilidad de servicio más directo, y disminuye los tiempos de espera en las estaciones (Zamora Colín, Campos Alanís, & Calderón Maya, 2013).

Zamudio y Alvarado (2015) establecen que “los sistemas BRT están destinados a ofrecer al usuario un servicio de alta calidad como: la disminución de hasta un 40% en los tiempos de recorridos, mayor certidumbre en la operación, tiempos de espera mínimos para abordar el autobús, conectividad con otras modalidades de transporte, seguridad y accesibilidad”.

Por su parte, Hidalgo (2015), mediante un análisis costo-beneficio, destaca que los sistemas BRT presentan los mayores beneficios socioeconómicos y de conveniencia para un amplio rango de parámetros de costos y beneficios, evaluados mediante Simulación de Montecarlo. No obstante, el investigador advierte que el éxito de estos sistemas de transporte masivo requiere ir mucho más allá que la simple construcción de carriles exclusivos y adquisición de autobuses nuevos.

En línea con la nota de Hidalgo, los trabajos de Vázquez (2014), Zamudio y Alvarado (2015), y Hernández y Bussière (2017), ponen de manifiesto la inconformidad por parte de los usuarios con relación a la prestación del servicio de transporte público de la Línea uno del sistema RUTA. El trabajo de Vázquez (2014) titulado “Evaluación del corredor uno de Puebla”, se centra en evaluar el corredor desde el punto de vista técnico, destacando lo siguiente “desde la puesta en marcha del corredor se han generado protestas de parte de los usuarios y personas afectadas por este servicio mediante manifestaciones sociales”. La hipótesis que plantea Vázquez es que “las modificaciones en los tiempos de traslado de los usuarios que se desplazan en la cuenca Chachapa - Tlaxcalancingo podría ser la fuente que explique la insatisfacción de los usuarios en caso de que estas hayan empeorado con la puesta en operación del proyecto”.

Zamudio y Alvarado (2015) señalan que “el sistema RUTA se caracteriza por ser un proyecto con rezagos desde sus primeros días de operación que se reflejan en fallas y graves ausencias de infraestructura indispensable para brindar seguridad e integridad física a los usuarios; además de ausencia de integración tarifaria, deficiencias en la frecuencia del servicio, baja velocidad y pérdida de confort”. Estos resultados ubican a Puebla en los últimos lugares del ranking nacional elaborado por la revista “El Poder del Consumidor”.

En el año 2016 se llevó a cabo una encuesta de opinión a los usuarios de la Línea Chachapa – Tlaxcalancingo (Hernández Santiago & Bussière, 2017). Los resultados del sondeo son:

- El 63.18% de los usuarios indicó que el tiempo de espera en la Estación es de 10 a 20 minutos, lo que para muchos usuarios es excesivo.
- La percepción de los usuarios con relación al ahorro de tiempo derivado de la operación de la línea Chachapa-Tlaxcalancingo versus el sistema de transporte convencional es que el 39.30% considera que ahorra “poco tiempo” contra un 32.84% que considera que se ahorran “mucho tiempo”, y el 6.97% perciben un recorrido más largo.
- Respecto al uso de las rutas alimentadoras, el 53.23% de los usuarios manifestaron que sí usan dichas rutas.
- La opinión de los usuarios respecto a su percepción del servicio troncal con las rutas alimentadoras es regular para el 47.76% de los encuestados y mala para el 28.86%, ya que consideran que el sistema no posee infraestructura adecuada para realizar el transbordo del autobús troncal a la ruta alimentadora y viceversa.
- Con relación a la comodidad, el 45.27% de los usuarios opina que es regular, el 32.84% buena y el 21.89% mala.
- El 43.78% de los usuarios considera que la seguridad en las Estaciones es buena, el 40.80% opina que es regular y el 15.42% la percibe como insegura.
- La accesibilidad fue la característica peor calificada por los usuarios, el 46.5% opina que la accesibilidad es mala, el 34.5% dijeron que es regular y el 19% la considera buena.

Con base en los resultados de la encuesta, Hernández y Bussièrre presentan la siguiente conclusión “existen varias áreas de mejora para la Línea uno de RUTA, que principalmente son la falta de unidades y la poca frecuencia en la línea troncal y servicio alimentador, provocando que los tiempos de espera sean muy largos”.

Además, Molinero (2003) establece que este tipo de sistemas debe cumplir con los requerimientos de un sistema de transporte que son: disponibilidad, puntualidad, tiempo de recorrido, comodidad, conveniencia, seguridad y costos al usuario. Además, desde el punto de vista microeconómico, las mejoras en el sector transporte repercuten en reducciones de los tiempos de viaje y, consecuentemente, en una disminución de todos los costos asociados a este rubro.

La construcción y operación de la Línea Chachapa-Tlaxcalancingo está respaldada por una serie de estudios entre los que destaca, para fines de la presente investigación, la evaluación *ex ante* titulada “Estudio de Costo-Beneficio del Primer Corredor Troncal de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla” (Logit, Logística, Informática y Transporte, S.A. de C.V., 2011), en la que se determinó su factibilidad social con base en los indicadores de rentabilidad socioeconómica como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y la relación Beneficio-Costo (B/C). Los resultados de la evaluación *ex ante* son: VPN igual a 619.26 millones de pesos, TIR de 17.25%, TRI igual a 20.14% y la relación beneficio-costo de 1.44. Estos indicadores justificaron ex ante la aprobación del proyecto.

Cortázar (1993) señala que si bien “la técnica de formulación y evaluación de proyectos está dentro de la programación de inversiones y forma parte de los planes económicos; pues, es una herramienta poderosa que, si se utiliza bien, puede ayudar a los países a elegir el mejor uso de sus recursos y de esta manera maximizar el rendimiento de cada peso que se invierte”; también se reconoce que en las evaluaciones costo-beneficio aún existe un limitado conocimiento en el grado de certeza de las predicciones utilizadas. No obstante, cuando se dispone de una metodología de evaluación sólida, fundada en los principios de la teoría económica y en línea con la práctica internacional, los problemas asociados a la práctica de la evaluación se reducen sustancialmente (Blanco R., 2002).

En México, y en particular en el sector transporte, se cuenta con experiencias de proyectos de infraestructura carretera donde los objetivos y escenarios pronosticados distan mucho de los resultados obtenidos en costos de construcción, costos de operación, volúmenes de tránsito, entre otros. La mayoría de las intervenciones presentan un sesgo optimista hacia la subestimación de los costos. (Flyvbjerg, Skamris, & M. K., 2002) concluyen que nueve de cada diez proyectos presentan costos superiores a los presupuestados. También, se comprueban errores sistemáticos hacia la sobreestimación de la demanda en proyectos ferroviarios, y errores de predicción significativos en el caso de inversiones en carreteras (Campos Méndez & Betancor, 2007). Los beneficios atribuibles al proyecto y, por ende, la rentabilidad económica de un proyecto de transporte depende en gran medida de la demanda y su proyección, por eso es importante hacer una buena estimación de la demanda a lo largo de la vida útil del proyecto (González, Matas, Raymond, & Ruiz, 2009).

González et al. (2009) dicen que predecir la demanda es un ejercicio complejo que requiere conocer bien el mercado analizado y las consecuencias de la intervención que se plantean en el proyecto “9 de cada 10 proyectos la demanda está sobreestimada, con un valor promedio del 106%”. Además, en el caso particular de los mercados de transporte, los problemas de falta de capacidad de las infraestructuras se traducen en la aparición de congestión, sea desde el comienzo o a lo largo de la vida útil del proyecto. De aquí la importancia de disponer de modelos que simulen cómo se va congestionando la infraestructura a medida que transcurre la vida del proyecto y cambian los niveles de demanda y, por tanto, estimar qué ocurre con los distintos componentes del tiempo de viaje (De Rus, Campos, & Nombela, 2003). Bajo estas consideraciones, y como parte del ciclo del proyecto, resulta evidente la importancia de la evaluación *expost* de los proyectos de inversión.

Cortázar (1993) subraya que “el proceso de inversión debe incluir toda una serie de evaluaciones que van desde que la inversión se encuentra en proyecto (evaluación *exante*: socioeconómica y financiera) hasta cuando el proyecto se encuentra en marcha; después de un periodo programado de operaciones, se realizará una evaluación *expost* en la que se comparará lo que se proyectó en los estudios (técnicos, económicos y financieros), con lo que se realizó”.

A pesar de que en México existen regulaciones oficiales como son los “Lineamientos para el seguimiento de la rentabilidad de los programas y proyectos de inversión de la Administración Pública Federal” (Montaño Fernández, 2008), donde se establecen normas para dar seguimiento a los proyectos con inversión pública, no se ha generalizado la aplicación de medidas de control para mejorar los procesos de evaluación *exante* de proyectos similares a futuro.

Un proyecto en particular genera ganadores y perdedores. En este sentido, De Rus, Campos y Nombela (2003) sostienen que “las decisiones de inversión están influenciados por criterios de equidad, donde un proyecto concreto puede estar asociado a un tipo de distribución de beneficios que lo haga más o menos atractivo desde el punto de vista social”.

Fontaine (2008) describe a la evaluación de proyectos como “la técnica matemático-analítica a través de la cual se determinan los beneficios y costos en que se puede incurrir al pretender realizar una inversión, en donde uno de sus objetivos es obtener resultados que apoyen la toma de decisiones referente a actividades de inversión”.

El análisis costo-beneficio en la evaluación social de proyectos de inversión en México se inició entre 1980 y 1983, y desde entonces siguen vigentes en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” emitidos por la unidad de inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP, 2013). En palabras de Cortázar (1993) “se pretende que la formulación y evaluación de proyectos de inversión contemple los lineamientos que requiere el proceso de planeación mexicano, con el fin de que promueva la utilización racional de los recursos en niveles y sectores políticos, sociales y económicos”.

Valdés (2014) subraya que el modelo analítico más utilizado para evaluar proyectos es el análisis costo-beneficio, sobre todo cuando los beneficios del proyecto son relativamente fáciles de identificar. Este modelo se basa en la comparación de costos y beneficios asociados a un proyecto específico, de la comparación de ambas dimensiones surgen los indicadores de rentabilidad como: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la relación Beneficio-Costo (B/C) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), de los cuales se origina una recomendación positiva o negativa para la realización del proyecto de inversión. Estos indicadores se apoyan en el concepto del valor del dinero en el tiempo; es decir, un peso vale más hoy que mañana; debido, principalmente, al fenómeno de la inflación. Entonces, los flujos que genera el proyecto en los primeros años tienen más peso que los que están más alejados del momento cero.

La evaluación social considera como beneficios la mayor riqueza para el país asociada a la mayor disponibilidad de bienes y servicios que se generan con los proyectos (crecimiento económico) y como costo, los sacrificios de recursos que el país debe realizar para lograr esos beneficios (Contreras, 2001).

La identificación de costos y beneficios se relaciona con determinar de manera cualitativa los impactos positivos y negativos que genera el proyecto. La medición de los beneficios y costos se refiere a la cuantificación en unidades físicas y, finalmente, la valoración consiste en transformar las unidades físicas en indicadores económicos mediante los precios de los bienes producidos y los recursos utilizados, la valoración es la que presenta dificultades en algunos casos. Además, hay costos y beneficios que pueden ser identificados, pero es difícil ser medidos (*ex ante*) en unidades físicas (Contreras, 2001).

En el caso de la construcción y operación de la Línea uno del sistema RUTA, permitirá recorridos con paradas fijas en cada una de las estaciones, uso exclusivo de un carril por sentido de circulación, semáforos con preferencia para el transporte público, pago de la tarifa con tarjetas de prepago, vehículos con mayor capacidad estática, más eficientes y con tecnología más limpias, entre otras cosas.

La evaluación privada de un proyecto se hace desde el punto de vista de un inversionista en particular. En este sentido, los costos y beneficios que se deben identificar, medir y valorar son aquéllos que resulten relevantes desde el punto de vista del inversionista privado (Contreras, 2001).

Vázquez (2018) expone que el VPN de una serie temporal de flujos de efectivo es el valor actual de los flujos proyectados menos el costo de implementación del proyecto (inversión inicial), en términos absolutos indica el potencial esperado del proyecto para generar riqueza para el país. Además, con este indicador es posible jerarquizar entre diferentes proyectos. La fórmula para el cálculo del VPN es la siguiente:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Donde:

- I_0 : Inversión realizada en el periodo t , normalmente en $t=0$, periodo inicial.
- B_t : beneficios en el periodo t
- C_t : costos en el periodo t
- T : vida útil del proyecto
- i : tasa de descuento
- t : año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Cuando se calcula el VPN sumando sin ponderar todos los beneficios y costos, se está aplicando el llamado “criterio de compensación de Kaldor-Hicks”, que consiste en que los ganadores podrían compensar a los perdedores y todavía seguir ganando. Con el criterio de compensación de Kaldor-Hicks se le da el mismo valor a una unidad monetaria con independencia de quién lo recibe. Este criterio es razonable si el proyecto acaba a mediano plazo beneficiando al conjunto

de la población. Varian (1992) argumenta que “el criterio de la compensación exige que tengamos en cuenta las consecuencias del proyecto para la utilidad de todos los consumidores afectados; por lo que, si disminuye la renta nacional a precios corrientes, posiblemente el proyecto no puede preferirse potencialmente en el sentido de Pareto a la asignación actual”.

La TIR, técnicamente, es la tasa que hace que el VPN sea igual a cero ($VPN=0$). A diferencia del VPN, la TIR es sensible al flujo de efectivo del proyecto de inversión; es decir, si el flujo de efectivo de un determinado proyecto no sigue un patrón estricto de una inversión, generando en ciertos años flujos de efectivo negativos, entonces el resultado será más de una TIR. Para corregir este problema, se debe utilizar la TIR modificada. En palabras de (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (2018) “el supuesto detrás de este método es que considera que los flujos del proyecto son “bien comportados”, es decir, tienen un periodo inicial en que los flujos netos son negativos y el resto de los flujos netos futuros son positivos, lo cual con frecuencia no sucede en los proyectos”.

“La TRI es un indicador que nos permite identificar el momento óptimo para la puesta en marcha del proyecto cuando su flujo de beneficios netos es creciente en el tiempo. El momento óptimo de la puesta en marcha del proyecto se presenta cuando la relación entre el beneficio neto en el periodo $t+1$ y la inversión llevada al año previo a la operación (t) es mayor a la Tasa Social de Descuento de 10%” (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, 2018)⁷. La TRI se calcula aplicando la siguiente fórmula.

$$TRI_s = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t} \quad (2)$$

El concepto de excedente del consumidor es muy útil en evaluación de proyectos para la toma de decisiones de inversión, definiéndose como la diferencia entre la utilidad total de un bien y su costo total, generándose cuando el consumidor recibe más de lo que paga por el bien consumido. Para Blanco (2002) “el excedente del consumidor explica por qué los usuarios de un servicio de transporte no protestan ante un aumento en la tarifa cuando el servicio se

⁷ La tasa de descuento social en términos reales vigente en México es de 10%, como se establece en los Lineamientos emitidos por la Unidad de Inversiones (SHCP, 2013). Esta tasa refleja la preferencia social por los beneficios y costos de hoy versus los que enfrentará mañana. En general, la tasa social de descuento difiere de la tasa de descuento privada. Además, se espera que las tasas sociales de descuento sean distintas en los países desarrollados y en desarrollo. Una mayor tasa de descuento para estos últimos refleja la necesidad de invertir en proyectos que sean más útiles socialmente (Nirenberg, Brawerman, & Ruiz, 2000).

caracteriza por la rapidez y exactitud del traslado, la comodidad y la posibilidad de trasladarse a diversos sitios en un mismo día son, entre otras, razones que agregan un excedente que, aunque el consumidor no conozca de economía, lo sabe valorar”.

La evaluación *expost* forma parte del ciclo del proyecto. Este ciclo inicia con la preevaluación, factibilidad y diseño; enseguida, la ejecución y operación y, finalmente, la revisión. En la fase de revisión del proyecto, una vez que éste ya está operando, se distingue la revisión y el seguimiento sobre el desempeño del proyecto. Molinero y Sánchez (2003) resaltan la importancia de la etapa de revisión del proyecto, ya que esta ofrece información sobre la eficacia del proyecto y del cumplimiento de los objetivos trazados en su diseño; además, la verificación del proyecto intenta determinar los motivos de su éxito o su fracaso con la posibilidad de reproducir las experiencias exitosas en el futuro y evitar las dificultades que se hayan presentado. La evaluación *expost* se apoya en los mismos principios y metodología que sustentan la evaluación *exante*⁸, con la diferencia de que en la evaluación *expost* se utilizan los flujos “reales” del proyecto para calcular los indicadores de rentabilidad socioeconómica.

Cabe señalar que, a diferencia de otros proyectos de inversión, los proyectos relacionados a la producción de servicios de transporte urbano no permiten divisibilidad dentro del proceso de inversión. Es decir, Molinero y Sánchez (2003) subrayan que “una vez tomada la decisión de inversión se deben realizar todas las obras previstas para que posteriormente se inicie la generación de beneficios”.

Hay críticas que cuestionan la validez del análisis costo-beneficio como herramienta para la adopción de decisiones en el ámbito del sector público. Sin embargo, como señala Blanco (2002) “la formulación y evaluación de proyectos se efectúa no para convertir un proyecto en factible sino para determinar si un proyecto es factible”. En otras palabras, cuando se dispone de una metodología de evaluación sólida, fundada en los principios de la teoría económica y en línea con la práctica internacional, los problemas asociados a la aplicación de la evaluación se reducen sustancialmente. Sin embargo, la calibración de las variables de la modelación es un elemento sensible que puede afectar los resultados como el valor del tiempo o resultados de encuestas sobre la demanda.

⁸ La evaluación *exante* también se denomina como “de predecisión”, “de factibilidad” o de “pertinencia” (Nirenberg, Brawerman, & Ruiz, 2000).

