



**Gobierno del Estado de San Luis Potosí**  
**Secretaría de Comunicaciones y Transportes**  
**Secretaría de Desarrollo Urbano, Vivienda y Obras Públicas**

# **Estudio para el Plan de Movilidad Urbana Sustentable de la Ciudad de San Luis Potosí**

**Análisis Costo-Beneficio**

Empresa Certificada  
ISO 9001-2000  
En Integridad



**Felipe Ochoa y Asociados S.C.<sup>®</sup>**  
Consultores

**Febrero, 2013**

**Tabla de contenido**

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ii	<b>4.5 Inversión y sus principales componentes</b> .....	33
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	1	EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	36
<b>1.1 Antecedentes</b> .....	1	<b>5.3 Cálculo de Indicadores de Rentabilidad</b> .....	44
<b>1.2 Objetivo del Proyecto (problemática por solucionar)</b> .....	8	<b>5.3.1 Flujos Anuales del Proyecto</b> .....	46
<b>1.5 Alternativas Tecnológicas</b> .....	15	<b>5.3.2 Cálculo de VANS, TIRS y TRIS</b> .....	50
<b>1.6 Inversión y sus principales componentes</b> .....	16	<b>5.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b> .....	50
<b>1.7 Objetivo de la Evaluación Socio-Económica</b> .....	17	<b>5.4.1 Sensibilidad a la Demanda</b> .....	50
<b>1.8 Indicadores de Rentabilidad Socio-Económica</b> .....	18	<b>5.4.2 Sensibilidad a un aumento de costos de operación vehicular</b> .....	50
<b>1.9 Riesgos Identificados en la Ejecución del Proyecto</b> .....	18	<b>5.4.3 Sensibilidad a la tasa de descuento social</b> .....	51
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO</b> .....	21	<b>5.4.4 Sensibilidad a los costos de inversión</b> .....	51
<b>2.2.1 Análisis de la demanda</b> .....	29	<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	53
<b>3. SITUACIÓN SIN PROYECTO</b> .....	30	ANEXOS .....	53
<b>3.1 Descripción de la Situación Actual Optimizada</b> .....	30	Anexo A: Análisis de la Oferta, Demanda y Modelación (por separado).....	53
<b>3.2 Alternativas de Solución</b> .....	30	Anexo B: Proyecto Conceptual (por separado).....	53
<b>4. SITUACIÓN CON PROYECTO</b> .....	33	Anexo C: Estudio Legal (por separado) .....	53
<b>4.1 Descripción General del Proyecto</b> .....	33	Anexo D: Estudio de Impacto Ambiental y Social (por separado) .....	53
<b>4.1.1 Objetivo</b> .....	33	Anexo E: Memoria de Cálculo (por separado) .....	53
<b>4.1.2 Las características operativas del proyecto.</b> .....	33	BIBLIOGRAFÍA.....	53



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Municipios que integran el área de estudio .....	2
Figura 2. Dinámica poblacional .....	3
Figura 3. Polígono de trabajo para el Estudio de Movilidad Urbana .....	3
Figura 4. Estructura vial actual .....	4
Figura 5. Red de Rutas de Transporte Público.....	4
Figura 6. Localización de los corredores en estudio (3 y 12) .....	10
Figura 7. Ubicación de paradas del Corredor 3.....	10
Figura 8. Caracterización de la imagen urbana en el corredor .....	11
Figura 9. Tipo de camiones.....	12
Figura 10. Equipamiento de los autobuses .....	13
Figura 11. Sitios probables para ubicación de terminales, patios de servicio y talleres .....	13
Figura 12. Participación de cada concepto general en el monto de inversión .....	17
Figura 13. Esquema Metodológico de la Evaluación Socioeconómica .....	17
Figura 14. Municipios que integran el área de estudio.....	21
Figura 15. Dinámica poblacional.....	22
Figura 16. Polígono de trabajo para el Estudio de Movilidad Urbana.....	22
Figura 17. Estructura vial actual.....	23
Figura 18. Red de Rutas de Transporte Público .....	23
Figura 19. Participación de cada concepto general en el monto de inversión .....	34
Figura 20. Participación prevista de los diferentes participantes en el monto de inversión .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 21. Esquema metodológico simplificado del ACB .....	37
Figura 22. Participación de cada concepto general en el monto de inversión .....	38
Figura 23. Sensibilidad del VPNS a la Tasa de Descuento.....	51

Figura 24. Sensibilidad del VPNS a variaciones en el costo de inversión inicial ..... 51

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Características principales de las rutas.....	5
Tabla 2. Tasa de motorización nacional y estatal.....	6
Tabla 3. No. de unidades necesarias en la Situación Actual Optimizada .....	9
Tabla 4. Intervalos de paso en HMD por tipo de unidad en la Situación Actual Optimizada .....	9
Las características operativas del proyecto se resumen en la siguiente tabla.Tabla 5. Características del Proyecto.....	14
Tabla 6. Características de las alternativas tecnológicas evaluadas.....	15
Tabla 7. Características de los corredores alternativos evaluados.....	16
Tabla 8. Desglose del monto de inversión del proyecto. Millones de pesos .....	16
Tabla 9. Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto ( <i>Millones de pesos. Cifras a precios de mercado de diciembre de 2012</i> ).....	18
Tabla 10. Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes (Ton/Año) .....	18
Tabla 11. Distribución de la participación