Como señala Cohen y Franco (2000), **la evaluación *expost* puede ser de procesos o impacto**, cuya diferencia se enfatiza en su finalidad. La primera tiene como propósito mejorar la eficiencia operacional del proyecto; la segunda, determinar los cambios que el proyecto ha producido en la población beneficiaria. Además, la evaluación de impacto no requiere que el proyecto haya terminado su vida útil. Los requisitos necesarios para la evaluación de impacto están determinados por el modelo que se utilice para su realización.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

La principal técnica de análisis económico para la evaluación *ex ante* de proyectos es el análisis costo-beneficio, la cual se realiza antes de iniciar un programa o proyecto de inversión, para tomar una decisión relativa a si se ejecuta o no (Nirenberg, Brawerman, & Ruiz, 2000). La metodología utilizada para la evaluación *ex ante* de la Línea uno del sistema RUTA es la formulación y evaluación de proyectos de inversión, dos etapas que definieron el proceso de selección de la mejor alternativa de solución a la problemática identificada, y fundamentada en la viabilidad técnica, económica, legal, financiera y ambiental del proyecto de inversión. La evaluación *ex ante* de la Línea uno se realizó a nivel prefactibilidad; es decir, la fuente de la información es principalmente primaria. Dicha fuente de información incluye la aplicación, procesamiento y análisis de las encuestas Origen-Destino a bordo de las unidades y en los hogares, las encuestas de preferencia revelada y declarada, los ascensos y descensos de viajes registrados a lo largo del recorrido de las rutas con incidencia directa en el trazo del proyecto, principalmente en las horas pico, los aforos vehiculares, entre otros.

El método que se utilizó en la evaluación *ex ante* es el Análisis Costo-Beneficio, el cual implicó identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios atribuibles al proyecto de inversión. Además, se definió la situación con proyecto (s-cp), cuyas características se tradujeron a costos y beneficios sociales, para ser comparados con la situación sin proyecto optimizado (s-sp). De esta manera, se identificaron los flujos sociales de impactos netos atribuibles a la operación del proyecto; y, a partir de dichos flujos, se obtuvieron los indicadores de rentabilidad socioeconómica. La generación de los dos escenarios, sin proyecto y con proyecto, permite trabajar los costos y beneficios incrementales. Además, los indicadores de rentabilidad se estiman para tres escenarios (pesimista, tendencial y optimista), lo que permite establecer la sensibilidad de los indicadores ante variaciones de las variables relevantes para el análisis.

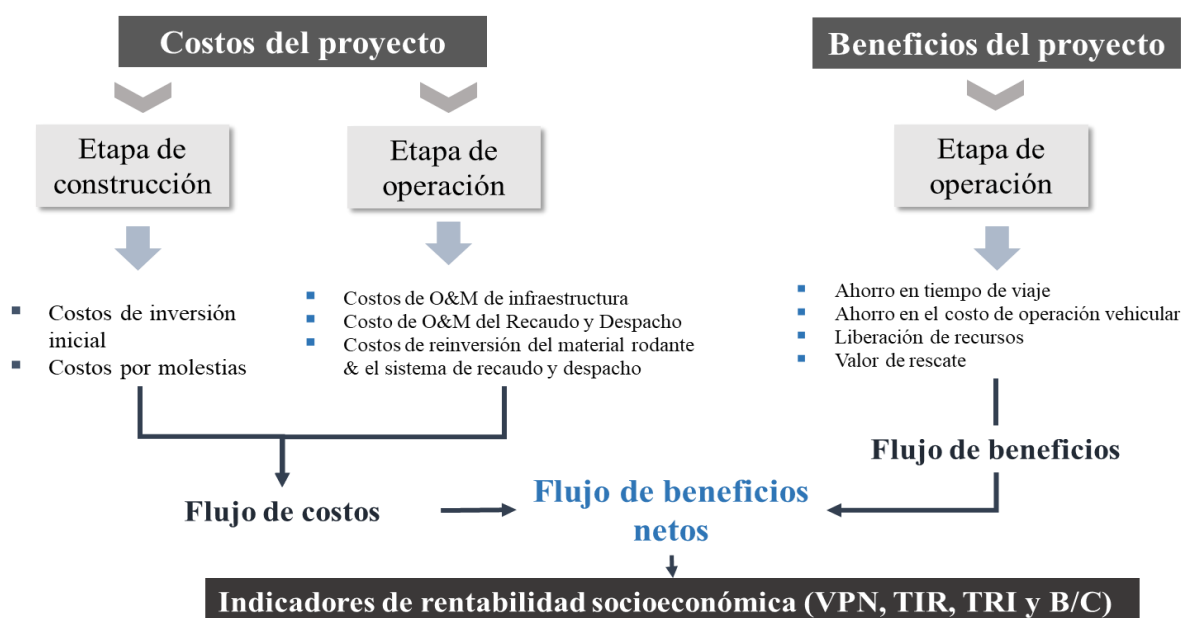
Siguiendo el método utilizado en la evaluación *ex ante*, la evaluación *ex post* implicó identificar, cuantificar y valorar los “verdaderos” costos y beneficios asociados a la operación de la Línea Chachapa-Tlaxcalancingo. Los costos se dividieron en dos etapas: la etapa de construcción y la etapa de operación. En la etapa de construcción, se contemplaron los costos de inversión inicial y el costo por molestias (como una externalidad negativa) cuantificada y

valorada durante la ejecución de las obras de proyecto; mientras que en la etapa de operación; se contempla el costo asociado a la operación y mantenimiento de la infraestructura, por un lado, y del sistema de control y recaudo, por otro; así como la reinversión del material rodante y del sistema de control y recaudo, al término de su vida útil.

Con relación a los beneficios, se contempla el ahorro en tiempo de traslado, el ahorro en costo de operación vehicular, la liberación de recursos y el valor de rescate, los cuales se definen con claridad en el trabajo de (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, 2018). Además, en dicho trabajo se exponen otros beneficios, aunque de manera cualitativa, como son: reducción en gases efecto invernadero, mejora en la imagen urbana, entre otros. No obstante, en la literatura especializada se subraya que, en general, una inversión de 1 dólar en transporte público (o BRT) induce un beneficio social de al menos 3 dólares.

La evaluación socioeconómica atiende a las pautas metodológicas desarrolladas por el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, aplicado a sistemas de transporte masivo urbano (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, 2018). En la siguiente figura se muestran los costos y beneficios aplicables a los proyectos de transporte masivo.

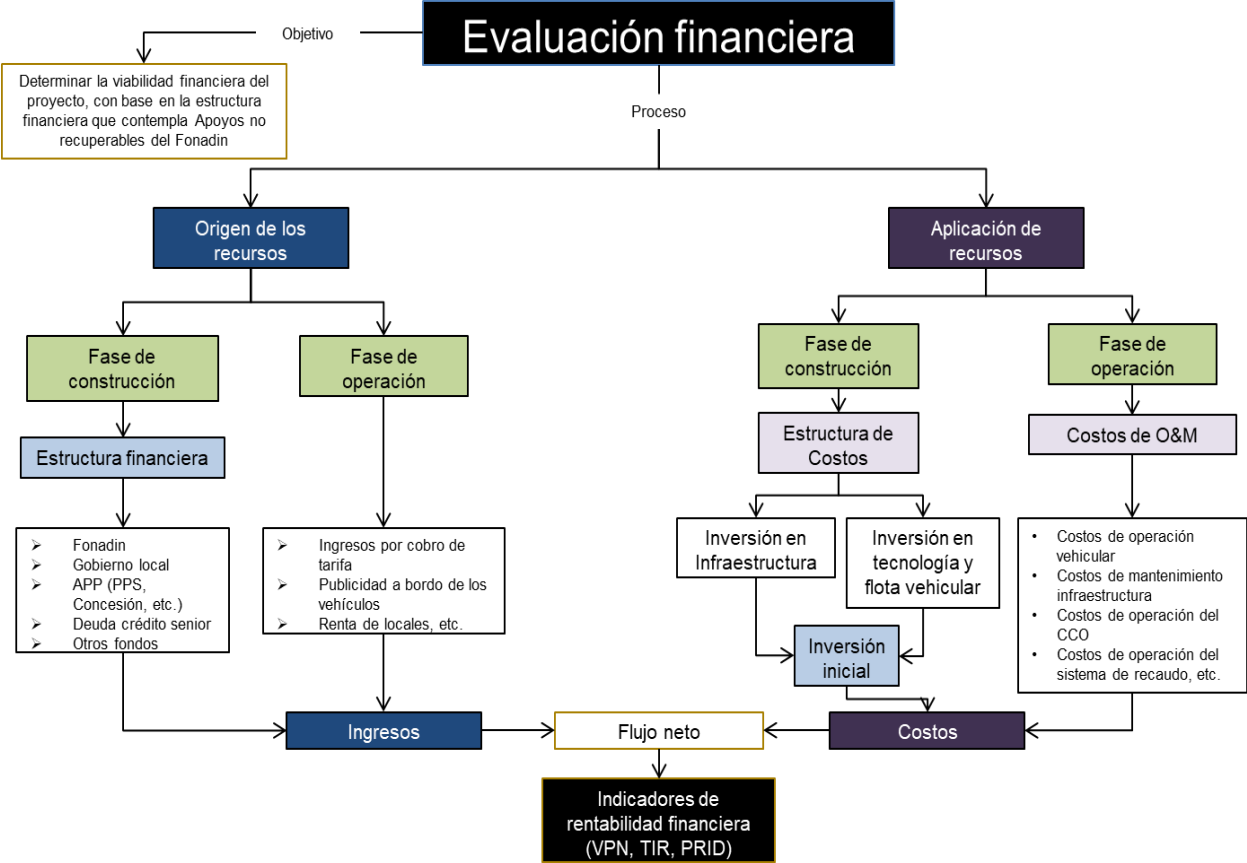
Figura 2.1: Método del análisis costo-beneficio



Fuente: Elaboración propia, con base en la guía metodológica para la evaluación de proyectos de transporte masivo urbano (2018).

La evaluación económico-financiera se realiza atendiendo la metodología que aplican los bancos, las calificadoras y otros agentes financieros. Enseguida se presenta el proceso metodológico aplicado a los proyectos de transporte masivo urbano. De manera similar al ACB, se identifican, cuantifican y valoran los costos e ingresos atribuibles al proyecto de inversión.

Figura 2.2. Proceso de evaluación financiera



Fuente: Elaboración propia

La memoria de cálculo de la evaluación socioeconómica y el modelo económico-financiero para la evaluación privada de la Línea uno, se ejecutaron en plataforma Microsoft Excel.

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3. DATOS

Las fuentes de información para llevar a cabo la evaluación socioeconómica y financiera son las siguientes:

- La evaluación *ex ante* del proyecto de inversión, y sus respectivos anexos, como su memoria de cálculo y el modelo financiero.
- Datos de la encuesta Origen-Destino de 2010-2011.
- Informe del Plan Integral de Movilidad Urbana de la Zona Metropolitana de Puebla.
- Informes y registros del Órgano Gestor (Carreteras de Cuota del Estado de Puebla), y de la empresa concesionaria del servicio de transporte (Sistema de Transporte Metropolitano de Puebla S.A. de C.V.).

El método empleado en la presente investigación contempla las siguientes actividades:

- Datos de la encuesta Origen-Destino 2010-2011
- El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) de la zona metropolitana de Puebla
- Recopilación de datos del proyecto en su etapa de operación. Esta etapa contempla fuentes de información primaria y secundaria.
- Cuantificar y valorar los costos “reales” originados por el proyecto, tanto en la etapa de construcción como de operación.
- Cuantificar y valorar los beneficios “reales” del proyecto.
- Estimar los flujos “reales” del proyecto de inversión.
- Calcular los indicadores de rentabilidad socioeconómica y financiera.
- Con base en la estimación de los indicadores y sus criterios de aceptabilidad, determinar la rentabilidad socioeconómica y financiera de la Línea uno.

Como parte de la información utilizada, enseguida se presentan los insumos y resultados de la evaluación *ex ante* del primer corredor del sistema RUTA. El gobierno invirtió en estudios de Origen-Destino que permitieron detectar la movilidad y el número de los futuros usuarios del

sistema. Enseguida, sobre la base de los datos del estudio de mercado se pasó a diseñar el trazo de la ruta, así como la ubicación y el número de estaciones o paraderos, lo que supuso otra inversión adicional. Después, se procedió a construir toda la infraestructura civil, con lo cual la inversión siguió en aumento. Terminada la obra civil, se adquirió el material rodante necesario para su funcionamiento, así como el sistema de control y recaudo para mejorar la calidad en la prestación del servicio, con lo que se completó la aguda inversión inicial estimada en 1,424.15 millones de pesos del año 2011, según información contenida en el estudio Costo-Beneficio elaborado en el mismo año.

La evaluación *ex ante* de la Línea Chachapa-Tlaxcalancingo presenta como costos relevantes a los siguientes conceptos, todos a precios de 2011:

- Inversión en todos los componentes del proyecto: 1,424.15 MDP
- Costos por molestias (externalidades negativas): 26.13 MDP

Costos asociados a la etapa de operación del proyecto

- Costos de operación y mantenimiento de la infraestructura: 89.24 MDP
- Costos de reinversión del MR, recaudo y despacho: 212.54 MDP

Beneficios asociados a la etapa de operación del proyecto

- Ahorro en costos del tiempo de las personas: 5,134.08 MDP
- Ahorro en costos de operación vehicular: 3,240.84 MDP
- Liberación de recursos: 54.80 MDP
- Valor de Rescate: 370.54 MDP
- Ahorro en costo de mantenimiento de carriles: 363.99 MDP

Los indicadores de rentabilidad socioeconómica que resultaron de dicha evaluación son: VPN (\$619,263,362), TIR (17.25%), TRI (20.14%) y B/C (1.44). Cabe señalar que, por el tipo de proyecto y su monto de inversión inicial, la evaluación *ex ante* de la Línea Chachapa-Tlaxcalancingo se realizó a nivel prefactibilidad, donde se privilegió la información primaria.

CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN PRIVADA

La evaluación *expost* económica y financiera del proyecto de inversión permitirá determinar su sostenibilidad financiera a lo largo de su vida útil. Los indicadores que resumen la factibilidad financiera del proyecto son: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión Descontado (PRID). Estos indicadores se estiman a partir de un flujo de efectivo que resulta de la diferencia entre los ingresos y los egresos que el proyecto origina en cada momento del tiempo; por lo que, para hacer comparable dichos flujos, se utiliza una tasa de descuento que captura el costo de oportunidad de la inversión. Tanto los ingresos como los egresos se cuantificaron y valoraron con información primaria y secundaria.

La evaluación financiera *exante* y, por ende, *expost* asume que los costos asociados a la infraestructura son sufragados, principalmente, con recursos públicos, tanto del gobierno federal, mediante el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), como del Gobierno del Estado de Puebla, que funge como el promotor del proyecto. Con respecto a los componentes de tecnología, como el sistema de recaudo, el centro de control operacional y la compra del material rodante son absorbidos por la iniciativa privada, mediante esquemas de Asociación Público-Privada (APP), como la Concesión.

En la etapa de construcción, la Línea uno recibió subsidio por un monto igual a 394,150,000 pesos del FONADIN, aprobado el 28 de octubre de 2011 según el Convenio de Apoyo Financiero entre el gobierno del estado y BANOBRAS⁹. Sin embargo, con base en los diferentes contratos, el monto aportado por FONADIN/BANOBRAS es de 336,140,893 pesos. El promotor del proyecto aportó 639,398,132 pesos (monto que incluye el IVA tanto de su aportación como del FONADIN). La iniciativa privada aportó 431,704,977 pesos con IVA incluido. El monto efectivamente erogado es de 1,407,244,003 pesos, monto con IVA.

Una vez terminada la fase de construcción, el gobierno estatal, para poner en operación el proyecto, invitó a los concesionarios afectados por su implementación a integrarse en una empresa (Articulados de Puebla S.A.P.I. de C.V.). Como parte del periodo de prueba del proyecto, y para que los usuarios se familiarizaran con el “nuevo” transporte, el gobierno del estado asumió los costos de operación por un periodo de un mes, el cual se prolongó por seis

⁹ Con base en el ACB elaborado y registrado en la cartera de proyectos de la UISHCP en el año 2011, se consideró una aportación del FONADIN de 485,872,820 pesos.

meses más. Es decir, hasta agosto de 2013 los usuarios de la Línea uno, comenzaron a pagar por el servicio de transporte.

Desde agosto de 2013, el usuario paga 7.50 pesos por viaje si utiliza la ruta troncal, 6.00 pesos si utiliza las rutas alimentadoras, y si realiza algún transbordo de rutas alimentadoras a la troncal paga 1.50 pesos más, como se indica en la página web del sistema RUTA. A la fecha de la presente investigación, la tarifa sigue vigente. Cabe señalar que la tarifa al usuario de 7.50 pesos por viaje se determinó con base en el criterio de sostenibilidad del proyecto, para no recurrir a nuevos fondos del Estado.

Datos técnicos, premisas económicas y financieras

La evaluación *expost* económica y financiera de la Línea uno del sistema RUTA se apoya en los siguientes supuestos y premisas:

• Horizonte de evaluación (años):	31
• Periodo de operación:	29
• Periodo de construcción (años):	2
• Fideicomiso de obra pública (años):	2
• Fideicomiso de operación (años):	29
• Demanda promedio (viajes/día):	50,000
• Tarifa en ruta troncal (pesos/viaje):	7.50
• Tarifa en rutas alimentadoras (pesos/viaje):	6.00
• Transbordo troncal a ruta alimentadora (\$/viaje):	0.00
• Transbordo: alimentadora a troncal (\$/viaje):	1.50
• Evasión de la demanda (%):	3.0
• Días laborables equivalentes al año (d/año):	319
• Renovación del material rodante (años):	10
• Renovación del Sistema de Control y Recaudo (años):	10
• Evaluación en términos:	nominales
• Tasa de inflación anual (%):	3.00

Consideraciones generales

- Flujo de caja del proyecto con deuda: se considera que una fracción de la inversión es financiada con deuda.
- El horizonte de evaluación de la Línea uno quedó determinado por la vida útil de su principal activo, en este caso la infraestructura especializada para la prestación del servicio de transporte público masivo, más que por las necesidades o intereses de los inversionistas.
- Momento en que ocurren los flujos: los ingresos y egresos de caja pueden ocurrir de manera diaria, mensual o continua. Por simplicidad se adopta la convención de considerar que ocurren en un instante: al final de cada año.
- Año cero: momento en que ocurre la inversión y el financiamiento.

Información contable

- Principio del devengado: Los ingresos se reconocen a medida que estos son ganados y los gastos mientras se incurra en ellos, independientemente del momento en que se produzcan los flujos de dinero.

Consecuencias:

1. La inversión en activo fijo se transforma paulatinamente en gasto, a medida que presta sus servicios. Este gasto se llama depreciación. Es decir, por el paso del tiempo y/o por el uso del activo fijo, este pierde valor, conocido como depreciación. Por citar un ejemplo: el costo de un vehículo tipo articulado se estima en 4.68 millones de pesos; sin embargo, por su uso y el paso del tiempo, al momento de venderlo en el mercado secundario, este vehículo se podrá vender en menos que el costo inicial, debido, principalmente a su pérdida de valor por la depreciación. Esta situación se verá reflejado en el Balance General proyectado en el modelo financiero.
2. Ganancia (pérdida) de capital: es la diferencia entre el valor de venta del activo (o valor residual de la inversión) y su valor en libros.
3. Valor en libros: Valor inicial del activo menos la depreciación

Con base en los datos y premisas expuestas arriba, enseguida se presentan los principales resultados de la evaluación financiera *expost*.

El monto total actualizado para la construcción de la línea uno del sistema RUTA es de **1,810.26** millones de pesos, monto con IVA¹⁰. La estructura financiera contempla 436.44 millones de pesos del FONADIN, 836.50 millones de pesos del Gobierno del Estado de Puebla (monto que incluye su IVA y la del FONADIN), y 537.32 millones de pesos del sector privado.

Tabla 4.1. Estructura financiera “real” de la Línea uno, actualizada a precios de 2020

Concepto	FONADIN	GEP	Privado	Total (sin IVA)	Total (con IVA)*
Supervisión	\$ -	\$ 29,432,345	\$ -	\$ 29,432,345	\$ 34,141,521
Gerencia	\$ -	\$ 8,816,634	\$ -	\$ 8,816,634	\$ 10,227,296
Obra	\$ 436,435,501	\$ 576,094,861	\$ -	\$ 1,012,530,362	\$ 1,174,535,220
Libros blancos	\$ -	\$ 1,518,474	\$ -	\$ 1,518,474	\$ 1,761,430
Predios	\$ -	\$ 45,060,178	\$ -	\$ 45,060,178	\$ 52,269,807
Talleres y encierros)	\$ -	\$ -	\$ 226,120,793	\$ 226,120,793	\$ 262,300,120
Sistema de prepagó	\$ -	\$ -	\$ 72,061,118	\$ 72,061,118	\$ 83,590,897
Material rodante	\$ -	\$ -	\$ 165,026,595	\$ 165,026,595	\$ 191,430,851
Total (sin IVA)	\$436,435,501	\$660,922,493	\$463,208,507	\$1,560,566,501	\$1,810,257,141
IVA (16%)		\$175,577,279	\$74,113,361	\$249,690,640	
Total (con IVA)	\$436,435,501	\$836,499,772	\$537,321,868	\$1,810,257,141	
	24.11%	46.21%	29.68%	100.00%	

Fuente: Elaboración propia con datos de los diferentes contratos celebrados por el promotor del proyecto y los contratistas, véase modelo financiero para más detalle

*Cifras en pesos de 2020

La empresa Articulados de Puebla S.A.P.I. de C.V. contrato un crédito el mes de mayo de 2013 con la banca MIFEL S.A. por un monto de 127.18 millones de pesos para la compra del material rodante, con una tasa de interés del 11.00% anual, un plazo de 7 años y un periodo de gracias sobre el capital de 7 meses. Dicho plazo del crédito vence a finales del presente año¹¹.

Tabla 4.2. Costo de inversión inicial del material rodante, actualizado a precios de 2020

Tipo de vehículo	Flota en operación (núm.)	Flota de reserva (núm.)	Flota necesaria (núm.)	Costo unitario (\$/veh.)*	Costo total (\$)*	Costo total actualizado (\$)*
Articulado	5	1	6	\$ 3,760,555	\$ 22,563,330	\$ 28,083,463
Padrón	15	1	16	\$ 1,417,813	\$ 22,685,008	\$ 28,234,909
Autobús	92	5	97	\$ 900,416	\$ 87,340,352	\$ 108,708,223
Total (sin IVA)	112	7	119		132,588,690	165,026,595

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa Sistema de Transporte Metropolitano de Puebla (2014)

*Cifras en pesos

¹⁰ La actualización del monto efectivamente erogado para la construcción de la Línea uno se basó en el factor de indexación de la SHCP (base 2019).

¹¹ Datos tomados del contrato entre Banca MIFEL y la empresa Articulados de Puebla en el año 2013.

Con relación a la etapa de operación del proyecto, el ingreso promedio anual es de 109.79 millones de pesos. Este monto se determinó a partir del nivel de demanda registrado durante los 7 años de operación de la Línea uno y la tarifa de 7.50 pesos por viaje realizado. Cabe señalar que los ingresos por tarifa están penalizados; es decir, el ingreso por la prestación del servicio de transporte público se determinó a partir de la tarifa equivalente de 6.55 pesos por viaje. Esta tarifa se determinó considerando a los usuarios con tarifa preferencial (tercera edad y con capacidades diferentes), y un 3.00% de evasión de demanda. La evasión de demanda se relaciona con los usuarios que por distintos motivos no pagan la tarifa.

Tabla 4.3. Tarifa equivalente de la Línea uno del sistema RUTA

Estructura tarifaria	\$/viaje	Tarifa equivalente	
Tarifa	7.50		
Tarifa sin descuento	7.50	6.75	6.55

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de la página oficial del sistema RUTA

Considerando las condiciones de vulnerabilidad socioeconómicas que enfrenta cierta parte de la población (tercera edad y con capacidades diferentes), el gobierno estableció por ley una tarifa preferencial para este segmento. Los usuarios con capacidades diferentes no pagan la tarifa y la tercera edad paga el 50% de la tarifa vigente. En este sentido, solo el 86% de los usuarios paga la tarifa de 7.50 pesos por viaje.

Tabla 4.4. Estructura de usuarios con tarifa preferencial del sistema de transporte

Usuarios del transporte público	Porcentaje
General	86.00%
Tercera edad	8.00%
Capacidades diferentes	6.00%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación *ex ante*

Cabe señalar que hasta la fecha la tarifa se ha mantenido fija en 7.50 pesos por viaje, por lo que, el ingreso por la prestación del servicio ha crecido, únicamente, por el incremento en la demanda. Empero, en el título de concesión se estableció un incremento de la tarifa en función, principalmente, a la inflación.

Tabla 4.5. Estimación de ingresos por la operación de la Línea uno

Cifras en pesos	Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Términos nominales	Núm.	2	3	4	5	6	7
Ingresos por tarifa		95,032,986	67,538,545	86,586,601	110,421,978	115,708,304	126,704,662
Usuarios diarios (pax/d)		45,500	32,336	41,456	52,868	55,399	60,663
Tarifa		6.55	6.55	6.55	6.55	6.55	6.55
Otros Ingresos							
Publicidad a bordo		240,000	247,200	254,616	262,254	270,122	278,226
Publicidad en estaciones		1,000,000	1,030,000	1,060,900	1,092,727	1,125,509	1,159,274
Total, otros ingresos		1,240,000	1,277,200	1,315,516	1,354,981	1,395,631	1,437,500
Ingresos totales		96,272,986	68,815,745	87,902,117	111,776,959	117,103,935	128,142,161

Fuente: Elaboración propia, véase el modelo financiero para la estimación de los ingresos a lo largo de la vida útil

Además de los ingresos por la prestación del servicio de transporte público, se considera el ingreso por publicidad a bordo de las unidades y en las estaciones de ascenso/descenso de pasajeros. Con base en las premisas del modelo financiero elaborado por la empresa que opera la Línea uno, se señala que el ingreso anual es de 240 mil pesos. También, en la evaluación *expost* se considera 1.00 millón de pesos por publicidad en las estaciones que se encuentra a lo largo del recorrido de la ruta troncal. En ambos casos, se asume un incremento en función a la tasa de inflación, la cual se considera de 3.00% anual.

Tabla 4.6. Otros ingresos atribuibles a la operación de la Línea uno

Otros Ingresos	\$/año*
Publicidad a bordo	240,000
Publicidad en estaciones	1,000,000

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa Sistema de Transporte Metropolitano de Puebla (2014)

*Cifras en pesos

Con relación a los costos de operación y mantenimiento de la Línea uno a lo largo de su vida útil, destaca el pago a la empresa prestadora del servicio de recaudo por un monto promedio anual de 52.70 millones de pesos, lo que equivale a un 42% de los ingresos por tarifa “real”. Además, el pago al fiduciario (Grupo financiero Interacciones-Banorte) por un monto anual de 0.76 millones de pesos al año.

Tabla 4.7. Estructura de costos y gastos de operación de la Línea uno

Costos y gastos (periodo de operación)	\$/año*
Costo de operación y mantenimiento del sistema de Recaudo	52,697,124
Honorarios fiduciarios y fianza (operación)	761,304

Fuente: Elaboración propia con datos de CCP

*Cifras en pesos

Además de los costos y gastos señalados, se cubre el pago a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) por 0.87 millones de pesos al año, por seguridad a la empresa (Corporación Activa de Servicios, Seguridad Privada S.A. de C.V.) un monto anual de 10.20 millones de pesos y por el servicio de limpieza un monto anual de 0.86 millones de pesos a la empresa (Comercializadora Orphen, S.A. de C.V.).

Con relación al costo de operación vehicular, el monto se determinó a partir del número de kilómetros promedio que recorre una unidad al día, por tipo de vehículo. Enseguida, se estimó el costo de operación vehicular unitario por tipo de vehículo. Después, se anualizó considerando 319 días de operación al año.

Tabla 4.8. Costo de operación vehicular unitario, y kilómetros recorridos de la Línea uno

Costo de operación	Dato
COV_articulado (\$/km-veh.)	24.71
COV_padrón (\$/km-veh.)	24.71
COV_autobús (\$/km-veh.)	13.92
Kilómetros recorridos articulado (km/veh.-día)	299.44
Kilómetros recorridos padrón (km/veh.-día)	241.85
Kilómetros recorridos boxer corto (km/veh.-día)	147.69

Fuente: Elaboración propia con datos de Carreteras de Cuota Puebla (2019)

Tabla 4.9. Kilómetros recorridos promedio mensual para el año 2018

Periodo	Kilómetros programados CCP			Kilómetros recorridos STMP			Cumplimiento
	Troncal	Alimentadoras	Total (km/mes)	Troncal	Alimentadoras	Total (km/mes)	
Enero	165,286	453,621	618,907	156,612	417,637	574,250	92.8%
Febrero	149,401	419,776	569,177	140,800	383,550	524,350	92.1%
Marzo	165,871	450,669	616,540	159,027	408,951	567,978	92.1%
Abril	165,402	445,316	610,717	156,703	403,853	560,556	91.8%
Mayo	174,509	466,371	640,880	169,340	430,204	599,544	93.6%
Junio	168,067	451,537	619,604	154,708	402,914	557,622	90.0%
Julio	173,338	461,196	634,534	156,886	428,342	585,228	92.2%
Agosto	174,509	478,933	653,442	152,447	430,220	582,667	89.2%
Septiembre	166,896	471,486	638,382	148,322	424,118	572,439	89.7%
Octubre	174,509	495,682	670,190	155,330	438,106	593,436	88.5%
Noviembre	168,653	478,754	647,407	158,129	392,481	550,610	85.0%
Diciembre	171,581	471,723	643,304	161,362	389,942	551,304	85.7%
Total	2,018,020	5,545,064	7,563,084	1,869,666	4,950,319	6,819,985	90.23%
Promedio	168,168	462,089	630,257	155,806	412,527	568,332	
				12,363	49,562	61,925	

Fuente: Elaboración propia con datos de Carreteras de Cuota Puebla

Como puede observarse en la tabla anterior, los kilómetros recorridos por mes por la empresa STMP varía en función al mes, siendo el más bajo el mes de febrero con 140,800 km en las rutas troncales y 383, 550 km en las rutas alimentadoras, y el más alto en el mes de mayo con 169,340 y 430,204 km, respectivamente.

Con relación al costo de operación vehicular unitario “real” en promedio para el año 2018 es de 32.34 \$/km-vehículo articulado, 40.18 \$/km-vehículo padrón y 15.62 \$/km-vehículo boxer corto.

Tabla 4.10. Estimación del costo de operación por kilómetro para el año 2018 y 2019, **ruta troncal**

Ruta	Troncal						
Año	2018				2019		
Mes	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Kilómetros recorridos sin penalizaciones	148,322	155,330	158,129	161,362	164,590	154,763	166,567
Valor de los kilómetros sin penalizaciones	4,903,747	5,462,273	5,473,961	5,773,963	5,736,866	5,478,882	5,890,065
Ingreso por concepto de kilómetros	4,443,510	5,087,187	5,049,939	5,418,155	5,177,847	5,026,477	5,615,227
Ingresos reales cobrados, vehículos articulados	1,987,938	2,323,371	2,168,761	2,633,027	2,296,372	2,359,982	2,606,464
Ingresos reales cobrados, vehículos Torino	2,455,573	2,763,817	2,881,178	2,785,128	2,881,475	2,666,495	3,008,763
Kilómetros reales cobrados, vehículos articulados	43,481	45,781	42,734	51,882	45,249	46,502	51,359
Kilómetros reales cobrados, vehículos Torino	97,366	98,743	102,936	99,504	102,947	95,266	107,494
Personal	1,026,732	968,372	900,436	1,122,458	929,810	1,104,811	986,885
Mantenimiento	288,963	671,893	771,118	386,632	652,862	480,418	744,750
Financiamiento	821,813	738,689	735,183	735,922	691,488	802,495	-
Diésel	1,660,623	1,891,311	1,982,779	2,147,264	2,121,403	2,129,594	2,109,710
Seguros	134,547	134,456	134,547	134,547	76,418	76,418	76,418
Administración	43,950	31,934	8,203	16,253	43,967	9,199	24,493
Total de gastos de operación	3,976,628	4,436,655	4,532,266	4,543,075	4,515,949	4,602,935	3,942,256
Gastos de operación Articulados	1,277,983	1,531,607	1,555,900	1,560,897	1,565,486	1,552,590	1,597,119
Gastos de operación Torino	3,455,287	4,141,013	4,206,694	4,220,203	4,232,610	4,197,745	4,318,136
Costo por kilómetro real Articulado	29.39	33.46	36.41	30.09	34.60	33.39	31.10
Costo por kilómetro real Torino	35.49	41.94	40.87	42.41	41.11	44.06	40.17
Tarifa troncal Articulado	45.72	50.75	50.75	50.75	50.75	50.75	50.75
Tarifa troncal Torino	25.22	27.99	27.99	27.99	27.99	27.99	27.99

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa Sistema de Transporte Metropolitano de Puebla S.A. de C.V.

Tabla 4.11. Estimación del costo de operación por kilómetro para el año 2018 y 2019, rutas alimentadoras

Ruta	Alimentadoras						
	2018				2019		
Año							
Mes	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Kilómetros recorridos sin penalizaciones	424,118	438,106	392,481	389,942	397,688	372,218	422,229
Valor de los kilómetros sin penalizaciones	10,145,281	11,089,435	9,935,297	9,872,645	10,069,998	9,426,188	10,685,740
Ingreso por concepto de kilómetros	8,358,713	9,888,126	8,921,776	8,896,852	8,716,285	8,227,586	9,799,463
Kilómetros reales cobrados	359,979	383,707	346,208	345,241	338,234	319,270	380,266
Personal	1,172,634	1,581,562	1,252,142	1,514,013	1,218,261	1,287,799	1,097,628
Mantenimiento	462,053	529,918	492,483	396,781	920,200	856,085	1,189,416
Financiamiento	-	-	-	-	-	-	-
Diésel	3,475,866	3,680,497	3,285,774	3,302,122	3,345,722	3,285,211	3,627,465
Seguros	245,689	245,689	245,689	245,689	206,623	206,623	206,623
Administración	131,850	95,802	24,610	48,758	127,905	26,760	71,253
Total de gastos de operación	5,488,093	6,133,468	5,300,699	5,507,363	5,818,712	5,662,477	6,192,385
Costo por kilómetro real	15.25	15.98	15.31	15.95	17.20	17.74	16.28
Tarifa alimentadoras	23.22	25.77	25.77	25.77	25.77	25.77	25.77
Utilidad bruta	7.97	9.79	10.46	9.82	8.57	8.03	9.49
% de utilidad bruta	34%	38%	41%	38%	33%	31%	37%
Utilidad de operación	2,870,620	3,754,658	3,621,077	3,389,489	2,897,573	2,565,109	3,607,078

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa Sistema de Transporte Metropolitano de Puebla S.A. de C.V.

Balance General

El Balance General muestra los activos, los pasivos y el patrimonio neto de la empresa en un momento específico (por ejemplo, el último día del ejercicio fiscal). El Balance General es el único de los demás estados contables cuyo formato financiero es, en términos generales, el mismo que el contable.

Depreciación

El precio de compra de los activos de largo plazo del proyecto se distribuye a lo largo de su vida útil, cargándose cada año como gasto por depreciación. En este caso, se incluyen los activos de largo plazo netos; es decir, los activos brutos menos la depreciación acumulada.

Pasivos

Los pasivos son todas las obligaciones contraídas por la empresa en un momento determinado, en este caso la deuda adquirida con el banco para la compra del material rodante, tanto en la etapa inicial como durante la vida útil del proyecto.

Capital contable

El capital contable es el activo neto de obligaciones. El capital es la suma de las acciones comunes y de las utilidades.

Tabla 4.12. Balance general proyectado

Cifras en pesos	Año	2020	2021	2022	2023	2024
Términos nominales	Núm.	-	1	2	3	4
	Inflación	0.00	0.00	1.00	1.03	1.06
Activo						
Caja y bancos		-	-	90,670,943	33,056,175	77,288,706
IVA		-	-	-	-	-
Activos fijos (Depreciación)		19,216,298	463,208,507	451,699,776	443,520,690	433,034,836
Reserva para SD		-	-	-	-	-
Renovación de MR		-	-	-	1,038,892	1,993,518
Reserva renovación de MR		-	-	-	-	-
Total activo		19,216,298	463,208,507	542,370,718	477,615,756	512,317,061
Pasivo						
Crédito Senior		9,608,149	297,614,892	297,614,892	297,614,892	297,614,892
Crédito (renovación MR)		-	-	-	932,701	1,775,512
Total pasivo		9,608,149	297,614,892	297,614,892	298,547,593	299,390,404
Capital Contable						
Capital Privado		9,608,149	165,593,615	256,264,558	289,320,733	366,609,439
Utilidad del ejercicio		-	-	(102,179,674)	(131,800,013)	(120,718,918)
Utilidad acumulada		-	-	-	(102,179,674)	(233,979,687)
Dividendos del ejercicio		-	-	90,670,943	33,056,175	77,288,706
Dividendos acumulados		-	-	-	90,670,943	123,727,117
Reserva legal		-	-	-	-	-
Total		9,608,149	165,593,615	244,755,827	179,068,163	212,926,657
Pasivo + Capital		19,216,298	463,208,507	542,370,719	477,615,756	512,317,061

Fuente: Elaboración propia, véase el modelo financiero para más detalle

Estado de flujo de efectivo

El estado de flujo de efectivo muestra el efectivo generado y utilizado en las actividades de operación, inversión y financiamiento, su objetivo es presentar los ingresos y salidas de efectivo de la empresa durante un periodo determinado, y con ello determinar:

- La capacidad de la empresa para generar flujos futuros de efectivo,
- Evaluar la capacidad para cumplir con sus obligaciones,
- Determinar el financiamiento interno y externo,
- Analizar los cambios presentados en el efectivo, y
- Establecer las diferencias entre la utilidad neta y los ingresos y egresos.

Flujos de efectivo de operación

Ingresos

- Ingresos por la prestación del servicio de transporte público
- Otros ingresos

Egresos

- Salida de efectivo para adquisición de materias primas, insumos y bienes para la producción
- Pago de las cuentas de corto plazo
- Pago a los acreedores y empleados
- Pago de intereses a los prestamistas

Tabla 4.13. Estado de flujo de efectivo proyectado

Cifras en pesos	Año	2020	2021	2022	2023	2024
Términos nominales	Núm.	-	1	2	3	4
	Inflación	0.00	0.00	1.00	1.03	1.06
Ingresos del proyecto						
Ingresos por tarifa		-	-	95,032,986	67,538,545	86,586,601
Otros ingresos		-	-	1,240,000	1,277,200	1,315,516
Ingresos del proyecto		-	-	96,272,986	68,815,745	87,902,117
Gastos operativos						
Costos directos de operación		-	-	154,206,291	159,508,200	164,989,438
Costos de O&M		-	-	-	-	-
Total Gastos		-	-	154,206,291	159,508,200	164,989,438
Flujo de operación		-	-	(57,933,305)	(90,692,455)	(77,087,322)
Producto financiero de F&R		-	-	-	-	-
Impuesto ISR		-	-	-	-	-
PTU		-	-	-	-	-
Flujo de operación neto		-	-	(57,933,305)	(90,692,455)	(77,087,322)
Costo de Inversión		337,891,674	1,222,674,827	-	-	-
IVA de la inversión inicial		-	-	-	-	-
Recuperación de IVA		-	-	-	-	-
Gastos construcción		-	-	-	-	-
Creación del RCSD		-	-	-	-	-
Flujo después de inv.		(337,891,674)	(1,222,674,827)	(57,933,305)	(90,692,455)	(77,087,322)
Intereses del Crédito S		-	-	-	-	-
Comisiones financieras		-	-	-	-	-
Flujo después costos		(337,891,674)	(1,222,674,827)	(57,933,305)	(90,692,455)	(77,087,322)
Fonadin		116,382,800	320,052,701	-	-	-
GEP		202,292,575	458,629,918	-	-	-
Privado - Capital de Riesgo		9,608,149	155,985,466	-	-	-
Flujo después de aport.		(9,608,149)	(288,006,743)	(57,933,305)	(90,692,455)	(77,087,322)
Disposición del Crédito Senior		9,608,149	288,006,743	-	-	-

Flujo disponible para SD	-	-	(57,933,305)	(90,692,455)	(77,087,322)
Amortización del Crédito S	-	-	-	-	-
Intereses del Crédito S	-	-	32,737,638	32,737,638	32,737,638
Flujo disponible para CV	-	-	(90,670,943)	(123,430,094)	(109,824,960)
Disposición financiamiento MR	-	-	-	1,038,892	1,070,059
Valor de rescate	-	-	-	-	-
Renovación de MR	-	-	-	1,154,324	1,188,954
Amortización financiamiento	-	-	-	106,191	227,248
Intereses financiamiento	-	-	-	51,299	148,952
Comisión por apertura	-	-	-	24,102	24,825
Flujo después de CV	-	-	(90,670,943)	(123,727,117)	(110,344,881)
Aportaciones para FR	-	-	-	-	-
Retiros del FR	-	-	-	-	-
Flujo después FR	-	-	(90,670,943)	(123,727,117)	(110,344,881)
Retribución préstamos	-	-	-	-	-
Flujo después de retribuc.	-	-	(90,670,943)	(123,727,117)	(110,344,881)
Saldo inicial de caja	-	-	-	90,670,943	33,056,175
Saldo disponible RCSD	-	-	(90,670,943)	(33,056,175)	(77,288,706)
Aportación para RCSD	-	-	-	-	-
Retiros RCSD	-	-	-	-	-
Flujo dis. accionistas	-	-	(90,670,943)	(33,056,175)	(77,288,706)
Aportaciones adicionales	-	-	90,670,943	33,056,175	77,288,706
Pago de dividendos	-	-	(90,670,943)	(33,056,175)	(77,288,706)
Reducción de capital	-	-	-	-	-
Dividendo gravado	-	-	-	-	-
Impuesto adicional	-	-	-	-	-
Saldo Final de caja	-	-	90,670,943	33,056,175	77,288,706

Fuente: Elaboración propia, véase el modelo financiero para más detalle

En este apartado se realiza un análisis de los costos e ingresos del proyecto, ya definidos anteriormente, con el propósito de definir su viabilidad en términos monetarios. Para ello se

toma en cuenta la clasificación de los costos generales en aquellos que corresponden a la inversión y a los costos de operación y mantenimiento (O&M); para posteriormente, junto con los ingresos, realizar una proyección a 30 años; sobre los cuales se actualiza a una tasa promedio ponderada de capital (WACC, por sus siglas en inglés) de 11.99%, que toma como tasa de referencia la TIE a 91 días. Con estos insumos se procede al cálculo de los indicadores de rentabilidad como el VPN, la TIR, y el PRID.

Tipo de flujo de fondos del proyecto

Existen dos tipos de flujos de fondos del proyecto, sin financiamiento (también llamado el flujo del proyecto “puro”) y con financiamiento (flujo del proyecto financiado o flujo del inversionista). El flujo del proyecto “puro” asume que la inversión que requiere el proyecto proviene de fuentes de financiamiento internas (propias); es decir, los recursos totales provienen de la entidad ejecutora o del inversionista. Mientras que, el flujo del inversionista supone que los recursos que utiliza el proyecto son en parte propios y en parte de terceras personas (naturaleza y/o jurídicas), es decir que el proyecto utiliza recursos externos para su financiamiento.

Flujo de fondos del proyecto (flujo sin financiamiento)

Tabla 4.14. Flujo de caja proyectado del proyecto puro

	Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Términos nominales	Núm.	-	1	2	3	4	5
Flujo proyecto puro							
Ingresos proyecto		-	-	96,272,986	68,815,745	87,902,117	111,776,959
Producto financiero		-	-	-	-	-	-
Recuperación de IVA		-	-	-	-	-	-
Gastos operativos		-	-	154,206,291	159,508,200	164,989,438	170,655,994
Pago de ISR		-	-	-	-	-	-
Intereses del CS		-	-	32,737,638	32,737,638	32,737,638	32,737,638
Intereses ren. MR		-	-	-	51,299	148,952	235,856
Inversión inicial		337,891,674	1,222,674,827	-	-	-	-
IVA		-	-	-	-	-	-
Aportaciones FR		-	-	-	-	-	-
Flujo del proyecto		(337,891,674)	(1,222,674,827)	(90,670,943)	(123,481,392)	(109,973,912)	(91,852,528)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.15. Estimación de los indicadores de rentabilidad financiera del **proyecto puro**

Indicadores de rentabilidad financiera	Resultados
VPN (pesos)	(2,159,789,099)
PRID (años)	30

Fuente: Elaboración propia

Flujo del proyecto financiado o flujo del inversionista

Tabla 4.16. Flujo de caja proyectado para el privado

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Términos nominales						
Núm.	-	1	2	3	4	5
Flujo del privado						
Pago de dividendos	-	-	(90,670,943)	(33,056,175)	(77,288,706)	(15,076,758)
Reducción de capital	-	-	-	-	-	-
dividendo gravado	-	-	-	-	-	-
Pago a accionistas	-	-	(90,670,943)	(33,056,175)	(77,288,706)	(15,076,758)
Capital de riesgo	9,608,149	155,985,466	-	-	-	-
Flujo del privado	(9,608,149)	(155,985,466)	(90,670,943)	(33,056,175)	(77,288,706)	(15,076,758)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.17. Estimación de los indicadores de rentabilidad financiera del **privado**

Indicadores de rentabilidad financiera	Resultados
VPN (pesos)	(573,359,220)
PRID (años)	30

Fuente: Elaboración propia

Considerando en la estructura financiera del proyecto Apoyo No Recuperable de FONADIN-BANOBRAS, en coinversión con el gobierno del Estado de Puebla, para la construcción de la infraestructura especializada, y la participación de inversión privada tanto en la etapa de construcción como en la operación, el proyecto no genera ingresos suficientes a lo largo de su vida útil, por lo que no se garantiza su sostenibilidad financiera.

Los indicadores de rentabilidad están por debajo de su nivel de aceptabilidad

- ✓ La regla del Valor Presente Neto (VPN) establece que no se debe adoptar cualquier proyecto cuyo valor presente es negativo.
- ✓ La regla de decisión de la Tasa Interna de Retorno (TIR) dice que no se adopte cualquier proyecto cuya TIR no exceda la tasa de descuento.

Tabla 4.18. Punto de equilibrio operativo, financiero y económico

Punto de equilibrio	Económico	Operativo	Financiero
Demanda de equilibrio (viajes/d)	103,808	73,831	89,505
Costos totales	679,683	483,405	586,031
Ingresos	679,683		
Costos fijos	167,581		
Costos variables	315,824		
Kilómetros recorridos	18,712		
Costos variables unitarios	16.88		
Tarifa	6.55		
Días efectivos de operación al año	319		
Servicio de la deuda	102,626		102,626
Recuperación de la inversión	93,652		

Fuente: Elaboración propia

Punto de equilibrio: operativo, financiero y económico

El análisis de punto de equilibrio permite visualizar el nivel mínimo de viajes al día que el proyecto requiere para cubrir sus costos totales. El análisis permite proyectar las utilidades (o pérdidas en su caso) ante cambios en la tarifa, nivel y estructura de costos, y nivel de demanda. La fórmula general es: $\text{costos fijos} / (\text{tarifa} - \text{costo total variable unitario})$. El análisis de punto de equilibrio nos permite hacer sensibilidades del impacto en utilidades por cambios en tarifas y nivel de demanda, nivel y estructura de costos, entre otros.

Punto de equilibrio operativo

El nivel de punto de equilibrio operativo permite determinar el nivel de demanda suficiente para cubrir el total de costos operativos del proyecto (73,831 viajes al día), pero no sería suficiente para pagar los intereses de las deudas que pueda tener el proyecto.

Punto de equilibrio financiero

El nivel de punto de equilibrio financiero requiere sumar a los costos fijos el pago por intereses para determinar el nivel de demanda necesario para cubrir los costos operativos y el costo financiero de las deudas (89,505 viajes al día).

Punto de equilibrio económico

El punto de equilibrio económico difiere del financiero, en que incorpora el costo de capital total de la empresa, no sólo el correspondiente a los préstamos contratados. La fórmula para

determinar el punto de equilibrio económico es: $\text{costos fijos} + \text{carga por costo de capital (1- tasa fiscal aplicable)} / (\text{tarifa} - \text{costo variable unitario})$. Arriba del nivel de punto de equilibrio económico es cuando las actividades comerciales empiezan a ser negocio (103,808 viajes al día).

Conclusiones

Considerando la sobreestimación de la demanda en la evaluación *ex ante*, así como una estructura de costos de operación más alto que el estimado, la operación de la Línea uno no es factible desde el punto de vista financiero. Por lo que, requiere del subsidio del Gobierno del Estado de Puebla en su etapa de operación. Considerando el nivel de demanda que arroja el punto de equilibrio económico (103,808 viajes al día), una tarifa de 7.50 pesos por viaje y 319 días al año arroja un nivel de ingreso igual a 248.36 millones de pesos, restando el nivel de ingresos que arroja la demanda del año 2018 (60,663 viajes al día), una tarifa equivalente de 6.55 pesos por viaje y 319 días al año genera un ingreso de 126.70 millones de pesos (aproximadamente el 50% de los costos de operación y mantenimiento de la Línea uno). La diferencia equivale a 121.66 millones de pesos al año, monto estimado que debe cubrir Carreteras de Cuota Puebla. En otras palabras, la Línea uno requiere de un subsidio de al menos el 50% para cubrir sus costos de operación y mantenimiento ¹². Este porcentaje de subsidio es similar a los que reciben los sistemas de transporte masivo que operan en los países del norte.

Las alternativas para reducir el nivel de subsidio de la Línea uno es subir la tarifa o incentivar el uso del transporte público mediante la mejora en la prestación del servicio. Otra opción es revisar la estructura de costos de operación y mantenimiento de la Línea uno, así como los contratos con los diferentes actores del sistema, para optimizar los recursos. Además, se pueden contemplar otras fuentes de ingreso como la publicidad en las tarjetas de prepago, la renta de locales, entre otras.

¹² Subsidiar al transporte público urbano de pasajeros se fundamenta en el papel que tiene el Estado de garantizar el bienestar general y ayudar al mejoramiento de la calidad de vida de todos sus ciudadanos, haciendo viable que la prestación de los servicios públicos esenciales cubra a toda la población de un país, principalmente a la población de bajos ingresos (Vázquez Moreno, 2013).

CAPÍTULO 5

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN SOCIAL

El proyecto denominado “primer corredor de la zona metropolitana de la Ciudad de Puebla” se registró en la cartera de proyectos de la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (USHCP) en el año 2011, con clave de cartera 11093110026¹³. El registro se logró una vez que el proyecto demostró su factibilidad socioeconómica, así como su factibilidad técnica, legal y ambiental.

La evaluación *expost*, desde el punto de vista social con enfoque de eficiencia¹⁴, de la línea Chachapa-Tlaxcalancingo tiene como finalidad determinar si el proyecto genera beneficios mayores para la sociedad que los costos asociados a su construcción y operación. Para determinar la factibilidad del proyecto, se estimarán los indicadores de rentabilidad socioeconómica como el VPN, la TIR y la TRI a partir de los flujos “reales” del proyecto. Con base en el criterio de eficiencia en la asignación de los recursos, la Línea uno es factible si el VPN es positivo, la TIR y la TRI mayor a la tasa social de descuento, equivalente a 10% anual real.

La Línea uno del sistema ruta se cataloga dentro de los proyectos que liberan recursos. El supuesto implícito en este caso es que los cambios de precios (tarifas del servicio de transporte público) generadas por la construcción y operación del proyecto no altera de manera significativa la cantidad demandada, lo que equivale a asumir que la demanda es perfectamente inelástica. Por ende, sólo se genera beneficio social del tipo ahorro de costos (comparando la situación sin proyecto y la situación con proyecto).

Los indicadores de rentabilidad social se calculan a partir del flujo de efectivo. Dicho flujo resulta de comparar los costos y beneficios en cada momento del tiempo a lo largo de la vida útil del proyecto. Para estimar los costos y beneficios, se definió la “línea base” o “situación sin proyecto optimizada” y la “línea final” o “situación con proyecto” (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, 2018). A partir de los costos

¹³ Cabe señalar que la Unidad de Inversiones registra sólo a aquellos programas y proyectos de inversión que demuestran su rentabilidad social.

¹⁴ El enfoque de eficiencia no considera los efectos distributivos; es decir, los costos o los beneficios se agregan sin tener en cuenta a qué individuo (o individuos) van a parar. En otras palabras, el bienestar de un peso en las manos de un rico es igual al bienestar de un peso en las manos de un pobre.

incrementales, se determinaron los ahorros atribuibles a la operación del sistema de transporte masivo, a saber: el ahorro en tiempo de traslado y el ahorro en costo de operación vehicular.

El horizonte de evaluación del proyecto según la evaluación *ex ante* es de 31 años, 29 años de operación o vida útil del proyecto y 2 años de construcción¹⁵. La evaluación *ex post* considera 31 años como horizonte de evaluación, 29 de operación y 2 de construcción¹⁶.

Situación sin proyecto optimizada

Con base en la evaluación *ex ante* realizada por Logit (2011), la situación sin proyecto optimizada, como línea base, se determinó a partir de considerar ciertas medidas de optimización a la situación actual que presentó el proyecto de inversión. Para el caso de la Línea uno, las medidas de optimización que se propusieron son:

- Sincronización de semáforos
- Definición de puntos de ascenso y descenso de viajes (paradas fijas)
- Adecuación en las frecuencias operacionales
- Sistema de cobro a bordo

A partir de estas medidas de optimización, se estimó que la velocidad de operación del transporte público se mejora, pasa de 18 a 19 km/h en promedio, sobre todo en las horas pico donde se presenta el mayor grado de congestión vehicular. Esta mejora en la velocidad de operación se traduce en un ahorro de tiempo de traslado para los usuarios de las rutas con incidencia en el proyecto de hasta 5 minutos en promedio al día (Logit, Logística, Informática y Transporte, S.A. de C.V., 2011).

Análisis de la oferta

La oferta de transporte público incluye la cantidad y recorrido de rutas, horarios de servicio, frecuencia de paso, velocidad comercial, estado físico de las unidades, entre otros (Molinero Molinero & Sánchez Arellano, 2003).

¹⁵ El calendario de ejecución de las obras contempló 14 meses, incluyendo el equipamiento y la compra del material rodante.

¹⁶ Con base en los contratos entre el gobierno local y las empresas prestadoras del servicio, se contempló un periodo de la obra del 5 de septiembre de 2011 al 28 de octubre de 2012, la cual se aplazó para el 9 de marzo de 2012 al 02 de mayo de 2013.

En la situación sin proyecto, para la implementación de la ruta troncal, se consideraron 29 rutas: 6 foráneas y 23 urbanas. De estas, solo 12 rutas de transporte son las que tienen incidencia directa en la cuenca Chachapa – Tlaxcalancingo, según criterios definidos, estas rutas son:

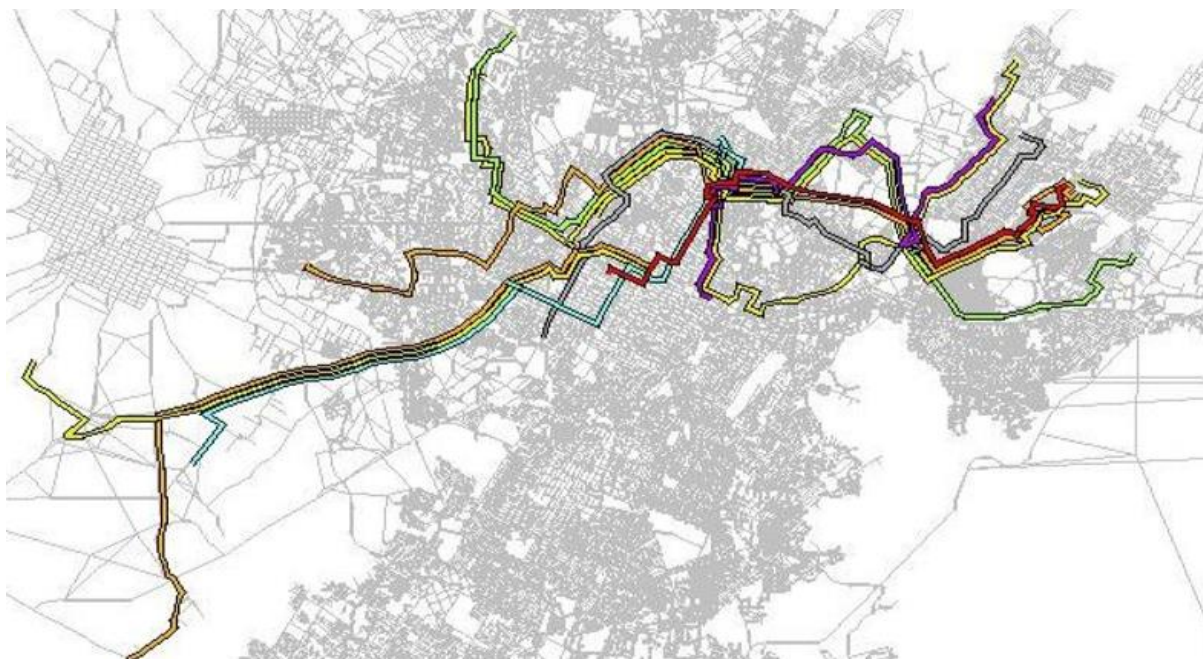
Tabla 5.1. Rutas con incidencia directa en el proyecto y sus datos operacionales

Nombre de la ruta	Flota (núm.)	Autobús (núm.)	Microbús (núm.)	Longitud de la ruta 2 sentidos (km/2S)	Velocidad (km/h)
C-5.1-RUTA LUSAC - SAN ANTONIO, SANTA CLARA	15	13	2	34	19
C-5.2-RUTA LUSAC - ACATEPEC, TONANZINTLA	17	13	4	30	19
C-5-RUTA LUSAC - SAN ANTONIO POR ADOQUIN	16	6	10	36	21
C-7-RUTA TLAXCALANCINGO, NACUZARI	14	14		32	19
X-17-RUTA 32 "A" BOSQUES, ZAVALTA	37	20	17	48	18
X-16-RUTA 32 BOSQUES, PASEO BRAVO	35	22	13	27	18
D-16-RUTA 36 - MEGA	14	14		41	18
D-16.1-RUTA 36 - AUCHAN	16	16		41	18
S/C-RUTA TPT ATLIXCO	18	18		70	20
S/C-RUTA ACAPETLAHUACAN	28	28		70	20
S/C-RUTA MALACATEPEC, OCUYUCAN, PUEBLA	17	17		54	20
S/C-RUTA OCUYUCAN, PUEBLA	10	10		54	23
Total	237	191	46	290	19

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación *ex ante* (2011)

Los criterios que se consideraron para elegir 12 de las 29 rutas son de índole físico, afectación y demanda. Desde el punto de vista físico, se consideró el tramo que recorrían las rutas sobre las vialidades principales, las cuales incluyen el inicio del periférico y boulevard Atlixco hasta la 10 poniente, y de esta avenida hasta la diagonal Defensores de la Republica y, finalmente, hasta llegar a la terminal de Chachapa. Con relación a la afectación, se consideró que, si más del 25% de sus ascensos/descensos ocurrían sobre el eje del corredor, la ruta sufriría una afectación importante en su demanda.

Figura 5.1. Trazo de las rutas con incidencia directa en la ruta troncal



Fuente: Vázquez (2014)

Análisis de la demanda

La demanda diaria estimada para las rutas que participaron en el proceso de implantación del corredor es de 107,758 pasajeros diarios, la distribución del comportamiento de la demanda actual es como sigue (Logit, Logística, Informática y Transporte, S.A. de C.V., 2011)¹⁷:

- Demanda convertida a Troncal con 71,704 viajes diarios, esta demanda era distribuida por las rutas eliminadas y reducidas en la longitud de su recorrido, convirtiéndose en demanda exclusiva en el corredor.
- Demanda compartida de 36,054, proveniente de las rutas alimentadoras derivadas de los mismos concesionarios que integran la troncal, más las rutas reestructuradas de otros concesionarios y rutas transversales que alimentan indirectamente al corredor.

Situación con proyecto

La Línea uno del sistema RUTA está conformada por una ruta troncal y once rutas alimentadoras, cuyo recorrido abarca los municipios de Amozoc, Puebla y San Andrés Cholula.

¹⁷ “La demanda se compone por todos aquellos pasajeros que utilicen, en algún punto, la ruta que esté en estudio” (Meixueiro Garmendia, Pérez Cruz, & Mascle Allemand, 2009).

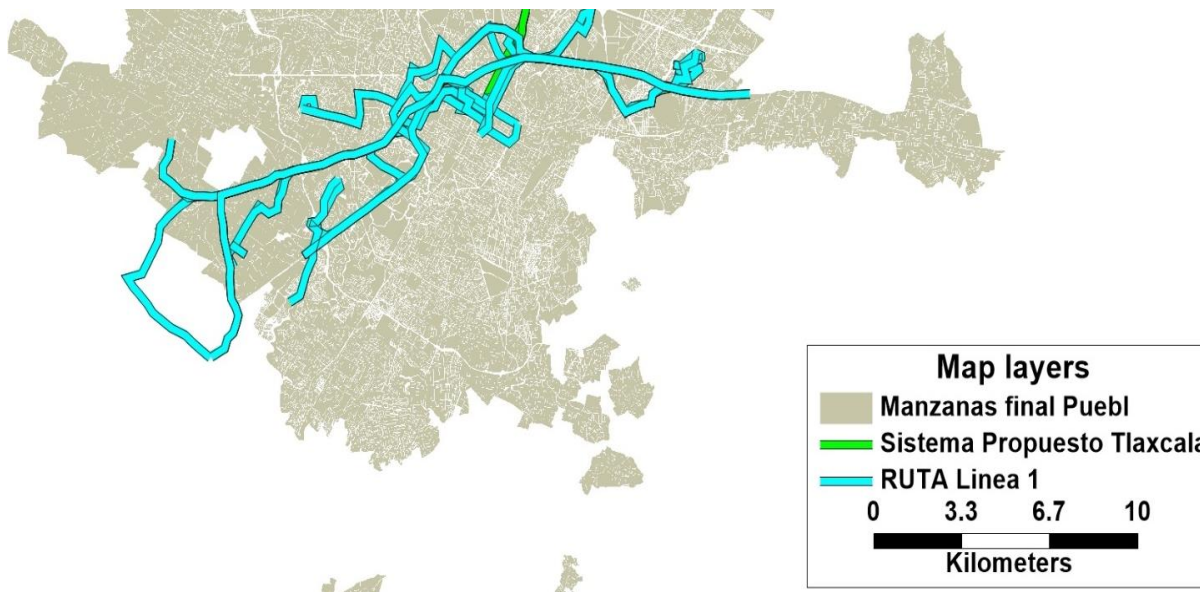
Figura 5.2. Recorrido de la línea Chachapa-Tlaxcalancingo



Fuente: Elaboración propia con actualización de rutas (2019) y el software QGIS

La ruta troncal opera 18 horas de lunes a sábado, en un horario de 05:00 a 23:00 horas, y los domingos y días festivos 17 horas. Las rutas alimentadoras ofrecen su servicio en un horario de 16 horas. La prestación del servicio en la ruta troncal se realiza con vehículos tipo articulado con capacidad estática de 160 pasajeros, y vehículos tipo padrón con capacidad de 100 pasajeros. Las rutas alimentadoras ofrecen su servicio con vehículos tipo midibús con capacidad de 45 pasajeros.

Figura 5.3. Trazo de las rutas que forman parte de la Línea uno del sistema RUTA



Fuente: Elaboración *ex ante* (2011)

En esta investigación denominaremos ruta Origen-Destino a un par de puntos entre los que se produce un flujo de transporte de viajeros. En este caso, los puntos son entre ciudades que forman parte de la Zona Metropolitana de Puebla, como Amozoc y San Andrés Cholula del estado de Puebla, específicamente los viajes que se producen entre la terminal de Chachapa y la terminal de Tlaxcalancingo para la ruta troncal. Esta ruta cuenta con 36 estaciones a lo largo de su recorrido Tabla 5.2. La distancia promedio entre ellas es de 489 metros, su ubicación responde, por un lado, a los puntos principales de ascenso/descenso de viaje y, por otro, a la distancia recomendada en la literatura especializada que es de 500 metros.

Tabla 5.2. Estaciones a lo largo del recorrido de la Línea uno

Núm.	Estación	Distancia entre estaciones (m)	Núm.	Estación	Distancia entre estaciones (m)
	Terminal Tlaxcalancingo	-	19	Los lavaderos	375
1	Emiliano Zapata	810	20	Puente Zaragoza	480
2	Casa de Ángeles	688	21	Ignacio Zaragoza	408
3	Carmen Serdán	411	22	Los fuertes	422
4	Hospital para el niño poblano	342	23	Tecnológico	418
5	Estrella del sur	336	24	La Ciénega	458
6	Las animas	917	25	La Rosa	773
7	25 Poniente	378	26	18 de noviembre	448
8	Matamoros	541	27	La Resurrección	529
9	Juárez Serdán	644	28	Universidad Tecnológica	493
10	Hermanos Serdán	640	29	Rivera Anaya	326
11	San Alejandro	439	30	Amalucan	437
12	Defensores de la República	321	31	Bosques	881
13	18 Poniente	534	32	Galaxia	442
14	Pestalozzi	390	33	El Pilar	435
15	Santa Anita	466	34	Mixatlac	519
16	Constitución de 1917	444	35	Santa Mago	486
17	El Rayito	301	36	Chachapa	432
18	China Poblana	337		Terminal de Chachapa	400
	Promedio (m)	489			

Fuente: Elaboración propia con datos de la plataforma moovit

Atendiendo al criterio de densidad, la tecnología más apropiada para la ZMP es el tipo BRT, ya que esta zona tiene una densidad media urbana de 76.60 habitantes/hectárea (INEGI, 2010). Es decir, en promedio viven 180 personas por kilómetro cuadrado en el estado de Puebla versus 61 personas por kilómetro cuadrado a nivel nacional (INEGI, 2015). En este sentido, la Línea uno del sistema RUTA opera con la tecnología apropiada, cuya flota vehicular comprende 6 vehículos

articulados con capacidad de 160 pasajeros, 16 vehículos padrón con capacidad de 100 pasajeros y 97 vehículos alimentadores con capacidad de 50 pasajeros.

Tabla 5.3. Rutas de la Línea uno y sus datos operacionales

	Rutas	Unidades programadas (núm.)	Unidades real (núm.)	Intervalo programado	Intervalo Real	Longitud de recorrido (km/sentido)	Longitud de recorrido del usuario (km/sentido)
Troncal	Chachapa - Tlaxcalancingo (troncal)	22	20	5 a 6	7 a 8	17.50	8.75
A1	Tlaxcalancingo - Malacatpec/Coltzingo	22	21	15	20	10.00	5.00
A2a	Tlaxcalancingo - Santa Clara Ocoyucan - Centro (Ramal)					20.01	10.00
A3	Tlaxcalancingo - Santa María Tonantzintla					7.40	3.70
A3a	Tlaxcalancingo - Santa María Tonantzintla - Centro					15.65	7.83
A4	Tlaxcalancingo - Adoquín - Tlaxcalancingo					6.15	3.08
A6	Estadios - Auchan					21	16
A6-A	Estadios Mega	21.85	10.93				
A8	Bosques - CAPU	21	16	8 a 8	10 a 14	23.70	11.85
A9	Bosques - Suburbia					16.00	8.00
A Centro	Chachapa - Centro	7	7	15	15	16.00	8.00
A Centro	Tlaxcalancingo - Centro	7	7	15	15	16.00	8.00

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación *ex ante* (2011)

A partir de la demanda, entendida como el número de viajeros que desean moverse en una ruta en un periodo de tiempo, la Línea uno registró 48,499 viajes diario promedio entre los años 2014 y 2018. Se excluye la demanda registrada en el año 2013 debido a que se comportó de manera atípica. Es decir, los primeros 6 meses de operación de la Línea uno, el gobierno del estado de Puebla decidió ofrecer el servicio sin cobro de tarifa, lo que se tradujo en un nivel de demanda relativamente alto comparado con la demanda registrada una vez que se inició con el cobro de la tarifa.

Tabla 5.4. Demanda de viajes realizados al día entre los años 2013 y 2018

Año	Viajes diarios (viajes/d)		
	Ruta troncal	Rutas alimentadoras	Total (viajes/d)
2013	45,500	-	45,500
2014	24,510	7,826	32,336
2015	33,107	8,349	41,456
2016	37,552	15,316	52,868
2017	40,182	15,216	55,399
2018	45,618	14,818	60,436
		Promedio	48,499

Fuente: Elaboración propia con datos anónimos (2018)

La demanda registrada por la Línea uno hasta el año 2018 no ha alcanzado el nivel estimado de 107,758 viajes al día para el año de inicio de operación del proyecto, como se indica en la evaluación *ex ante*. Bajo esta situación, se argumenta que hay una **sobreestimación de la demanda**. Como puede observarse en la tabla anterior, la demanda crece a una tasa media anual igual a 16.80% para la ruta troncal y 17.30% para las rutas alimentadoras, entre los años 2014 y 2018. La proyección de la demanda, para cubrir la vida útil del proyecto, se basa en las proyecciones realizadas por el CONAPO para la Población Económicamente Activa (PEA) en el estado de Puebla en el periodo 2015-2030. Empíricamente se ha comprobado que la variación de la movilidad está ligada a la evolución de la población ocupada.

Tabla 5.5. Proyección de la demanda

Año	Viajes diarios (pax/d)	Año	Viajes diarios (pax/d)
2020	45,500	2036	66,189
2021	32,336	2037	66,738
2022	41,456	2038	67,292
2023	52,868	2039	67,851
2024	55,399	2040	68,414
2025	60,436	2041	68,982
2026	60,938	2042	69,554
2027	61,444	2043	70,132
2028	61,954	2044	70,714
2029	62,468	2045	71,301
2030	62,986	2046	71,893
2031	63,509	2047	72,489
2032	64,036	2048	73,091
2033	64,568	2049	73,698
2034	65,104	2050	74,309
2035	65,644	2051	74,926

Fuente: Elaboración propia con tasas de crecimiento estimadas a partir de las proyecciones de la PEA (CONAPO 2015-2030)

Empero, en la literatura especializada, se subraya que la proyección de la demanda de viajes está en función de variables como la tasa de crecimiento de la población, la tasa de motorización, el uso de suelo, el crecimiento del producto interno bruto y el comportamiento histórico de la demanda, para más referencia véase (Bussière, Madre, & Pérez Mendoza, 2009).

Costos de inversión y operación del proyecto de inversión

El costo de inversión inicial del proyecto de inversión actualizado a 2020 es de 1,586.97 millones de pesos sin el Impuesto al Valor Agregado (IVA)¹⁸.

Tabla 5.6. Estructura de costos de inversión inicial actualizado a precios de 2020

Resumen de la inversión actualizada	Cifras en miles de pesos			
	2020	2021	2022	Total (sin IVA)
Infraestructura	\$ 370,306	\$ 589,532	\$ 363,641	\$ 1,323,479
Sistema de recaudo y despacho	\$ -	\$ -	\$ 72,061	\$ 72,061
Material Rodante	\$ -	\$ -	\$ 191,431	\$ 191,431
Sub-total (sin IVA)	\$ 370,306	\$ 589,532	\$ 627,133	\$ 1,586,971
Total (sin IVA)	\$ 1,586,971			
IVA	\$ 246,706			
Monto con IVA	\$ 1,833,676			

Fuente: Elaboración propia con información tomada de los contratos (2011-2013)

Costo por molestias

Los cierres totales o parciales de las avenidas y calles dentro de la zona de influencia de la Línea uno generó un aumento en el tiempo de recorrido de los usuarios que se transportan por esta zona, tanto a usuarios del transporte público como del transporte privado. Por lo que, para fines de evaluación socioeconómica, se cuantificó y valoró su impacto negativo a los usuarios estimado en 77.64 millones de pesos.

¹⁸ Para actualizar el costo de inversión inicial se utilizó el facto de indexación base 2020 de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Tabla 5.7. Estimación del costo por molestias, actualizado a precios del año 2020

Tiempo de desviación monetizado durante la obra							
Demanda							
Público				Privado			
Poniente-Oriente		Oriente-Poniente		Poniente-Oriente		Oriente-Poniente	
HMD	HV	HMD	HV	HMD	HV	HMD	HV
3,628,943	2,642,927	4,177,858	3,659,438	4,018,970	1,658,432	4,286,100	1,923,336
471,413	347,357	545,847	479,684	1,111,429	458,670	1,185,308	531,780
814,616	307,930	818,815	174,960	3,571,775	1,763,954	4,207,540	2,591,869
678,380	256,962	683,987	144,833	732,158	361,672	862,542	531,111
1,453,460	1,023,269	1,039,976	542,959	833,446	503,221	1,188,948	490,467
7,365	3,104	6,349	2,681	1,048	431	2,503	1,034
1,616	673	1,388	586	1,813	751	4,345	1,785
105,541	43,516	91,567	38,000	14,269	5,881	13,586	5,605
1,536,787	628,600	1,334,134	553,544	158,583	65,336	150,952	62,374
322,853	185,243	381,072	220,528	1,469,231	605,913	1,758,617	725,194
170,816	97,863	201,510	117,881	1,001,904	413,110	1,199,254	494,497
1,482,532	622,437	758,242	999,672	1,006,006	631,180	746,975	474,557
Total, de costos por molestias 77,639,179							

Fuente: Elaboración propia con información de la evaluación *ex ante*, actualizado a 2020

El costo estimado por las molestias generadas durante la construcción de los carriles exclusivos de la Línea uno duró 14 meses, 3 meses en el año 2011 y 11 meses en el año 2012.

Tabla 5.8. Estimación del costo por molestias para el año 1 y el año 2, actualizado a precios del año 2020

Costo por molestias		
Año 1	21.43%	16,637
Año 2	78.57%	61,002
	100.00%	77,639

Fuente: Elaboración propia con información de los diferentes contratos

Beneficios atribuibles a la operación de la Línea uno del sistema RUTA

Ahorro de tiempo de traslado

A diferencia de otros bienes y servicios, los usuarios del servicio de transporte público deben cubrir el costo de la tarifa y aportar su tiempo; por lo que, asumen un mayor costo al momento

de consumir el servicio. El tiempo que el usuario consume para cubrir su origen y destino puede dedicarlo al trabajo o al ocio. De aquí la importancia de que el usuario dedique el menor tiempo posible a cada uno de los viajes que realiza.

Para determinar el tiempo de traslado que un usuario emplea en cada uno de los viajes que realiza, resulta importante determinar la cadena de viaje¹⁹. La evaluación *ex ante* contempla el tiempo de espera, el tiempo de transbordo y el tiempo de recorrido en la cadena de viaje²⁰.

Tabla 5.9. Cadena de viaje y tiempo estimado de traslado para la situación sin proyecto

Situación sin proyecto optimizada				
Rutas	Tiempo de espera (min)	Transbordo (min)	Tiempo de recorrido (min)	Tiempo de traslado total (min)
C-5.1-RUTA LUSAC - SAN ANTONIO, SANTA CLARA	12	3	25	40
C-5.2-RUTA LUSAC - ACATEPEC, TONANZINTLA	11	3	25	40
C-5-RUTA LUSAC - SAN ANTONIO POR ADOQUIN	12	3	23	38
C-7-RUTA TLAXCALANCINGO, NACOZARI	9	3	25	37
X-17-RUTA 32 "A" BOSQUES, ZAVALETA	6	3	27	36
X-16-RUTA 32 BOSQUES, PASEO BRAVO	5	3	27	35
D-16-RUTA 36 – MEGA	8	3	27	38
D-16.1-RUTA 36 – AUCHAN	7	3	27	37
S/C-RUTA TPT ATLIXCO	15	3	24	42
S/C-RUTA ACAPETLAHUACAN	10	3	24	37
S/C-RUTA MALACATEPEC, OCUYUCAN, PUEBLA	9	3	24	36
S/C-RUTA OCUYUCAN, PUEBLA	20	3	21	43
Promedio	10.44	3.00	24.91	38.35

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la evaluación *ex ante* (2011)

El tiempo de espera o el tiempo que el viajero tiene que esperar en la parada hasta abordar el autobús en la situación sin proyecto es, en promedio, de 10.44 minutos. Este tiempo es mayor cuanto menor sea la frecuencia del servicio, medido en número de vehículos por hora. El tiempo de transbordo, pasar de una ruta a otra, se estima en 3 minutos. El tiempo de recorrido o el tiempo que el usuario pasa dentro del vehículo de transporte para la situación sin proyecto es de 24.91 minutos. Por lo que, el tiempo de traslado promedio es de 38.35 minutos bajo las condiciones de operación con ciertas medidas de optimización.

¹⁹ A diferencia del transporte público, en el coche normalmente coinciden el tiempo de traslado y el tiempo de recorrido. Es decir, el total de la cadena de viaje y el tiempo de recorrido a bordo de la unidad (una parte de dicha cadena), normalmente coinciden.

²⁰ La cadena de viaje puede considerar el tiempo de caminata entre el origen y la parada de autobús, y viceversa.

Tabla 5.10. Cadena de viaje y tiempo estimado de traslado para la situación con proyecto

Situación con proyecto				
Rutas	Tiempo de espera (min)	Tiempo de recorrido (min)	Transbordo (min)	Tiempo de traslado (min)
Chachapa – Tlaxcalancingo (troncal)	7	24	1	31.86
Tlaxcalancingo - Malacatpec/Coltzingo	20	8	1	28.50
Tlaxcalancingo - Santa Clara Ocoyucan - Centro (Ramal)	20	40	1	61.01
Tlaxcalancingo - Santa María Tonantzintla	20	6	1	26.55
Tlaxcalancingo - Santa María Tonantzintla - Centro	20	34	1	54.54
Tlaxcalancingo - Adoquin - Tlaxcalancingo	20	11	1	31.85
Estadios - Auchan	10	31	1	42.21
Estadios Mega	10	33	1	43.78
Bosques - CAPU	10	37	1	48.42
Bosques - Suburbia	10	32	1	43.00
Chachapa - Centro	15	32	1	48.00
Tlaxcalancingo - Centro	15	32	1	48.00
Promedio	14.75	1.00	26.56	42.31

Fuente: Elaboración propia con datos de fuentes diversas (2020)

Una vez identificado y cuantificado el tiempo de viaje que los usuarios de las rutas con incidencia directa en el corredor asumen, lo que sigue es traducirlo en unidades monetarias. Para valorar el tiempo de viaje consideramos el valor social del tiempo publicado por el Instituto Mexicano del transporte para el Estado de Puebla, 60 pesos/hora por motivo trabajo y 36 pesos/hora por motivo placer (Torres Vargas, Hernández García, González García, & Arroyo Osorno, 2020).

Tabla 5.11. Valor social del tiempo

Motivo de viaje	% Demanda	Valor social del tiempo	Promedio ponderado
Trabajo	63%	\$ 60.00	\$ 37.76
Placer	37%	\$ 36.00	\$ 13.35
Promedio ponderado			51.10

Fuente: Elaboración propia con datos de la publicación técnica núm.182 del IMT (2020)

Para anualizar el ahorro diario, se multiplicó por 319 días. Este número de días refleja el comportamiento de la demanda en los fines de semana y los días festivos que, comparado con los días hábiles, muestran un nivel de demanda más bajo, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 5.12. Estimación de los días de operación al año

Estimación de los días de operación		% demanda	Días equivalentes
días del año calendario (núm.)	365		
Días laborales	249	100%	249
Sábados	52	70%	36
Domingos	52	55%	29
Días festivos*	12	38%	5
Oficiales en México	8		
Regionales	4		
Jornadas "normales" (días/año)	365		319

Fuente: Elaboración propia, con base en el comportamiento registrado de la demanda (2018)

Para determinar el ahorro en tiempo de traslado (80.16 millones de pesos) para el año 2022, se calculó la diferencia entre el costo del tiempo de traslado en la situación sin proyecto (474.06 millones de pesos) y el costo del tiempo de traslado en la situación con proyecto (393.90 millones de pesos).

Tabla 5.13. Proyección del ahorro en tiempo de traslado en el horizonte de evaluación

Año	Situación sin proyecto	Situación con proyecto		Situación sin proyecto		Situación con proyecto		Ahorro (\$/año)
	Horas totales	Troncal	Alimentadoras	Costo del tiempo al día (\$/d)	Costo del tiempo anual (\$/año)	Costo del tiempo al día (\$/d)	Costo del tiempo anual (\$/año)	
2020	0	0	0	-	-	-	-	-
2021	0	0	0	-	-	-	-	-
2022	29,080	24,163	0	1,486.1	474,064	1,234.81	393,903	80,161
2023	20,667	13,016	5,632	1,056.1	336,910	953.00	304,005	32,905
2024	26,496	17,582	6,008	1,354.0	431,930	1,205.53	384,564	47,365
2025	33,789	19,942	11,023	1,726.7	550,831	1,582.39	504,783	46,048
2026	35,407	21,339	10,951	1,809.4	577,201	1,650.12	526,388	50,813
2027	38,772	24,340	10,673	1,981.4	632,055	1,789.28	570,781	61,274
2028	39,094	24,542	10,762	1,997.8	637,302	1,804.13	575,519	61,783
2029	39,418	24,746	10,851	2,014.4	642,591	1,819.11	580,296	62,296
2030	39,745	24,951	10,941	2,031.1	647,925	1,834.21	585,112	62,813
2031	40,075	25,158	11,032	2,048.0	653,303	1,849.43	589,969	63,334
2032	40,408	25,367	11,124	2,065.0	658,726	1,864.78	594,866	63,860
2033	40,743	25,578	11,216	2,082.1	664,193	1,880.26	599,804	64,390
2034	41,082	25,790	11,309	2,099.4	669,706	1,895.87	604,782	64,924
2035	41,423	26,004	11,403	2,116.8	675,265	1,911.60	609,802	65,463
2036	41,766	26,220	11,498	2,134.4	680,870	1,927.47	614,863	66,006
2037	42,113	26,437	11,593	2,152.1	686,521	1,943.47	619,967	66,554
2038	42,463	26,657	11,689	2,170.0	692,220	1,959.60	625,113	67,107
2039	42,815	26,878	11,786	2,188.0	697,965	1,975.87	630,302	67,664

Año	Situación sin proyecto	Situación con proyecto		Situación sin proyecto		Situación con proyecto		Ahorro (\$/año)
	Horas totales	Troncal	Alimentadoras	Costo del tiempo al día (\$/d)	Costo del tiempo anual (\$/año)	Costo del tiempo al día (\$/d)	Costo del tiempo anual (\$/año)	
2040	43,170	27,101	11,884	2,206.1	703,759	1,992.27	635,533	68,225
2041	43,529	27,326	11,983	2,224.5	709,600	2,008.80	640,808	68,792
2042	43,890	27,553	12,082	2,242.9	715,490	2,025.48	646,127	69,363
2043	44,254	27,782	12,183	2,261.5	721,429	2,042.29	651,490	69,938
2044	44,622	28,012	12,284	2,280.3	727,417	2,059.24	656,898	70,519
2045	44,992	28,245	12,386	2,299.2	733,454	2,076.33	662,350	71,104
2046	45,366	28,479	12,488	2,318.3	739,542	2,093.57	667,848	71,694
2047	45,742	28,716	12,592	2,337.6	745,681	2,110.94	673,391	72,289
2048	46,122	28,954	12,697	2,357.0	751,870	2,128.47	678,981	72,889
2049	46,505	29,194	12,802	2,376.5	758,111	2,146.13	684,616	73,494
2050	46,891	29,437	12,908	2,396.2	764,403	2,163.95	690,299	74,104
2051	47,280	29,681	13,015	2,416.1	770,748	2,181.91	696,029	74,720

Fuente: Elaboración propia, cifras en miles de pesos.

Ahorro en costo de operación vehicular

El ahorro en costo de operación vehicular se determinó con base en los costos de operación vehicular de la flota utilizada para la prestación del transporte público de pasajeros para la situación sin proyecto versus la situación con proyecto. Este beneficio para la sociedad se genera, principalmente, por la reducción del kilometraje total recorrido, y a la mejora tecnológica por renovación de flota y tipos de combustible; es decir, la reducción en los costos de operación vehicular descrita en el planteamiento teórico deriva de los siguientes cambios con la puesta en operación del proyecto.

- Una reestructuración de la red de transporte público, que hace más eficiente el transporte al incluir rutas troncales con infraestructura especializada y rutas alimentadoras.
- Una mejora tecnológica, vehículos más eficientes y con tecnología limpia.

El costo de operación vehicular estimado para la situación sin proyecto optimizada es de 227.58 millones de pesos, monto actualizado a precios del año 2020.

Tabla 5.14. Costo de operación vehicular en la situación sin proyecto optimizado

Sin proyecto					
Modo de transporte	Flota en operación (núm.)	Kilómetros recorridos por vehículo al día (km/d)	Kilómetros recorridos por la flota al día	Costo de operación unitario (\$/km-veh.)	COV anual (\$/año)*
Autobuses	191	169.92	32,455	\$ 18.84	\$ 195,006
Microbús	46	131.35	6,042	\$ 16.90	\$ 32,574
	237		38,497		227,580

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación *ex ante*, montos actualizados a 2020

*Cifras en miles de pesos

El costo de operación vehicular para la situación con proyecto se estima en 105.56 millones de pesos actualizado a precios del año 2020.

Tabla 5.15. Costo de operación vehicular en la situación con proyecto

Con proyecto				
Modo de transporte	Kilómetros recorridos al mes por la flota (km/flota-mes)	Costo de operación vehicular unitario (\$/km)	Costo de operación vehicular mes (\$/mes)	Costo de operación vehicular anual (\$/año)*
Articulado	45,249	24.71	1,118	13,416
Padrón	102,947	24.71	2,544	30,522
Midibús	333,231	15.41	5,135	61,622
			Costo total (\$/año)	105,560

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación *ex ante*, montos actualizados a 2020

*Cifras en miles de pesos

La proyección del ahorro en costo de operación vehicular asume que el costo de operación unitario se mantiene constante. El ahorro en costo de operación crece conforme pasa el tiempo derivado de un incremento en el número de kilómetros recorridos al día, y este número de kilómetros crece en función al cambio en la demanda. Cabe señalar que el ahorro en costo de operación vehicular aplica hasta el año 2022, una vez que entró en operación el proyecto.

Tabla 5.16. Proyección del ahorro en costo de operación vehicular

Año	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro (\$/año) *
	Costo total (\$/año)	Costo total (\$/año)	
2021			
2022	\$ 230,016	\$ 105,560	\$ 124,457
2023	\$ 232,479	\$ 105,560	\$ 126,919
2024	\$ 234,968	\$ 105,560	\$ 129,408
2025	\$ 236,918	\$ 105,560	\$ 131,358
2026	\$ 238,885	\$ 105,560	\$ 133,325
2027	\$ 240,867	\$ 105,560	\$ 135,308
2028	\$ 242,867	\$ 105,560	\$ 137,307
2029	\$ 244,882	\$ 106,436	\$ 138,447
2030	\$ 246,915	\$ 107,319	\$ 139,596
2031	\$ 248,965	\$ 108,210	\$ 140,754
2032	\$ 251,031	\$ 109,108	\$ 141,923
2033	\$ 253,115	\$ 110,014	\$ 143,101
2034	\$ 255,216	\$ 110,927	\$ 144,288
2035	\$ 257,334	\$ 111,848	\$ 145,486
2036	\$ 259,470	\$ 112,776	\$ 146,694
2037	\$ 261,624	\$ 113,712	\$ 147,911
2038	\$ 263,795	\$ 114,656	\$ 149,139
2039	\$ 265,985	\$ 115,608	\$ 150,377
2040	\$ 268,192	\$ 116,567	\$ 151,625
2041	\$ 270,419	\$ 117,535	\$ 152,884
2042	\$ 272,663	\$ 118,510	\$ 154,153
2043	\$ 274,926	\$ 119,494	\$ 155,432
2044	\$ 277,208	\$ 120,486	\$ 156,722
2045	\$ 279,509	\$ 121,486	\$ 158,023
2046	\$ 281,829	\$ 122,494	\$ 159,335
2047	\$ 284,168	\$ 123,511	\$ 160,657
2048	\$ 286,527	\$ 124,536	\$ 161,991
2049	\$ 288,905	\$ 125,570	\$ 163,335
2050	\$ 291,303	\$ 126,612	\$ 164,691
2051	\$ 293,721	\$ 127,663	\$ 166,058

Fuente: Elaboración propia con datos de la evaluación *ex ante*, montos actualizados a 2020

*Cifras en miles de pesos

El beneficio por liberación de recursos se estimó en 136.53 millones de pesos. Este monto resultó de la flota vehicular que salió de operación una vez que entró en operación la Línea uno.

Tabla 5.17. Beneficio por liberación de recursos

Años de antigüedad	Flota vehicular de la situación sin proyecto que sale de operación al sustituirla por el nuevo material rodante del proyecto al momento de iniciar operaciones (A-B)			Valor de reposición de los vehículos que salen de operación (Pesos 2020=100)		
	Autobús (núm.)	Microbús (núm.)	Total (núm.)	Autobús (núm.)*	Microbús (núm.)*	Total (\$)*
1	4	-	4	\$ 3,841	\$ -	\$ 3,841
2	19	-	19	\$ 16,599	\$ -	\$ 16,599
3	38	20	58	\$ 29,904	\$ 10,496	\$ 40,399
4	23	17	40	\$ 16,106	\$ 7,938	\$ 24,044
5	14	9	23	\$ 8,590	\$ 3,682	\$ 12,272
6	21	-	21	\$ 11,064	\$ -	\$ 11,064
7	42	-	42	\$ 18,486	\$ -	\$ 18,486
8	21	-	21	\$ 7,423	\$ -	\$ 7,423
9	9	-	9	\$ 2,401	\$ -	\$ 2,401
10	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
11	-	-	-	\$ -	\$ -	\$ -
12	-	-	-			
Total	191	46	237	\$ 114,412	\$ 22,116	\$ 136,529
					VPN	\$ 100,999

Fuente: Elaboración propia

*Cifras en miles de pesos

El valor de rescate de la infraestructura al término de su vida útil se estima en 168.92 millones de pesos. Este monto se estimó para la infraestructura que tiene una vida útil al término de la operación de la Línea uno.

Tabla 5.18. Valor de rescate de la infraestructura

Concepto	Monto de inversión inicial	% Valor de rescate	Valor de rescate*
	A	B	C=A*B
Obra	\$ 1,012,530	10%	\$ 101,253
Predios	\$ 45,060	100%	\$ 45,060
Infraestructura	\$ 226,121	10%	\$ 22,612
Total (valor de rescate de la infraestructura)			168,925

Fuente: Elaboración propia

*Cifras en miles de pesos

En la siguiente tabla se presentan los costos asociados a la construcción y operación de la Línea uno a lo largo de su vida útil. Para no sobreestimar el cálculo de la TRI, se estimó el Costo Anual Equivalente (CAE) de la renovación del material rodante, que resultó en 16.33 millones de pesos.

Tabla 5.19. Costos totales a lo largo del horizonte de evaluación de la Línea uno

Año	Inv. Infra.	Inv. Recaudo y Despacho	Inv. Material rodante	Costo por molestias	Renovación (MR, R y D)	O&M_Infra.	O&M_R&D	Costos totales*
2020	370,306	-	-	36,052	-	-	-	406,358
2021	589,532	-	-	39,210	-	-	-	628,742
2022	363,641	72,061	191,431	13,468	16,328	1,113	3,681	661,723
2023					16,328	1,113	4,759	22,201
2024					16,328	726	5,958	23,012
2025					16,328	1,434	6,263	24,025
2026					16,328	1,109	6,902	24,339
2027					16,328	1,183	6,959	24,471
2028					16,328	2,040	7,017	25,386
2029					16,328	664	7,075	24,067
2030					16,328	664	7,134	24,126
2031					16,328	2,040	7,193	25,562
2032					16,328	664	7,253	24,245
2033					16,328	664	7,313	24,305
2034					16,328	2,040	7,374	25,743
2035					16,328	664	7,435	24,427
2036					16,328	664	7,497	24,489
2037					16,328	2,040	7,559	25,928
2038					16,328	664	7,622	24,614
2039					16,328	664	7,685	24,677
2040					16,328	2,040	7,749	26,117
2041					16,328	664	7,813	24,805
2042					16,328	664	7,878	24,870
2043					16,328	2,040	7,943	26,312
2044					16,328	664	8,009	25,001
2045					16,328	664	8,076	25,068
2046					16,328	2,040	8,143	26,511
2047					16,328	664	8,210	25,202
2048					16,328	664	8,279	25,270
2049					16,328	2,040	8,347	26,716
2050					16,328	664	8,417	25,408

Fuente: Elaboración propia, para más detalle véase la memoria de cálculo

*Cifras en miles de pesos

Los ahorros atribuibles a la operación de la Línea uno, se presentan en la siguiente tabla. Como puede observarse, los montos asociados a la liberación de recursos se proyectaron a partir del cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE) estimado en 10.85 millones de pesos. Esto con la finalidad de no sobreestimar el cálculo de la TRI.

Tabla 5.20. Ahorros totales a lo largo del horizonte de evaluación de la Línea uno

Año	Ahorros operación	Ahorros tiempo	Liberación recursos	Valor de rescate	Beneficios totales*
2020	-	-	-		-
2021	-	-	-		-
2022	124,457	80,161	10,852		215,470
2023	126,919	32,905	10,852		170,676
2024	129,408	47,365	10,852		187,626
2025	131,358	46,048	10,852		188,258
2026	133,325	50,813	10,852		194,990
2027	135,308	61,274	10,852		207,434
2028	137,307	61,783	10,852		209,942
2029	138,447	62,296	10,852		211,595
2030	139,596	62,813	10,852		213,261
2031	140,754	63,334	10,852		214,941
2032	141,923	63,860	10,852		216,635
2033	143,101	64,390	10,852		218,343
2034	144,288	64,924	10,852		220,065
2035	145,486	65,463	10,852		221,802
2036	146,694	66,006	10,852		223,553
2037	147,911	66,554	10,852		225,318
2038	149,139	67,107	10,852		227,098
2039	150,377	67,664	10,852		228,893
2040	151,625	68,225	10,852		230,703
2041	152,884	68,792	10,852		232,528
2042	154,153	69,363	10,852		234,368
2043	155,432	69,938	10,852		236,223
2044	156,722	70,519	10,852		238,094
2045	158,023	71,104	10,852		239,980
2046	159,335	71,694	10,852		241,882
2047	160,657	72,289	10,852		243,799
2048	161,991	72,889	10,852		245,733
2049	163,335	73,494	10,852		247,682
2050	164,691	74,104	10,852	168,925	418,573

Fuente: Elaboración propia, para más detalle véase la memoria de cálculo

*Cifrase en miles de pesos

Los flujos de beneficios y costos bajo las situaciones sin proyecto y con proyecto se cuantificaron para cada año del horizonte de evaluación. Estos flujos nominales fueron convertidos a flujos descontados por la tasa de descuento establecida en los Lineamientos emitidos por la Unidad de Inversiones (10%), y se obtuvieron los flujos netos sociales del proyecto (SHCP, 2013). Estos flujos fueron utilizados para estimar los indicadores de rentabilidad socioeconómica del proyecto.

Tabla 5.21. Flujo de efectivo e indicadores de rentabilidad social

Año	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Flujo neto (\$)	Indicadores		
				VPN (\$) *	TIR (%)	TRI (%)
2020	386,943	-	(386,943)			
2021	650,534	-	(650,534)	- 978,337.62		
2022	621,851	215,470	(406,381)	(1,314,190)		
2023	22,201	170,676	148,476	(1,202,637)		8.75%
2024	23,012	187,626	164,614	(1,090,204)	#¡NUM!	9.70%
2025	24,025	188,258	164,233	(988,228)	-30.54%	9.68%
2026	24,339	194,990	170,651	(891,900)	-19.89%	10.05%
2027	24,471	207,434	182,963	(798,011)	-12.41%	
2028	25,386	209,942	184,556	(711,914)	-7.23%	
2029	24,067	211,595	187,527	(632,384)	-3.45%	
2030	24,126	213,261	189,135	(559,464)	-0.64%	
2031	25,562	214,941	189,379	(493,088)	1.50%	
2032	24,245	216,635	192,390	(431,786)	3.18%	
2033	24,305	218,343	194,038	(375,581)	4.51%	
2034	25,743	220,065	194,323	(324,409)	5.58%	
2035	24,427	221,802	197,375	(277,159)	6.46%	
2036	24,489	223,553	199,064	(233,837)	7.18%	
2037	25,928	225,318	199,390	(194,389)	7.77%	
2038	24,614	227,098	202,485	(157,970)	8.27%	
2039	24,677	228,893	204,216	(124,579)	8.70%	
2040	26,117	230,703	204,585	(94,169)	9.05%	
2041	24,805	232,528	207,723	(66,099)	9.36%	
2042	24,870	234,368	209,498	(40,363)	9.62%	
2043	26,312	236,223	209,911	(16,921)	9.85%	
2044	25,001	238,094	213,092	4,713	10.04%	
2045	25,068	239,980	214,912	24,549	10.21%	
2046	26,511	241,882	215,370	42,620	10.36%	
2047	25,202	243,799	218,597	59,294	10.49%	
2048	25,270	245,733	220,462	74,581	10.60%	
2049	26,716	247,682	220,966	88,511	10.70%	
2050	25,408	418,573	393,165	111,043	10.85%	
	\$ 2,356,223	\$ 6,605,463	\$ 4,249,240	111,043	10.85%	

Fuente: Elaboración propia, para más detalle véase la memoria de cálculo

*Cifras en miles de pesos

Tabla 5.22. Indicadores de rentabilidad socioeconómica

Indicadores de rentabilidad socioeconómica	Valor
VPN (miles de pesos)	\$ 111,043
TIR (%)	10.85%
TRI (%)	8.75%
B/C (núm.)	1.07

Fuente: Elaboración propia

La Línea uno es factible desde el punto de vista socioeconómico, por las razones siguientes: los indicadores de rentabilidad de largo plazo (VPN, TIR Y B/C) están por arriba de su nivel de aceptabilidad.

- La regla del Valor Presente Neto (VPN) establece que se debe adoptar cualquier proyecto cuyo valor presente es positivo.
- La regla de decisión de la Tasa Interna de Retorno (TIR) dice que se adopte cualquier proyecto cuya TIR exceda la tasa social de descuento.
- La regla de decisión de la razón Beneficio-Costo dice que se adopte cualquier proyecto cuyo B/C exceda la unidad.
- La Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) apunta a que la operación de la Línea uno debió postergarse hasta el año 2017 y, por lo tanto, su construcción hasta el año 2015

Con base en la presente evaluación *expost*, se considera pertinente robustecer la evaluación socioeconómica de los proyectos de transporte masivo, monetizando otros beneficios atribuibles al proyecto como su impacto favorable al medio ambiente - disminución de gases invernadero (con varios precios del CO₂ eq. por tonelada) y polución local sobre la salud. También, debe medirse el impacto de la prohibición de la vuelta a la izquierda calibrando un modelo con la encuesta sobre taxistas de Hernández. Si el impacto de la Línea uno sobre el medio ambiente es positivo, podría justificar a posteriori un subsidio en la etapa de operación.

La evaluación *expost* permitió confirmar las coincidencias y diferencias entre lo que se diseñó, y lo que se construyó y equipó. Con relación al número de estaciones y terminales que se consideraron (36 y 2, respectivamente) son los que efectivamente se construyeron. No así para el material rodante, en la evaluación *exante* se contempló una flota necesaria de **50 vehículos** tipo articulados con capacidad de 160 pasajeros, 45 vehículos en operación y 5 vehículos de reserva. Empero, se compraron **6 vehículos** tipo articulados Mercedes-Benz Marcopolo Gan Viale y **16 vehículos** tipo padrón marca Mercedes-Benz Marcopolo Torino. Para las rutas alimentadoras se adquirieron 97 vehículos tipo boxer corto marca Mercedes-Benz Beccar Urbus.

Además, se consideró una demanda de 107,758 viajes al día; mientras que el registró de viajes al día es de 60,663 para el año 2018. El entonces secretario de Transportes del Estado de

Puebla, Bernardo Huerta Couttolenc, señaló que uno de los principales beneficios es que se sustituirán 203 unidades de transporte colectivo, por vehículos tipo articulados por lo que se disminuirá el exceso de unidades que operan en los tres municipios, facilitando el flujo vehicular (ahorro en costos de operación vehicular). Mientras que, la titular de Banobras señaló que el costo-beneficio de la obra tendrá impacto social beneficiando a los usuarios por reducción en el tiempo de traslado.

Con base en el calendario de ejecución de las obras se contemplaron 14 meses en la evaluación *ex ante*, y según las fechas de contrato de obra se consideraron 420 días naturales, arrancando el 5 de septiembre de 2011 al 28 de octubre de 2012. No obstante, se aplazó el inicio de la obra, del 9 de marzo de 2012 al 02 de mayo de 2013, manteniendo los 14 meses. El banderazo de inicio de obras fue el 29 de noviembre de 2011. Con los retrasos de obras, el número de meses de afectación por la construcción de los carriles confinados a base de concreto hidráulico fue de 14 meses y no 12 meses como se contempló en el calendario de la evaluación *ex ante*. También, es pertinente señalar que la evaluación *ex ante* consideró 324 días de operación al año, y la evaluación *ex post* 319 días. Esta diferencia de días tiene un impacto negativo más importante en los beneficios que en los costos, lo que se traduce en indicadores de rentabilidad relativamente más bajos.

El ahorro en tiempo de traslado es menor al que se estimó en la evaluación *ex ante* debido a que éste es más bajo sólo para la ruta troncal, ya que las rutas alimentadoras presentan un tiempo de espera de hasta 20 minutos. Con relación al ahorro en costo de operación vehicular, el número de vehículos que salieron de operación fueron similares a los proyectados en la evaluación *ex ante*, y sustituidos por una flota vehicular más eficiente y con tecnología limpia, lo que se traduce en un costo de operación vehicular más bajo.

CAPÍTULO 6

CAPÍTULO 6. REFLEXIÓN CRÍTICA SOBRE LA METODOLOGÍA

Atendiendo a las mejores prácticas para la evaluación socioeconómica de los proyectos de inversión en materia de transporte público masivo, se recomienda llevar a cabo un análisis *ramp up*, para determinar el periodo de maduración de la demanda, dado una mejora en la oferta. De hecho, los indicadores de rentabilidad, de la evaluación *ex ante* de la Línea uno, no están afectados por esta variable. La incorporación del *ramp up* permitirá no sobreestimar los indicadores de rentabilidad social de largo plazo (VPN, TIR, B/C), y sobre todo el de corto plazo (TRI).

La estimación del *ramp up* es fundamental porque los ingresos en los primeros años suelen tener un peso significativo en la viabilidad económica y financiera del proyecto de inversión. En los análisis de los nuevos sistemas de transporte masivos implementados a lo largo de la república mexicana se considera un periodo de consolidación de la demanda de tres años, con índices de viajeros que van de 0.65 y 0.85 en los dos primeros años. La duración del *ramp up* depende de factores como: la relevancia e información de los cambios en la oferta, conocimiento que el operador de transporte tiene del cliente, inercias psicológicas y económicas, entre otros.

Además, la evaluación *ex ante* debe incorporar el criterio de equidad, pues si bien es necesario contemplar el criterio de eficiencia, no es suficiente para determinar la factibilidad socioeconómica de los proyectos de transporte público, sobre todo si el trazo de la ruta beneficia a la población económicamente menos favorecida. Esta población suele recorrer distancias más largas y, por ende, consumir más tiempo para realizar sus actividades cotidianas; además, si para llegar a su destino tiene que realizar transbordos, el costo asociado a su traslado crece de manera significativa. Por lo que, proyectos como los sistemas tipo BRT que buscan la integración física, operacional y tarifaria, así como un trazo que se traduce en viajes más directos, potencializan la mejora en la calidad de vida de la población económicamente menos favorecida.

Al mismo tiempo, se considera necesario que se incorporen beneficios como las externalidades positivas que generan los sistemas tipo BRT, concernientes a la contaminación sonora y ambiental en su zona de influencia, los cuales se tratan en la evaluación *ex ante* como beneficios cualitativos. Contemplar estos beneficios, facilitará la tarea de los tomadores de decisión al enfrentarse a la disyuntiva de subsidiar o no los proyectos de esta naturaleza en su

etapa de operación. Derivado del cambio climático a nivel mundial, que organizaciones internacionales como el Banco Mundial impulsan proyectos encaminados a reducir la emisión de gases efecto invernadero, dentro de los cuales figura de manera destacada el transporte público; pues es uno de los sectores que más aportan a dicha emisión. En América Latina y el Caribe, el sector transporte respondió por el 36% de las emisiones de gases efecto invernadero para el año 2016, con tasas de crecimiento superiores a la de la economía en general para un importante número de países; además, el transporte por carretera representó el 80% de éstas emisiones, con aportaciones similares del transporte de pasajeros y de carga (Martínez Salgado, 2018).

CONCLUSIONES

La evaluación *expost* de la Línea uno arroja los siguientes resultados. Los principales beneficios, como el ahorro en tiempo de traslado y el ahorro en costo de operación vehicular, son mayores a los costos asociados a su construcción y operación; es decir, el impacto de su construcción y operación es **positivo** para la población beneficiada. Sin embargo, **dicho impacto es de menor** magnitud al esperado en la evaluación *exante*, que puede atribuirse, principalmente, a la sobreestimación de la demanda. El análisis *expost* resalta que ambos beneficios son más bajos comparado con los resultados de la evaluación *exante*. Sin embargo, el ahorro en costo de operación vehicular resulta mayor al ahorro en tiempo de traslado, lo cual es contrario tanto a la evaluación *exante* como a la problemática identificada, y a lo señalado en la literatura especializada.

Con base en los resultados *expost* de la evaluación privada, se determinó que la operación de la Línea uno requiere de subsidio, que se explica tanto por la sobreestimación de la demanda, la subestimación de la inversión inicial y por el congelamiento de la tarifa, que se ha mantenido por más de 6 años desde su arranque. Dentro de las alternativas para eliminar, o al menos reducir, el nivel de subsidio se contempla: **subir la tarifa**, la cual puede actualizarse de manera anual, optimizar los costos de operación y mantenimiento del material rodante, el sistema de control y de recaudo, ampliar otras fuentes de ingreso como: la publicidad en las estaciones y a bordo de las unidades, principalmente.

En general, la implementación de los sistemas de transporte masivo mejora la calidad de vida de los habitantes de una determinada zona, generando beneficios de tipos social y

económico, al reducir los tiempos de traslado e incrementar el costo de la propiedad que se ubica alrededor de las rutas troncales, tal es el caso de la Línea uno según la evaluación social *expost*. Normalmente, este tipo de sistemas requiere de subsidio en su etapa de operación; por lo que, gobiernos de los diferentes países han implementado varios mecanismos para subsidiarlo. Por tanto, nuestra propuesta es que la evaluación *exante* de los proyectos de transporte masivo incorporen de manera cuantitativa y más exhaustiva los beneficios sociales, incluyendo la reducción de los gases de efecto invernadero. Dicha incorporación permitirá capturar los beneficios potenciales asociados a éste tipo de proyectos, y podría justificar *ex ante* su subsidio en la etapa de operación. El Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo (ITDP, por sus siglas en inglés), propone un incremento del 300% de este tipo de sistemas de transporte masivo en la región, que se traducirá en reducciones importantes de alrededor del 25% de CO₂ de la región al 2050.

Como un bien semipúblico, el sector público debe garantizar la calidad en la prestación del servicio de transporte público de pasajeros a un costo bajo y rentable para los concesionarios. Como resultado de la pandemia por el COVID-19 que azota a todo el mundo, el subsidio al sistema de transporte público urbano de pasajeros se vuelve crítico para garantizar, por un lado, el acceso al servicio para la población más pobre y, por otro, para no afectar la rentabilidad y eficiencia de este sector. La pandemia enfatiza la necesidad de subsidiar la operación de la Línea uno, pues la movilidad en general, y en particular de los desplazamientos por motivo trabajo y escuela, han caído considerablemente en la zona metropolitana de Puebla desde principios del segundo trimestre del año 2020.

El subsidio debe provenir de ingresos propios del Estado, o en su caso de fuentes especiales relacionadas directamente con el sector transporte. Subsidiar la operación de la Línea uno no es la excepción, a nivel mundial este sector recibe financiamiento público. Por citar algunos ejemplos, en Londres, Inglaterra, y en Santiago de Chile, el gobierno absorbe el monto asociado a los descuentos que los operadores ofrecen a los estudiantes. En Brasil, los trabajadores tienen acceso a un vale de transporte, parcialmente cubierto por los empresarios. En ciertas ciudades de Estados Unidos de América, una parte del IVA está etiquetado para financiar los sistemas de transporte masivo. El sistema de metro de Hong Kong balancea sus finanzas con ingresos obtenidos en su rol de desarrollador y administrador de los bienes raíces

que rodean las estaciones; y el gobierno de la capital de Estonia ofrece a sus habitantes transporte 100% gratuito, financiado por la tesorería de la ciudad.

Una potencial consecuencia de no subsidiar el servicio de transporte público urbano de pasajeros es la aparición y el crecimiento de servicios privados como Uber, Cabify, entre otros, que plantean la pregunta de cómo la gente se moverá en las ciudades y si éste tipo de servicios contrarresta los esfuerzos plasmados en los planes de movilidad urbana sustentable, que ejemplifican los esfuerzos de una política de reducir los viajes en transporte privado, privilegiando el cuidado al medio ambiente con la reducción de los gases efecto invernadero emitidos por el parque vehicular.

El sector transporte se caracteriza por ser un gran consumidor de energía y, por ende, es uno de los que más contribuye al deterioro ambiental. Este sector consume, principalmente, energía no renovable, ya que al menos el 65% procede de los derivados del petróleo y la tendencia es de incrementarse en el mediano plazo. El impacto ambiental es la más urgente y principal limitación al desarrollo de los modos de transporte que consumen más energía. Por lo tanto, la política de transportes debe favorecer el transporte público como modo más eficiente desde el punto de vista energético. Como parte de esta tarea, el Banco Mundial (BM) promueve políticas de transporte y apoya proyectos que ayuden a frenar el deterioro ambiental y reducir el nivel global de emisiones (Garrido, 1999). El gobierno mexicano, de la mano con el BM, a través de Banobras/Fonadin han impulsado la implementación de sistemas de transporte masivo, como el tipo BRT. Considerando que la elección del modo de transporte se basa en la calidad en el servicio, este tipo de sistemas intentan reducir en lo posible el uso del vehículo privado, mejorando la calidad en la prestación del servicio, la cual se refleja en la tarifa y el tiempo de traslado de los usuarios.

El subsidio de la Línea uno se justifica por lo siguiente: el ahorro en tiempo de traslado se vuelve más crítico si se toma en consideración, por un lado, el criterio de equidad y, por otro, su relación con el desplazamiento hacia las periferias de la población que no puede afrontar el aumento en el costo de la vida en zonas céntricas. Con base en el criterio de equidad, se argumenta que deben emprenderse proyectos que beneficien sobre todo a la población menos favorecida. Por lo que debe, se sugiere que la evaluación *ex ante* de los proyectos de transporte

masivo consideren además del criterio de eficiencia, el de equidad, para capturar la mejora en la calidad de vida del sector de la población menos favorecida.

Además, se puede argüir que en la evaluación *ex ante*, los **beneficios atribuibles de manera cuantitativa a la operación de la Línea uno, no reflejan del todo sus ventajas** como son: la reducción de la contaminación ambiental y sonora de su zona de influencia, disminución de accidentes relacionados con el transporte público de pasajeros, una mejor imagen urbana, entre otros. Estos beneficios se tratan de manera cualitativa, por la dificultad de su cuantificación y/o valoración. Empero, cuantificar y valorar dichos beneficios puede ayudar a mejorar la toma de decisiones. Por ejemplo, evaluar si el proyecto ayuda a reducir la emisión de gases efecto invernadero en la evaluación *ex ante*, puede justificar su subsidio, ya que permitirá tener en cuenta beneficios sociales que favorecen a todos, no solamente los usuarios del transporte público. Más aún si se considera que la era del automóvil ha degradado seriamente la calidad de la vida humana, mediante altos costos de viaje y efectos ambientales visibles.

La literatura que relaciona el medio ambiente y el transporte enfatiza el concepto de “límite ambiental”, es decir “la cantidad total de transporte que un ecosistema natural puede soportar sin superar cierto umbral de deterioro”. Si bien este límite ambiental puede elevarse en función al tipo de tecnología que se utilice en la prestación del servicio de transporte público y en la organización, este suele presentar rendimientos decrecientes.

La política de reducción de la contaminación y de ahorro de energía se ha traducido, en los últimos años, en fomentar la evolución del vehículo híbrido diésel/eléctrico, siendo estos modos motorizados más amigables con el medio ambiente. Una tendencia fundamental del transporte es su tratamiento desde el punto de vista de la movilidad “sostenible”, la cual trata de reducir los desplazamientos y de fomentar los modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente. Sin embargo, no es suficiente; por lo que, un nuevo paradigma de planeación urbana debe estar en el corazón del mapa para los años que vienen (Xu, Olmos, Abbar, & González, 2020). Aparte de los principales impactos ambientales del transporte, se encuentran los accidentes producidos por el tráfico, la ocupación del suelo y la segregación espacial y social. Estos temas, deben abordarse con profundidad para amplificar la importancia del sector transporte en la sociedad.

REFERENCIAS

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón- JICA. (2012). *Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública*. Lima, Perú.
- Amram, M., & Kulatilaka, N. (2000). *Opciones Reales*. Barcelona, España: Romanya Vall S.A.
- Arroyo Osorno, J. A., Torres Vargas, G., González García, J. A., & Hernández, G. S. (2020). *Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2020*. Sanfandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte/ SCT.
- Blanco R., A. (2002). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Madrid, España: Ciencia 3 distribución, S.L.
- Bussière, Y., Madre, J. L., & Pérez Mendoza, S. (2009). *Demografía y transporte: ciudades del norte y ciudades del sur*. Puebla: Benémerita Universidad Autónoma de Puebla.
- Campos Méndez, J., & Betancor, C. O. (2007). Problemas en la práctica de la evaluación económica de proyectos de transporte. *Cuadernos Económicos de ICE Núm. 80*, 1-20.
- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. (2018). *Metodología para la evaluación socioeconómica de proyectos de transporte masivo*. México: Banobras.
- Cohen, E., & Franco, R. (2000). *Evaluación de proyectos sociales*. México, D.F.: Siglo veintiuno editores, S.A. de C.V.
- Contreras, E. (2001). *Evaluación de Inversiones Públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Chile*. Chile.
- Cortázar Martínez, A. (1993). *Introducción al análisis de proyectos de inversión*. México, D.F.: Trillas, S.A. de C.V.
- De Rus, G., Campos, J., & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. Barcelona, España: Antoni Bosch.
- Deloitte México S.C. (2011). *Evaluación financiera*. México.
- Flyvbjerg, B., Skamris, H., & M. K., B. S. (2002). Underestimating cost in public works. Error or lie? *Journal of the American Planning Association*, 279-295.
- Fontaine, E. R. (2008). *Evaluación social de proyectos*. Estado de México: Prentice Hall.
- Fontaine, E. R., & Schenone, O. H. (2000). *Nuestra Economía de Cada Día*. Ciudad de México: AlfaOmega.
- Galaz, Yamazaki, Ruiz Urquiza, S.C. (2011). *Reporte de resultado del modelo financiero*. Ciudad de México.
- Gallardo Cervantes, J. (2002). *Evaluación económica y financiera*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garrido Concha, I. Á., & Andalaft Chacur, A. (2003). *Evaluación económica de proyectos de inversión basada en la teoría de opciones reales*. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Garrido, J. (1999). Impactos medioambientales y sociales del transporte. *Geographicalia*, 37-51.
- González, S. M., Matas, A., Raymond, J. L., & Ruiz, A. (2009). Predicting the demand: Uncertainty analysis and prediction models in Spain. *Economic Evaluation of Transportation Projects*.

- Hernández Santiago, S. B., & Bussière, Y. D. (2017). Metrobús en la Ciudad de Puebla. Opinión de los usuarios y choferes de taxi 2016. *PRAGMA, Espacio y comunicación visual*, 19-39.
- Hernández, D. (2012). Activos y estructuras de oportunidades de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad. *EURE*, 117-135.
- Hidalgo, D. (2015). Comparación de Alternativas de Transporte Público Masivo-Una Aproximación Conceptual. *Scielo*.
- INEGI. (2011). *XIII Censo de Población y Vivienda 2010*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Just, R. E., Hueth, D. L., & Schmitz, A. (2005). *The Welfare Economics of Public Policy: A Practical Approach to Project And Policy Evaluation*. Estados Unidos: Edward Elgar Pub.
- Logit, Logística, Informática y Transporte, S.A. de C.V. (2011). *Estudio Costo-Beneficio del Primer Corredor Troncal de la Zona Metropolitana de la ciudad de Puebla*. Puebla, Pue.
- Mackie, P. J., Jara-Díaz, S., & Fowkes, A. S. (2001). The value of travel time savings in evaluation. *Elsevier Science Ltd.*, 91-106.
- Martínez Salgado, H. (2018). El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 1-52.
- Meixueiro Garmendia, J., Pérez Cruz, M. A., & Mascle Allemand, A. L. (2009). *Metodología General del Transporte Masivo*. Ciudad de México: CEPEP/BANOBRAS.
- Mendieta López, J. C. (2007). *Economía del Bienestar Aplicado*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Miralles Guasch, C., & Cebollada, Á. (2009). Movilidad cotidiana y sostenibilidad, una interpretación desde la geografía humana. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 193-216.
- Molinero Molinero, Á. R., & Sánchez Arellano, L. I. (2003). *Transporte Público: Planeación, diseño, operación y administración*. México, D.F.: Quinta del Agua Ediciones, S.A. de C.V.
- Nirenberg, O., Brawerman, J., & Ruiz, V. (2000). *Evaluar para la transformación*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Partida Bush, V. (2008). *Proyecciones de la población económicamente activa de México y de las entidades federativas, 2005-2050*. México: Consejo Nacional de Población.
- Pérez Mendoza, S., & Aguilar Cruz, F. (2008). *La expansión urbana en Puebla infraestructura y servicios públicos visión para el siglo XXI*. Puebla, Pue.: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Sánchez Flores, Ó., & Romero Torres, J. (2010). Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 49-80.
- SHCP. (Martes 18 de Marzo de 2008). Lineamientos para el seguimiento de la rentabilidad de los programas y proyectos de inversión de la Administración Pública Federal. *Diario Oficial de la Federación*, pág. 5.
- SHCP. (Lunes 30 de Diciembre de 2013). Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. *Diario Oficial de la Federación*, pág. 14.

- Torres Vargas, G., Hernández García, S., González García, J. A., & Arroyo Osorno, J. A. (2020). *Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020*. Sanfandila, Querétaro: Instituto Mexicano del Transporte.
- Valdés, M. (2014). *Modelos de evaluación de proyectos sociales*.
- Varian, H. R. (1992). *Análisis Microeconómico*. Estados Unidos de América: Norton and Company, Inc.
- Vázquez Moreno, C. E. (2013). Precios, subsidios y transporte urbano: su componente teórico. *Instituto de Altos Estudios Nacionales*, 1-63.
- Vázquez Salazar, J. S. (2014). Evaluación del Corredor Uno de Puebla. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, (págs. 1-96). Puebla.
- Xu, Y., Olmos, L. E., Abbar, S., & González, M. C. (2020). Deconstructing laws of accessibility and facility distribution in cities. *Science Advances*, 1-10.
- Zamora Colín, U., Campos Alanís, H., & Calderón Maya, J. R. (2013). Bus Rapid Transit (BRT) en ciudades de América Latina, los casos de Bogotá (Colombia) y Curitiba (Brasil). *Quivera*, 101-118.
- Zamudio, D., & Alvarado, V. (2015). Ranking Nacional de los sistemas BRT. Evaluación técnica, desde el punto de vista de los usuarios. *El Poder del Consumidor*, 1-52.

ANEXO

Estructura financiera “real” de la Línea uno del sistema RUTA

Num. De obra	Empresa	Concepto	Fonadin*	Estatal	Inversión privada	Total
20110144	CEMEX PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR TRONCAL DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE PUEBLA PRIMERA ETAPA, CONSISTENTE EN UNA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE 18.5 KILÓMETROS, ESTRUCTURAS VIALES, ADECUACIONES AL PASO DEPRIMIDO DEL VIADUCTO JUÁREZ-SERDÁN, CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE SOBRE LA AVENIDA 18 DE NOVIEMBRE Y TÚNELES DE PASOS PEATONALES.	Obra	340,008,269	448,810,915		788,819,185
20120012	APR PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR TRONCAL DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE PUEBLA PRIMERA ETAPA, CONSISTENTE EN UNA SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE 18.5 KILÓMETROS, ESTRUCTURAS VIALES, ADECUACIONES AL PASO DEPRIMIDO DEL VIADUCTO JUÁREZ-SERDÁN, CONSTRUCCIÓN DE UN PUENTE SOBRE LA AVENIDA 18 DE NOVIEMBRE Y TÚNELES DE PASOS PEATONALES.	Obra	\$ 49,915,167.69	\$ 65,880,133.85		\$ 115,795,301.54
20120013	DICTEC SUPERVISIÓN INTEGRAL Y CONTROL DE CALIDAD EXTERNA DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR TRONCAL DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE PUEBLA	Supervisión	\$ -	\$ 23,697,297.61		\$ 23,697,297.61
20120013	DICTEC SUPERVISIÓN INTEGRAL Y CONTROL DE CALIDAD EXTERNA DEL PROYECTO INTEGRAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR TRONCAL DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZONA METROPOLITANA DE PUEBLA	Supervisión	\$ -	\$ 2,866,149.00		\$ 2,866,149.00
ST-441/2011	ADHOC Gerencia	Gerencia	\$ -	\$ 7,969,780.00		\$ 7,969,780.00
ST-01/2013	DIPE LIBROS BLANCOS	Libros blancos	\$ -	\$ 1,415,200.00		\$ 1,415,200.00
	Predios	Predios	\$ -	\$ 34,976,113.30		\$ 34,976,113.30
	Inversión privada	Infraestructura			210,741,967.14	\$ 210,741,967.14
	Inversión privada	tema de prepago			67,160,129.72	\$ 67,160,129.72
	Inversión privada	Material rodante			153,802,880.40	\$ 153,802,880.40
	Fuentes de financiamiento		\$ 389,923,437	\$585,615,589.14	\$ 210,741,967.14	\$ 1,407,244,003
					Inversión (con IVA)	\$ 1,407,244,003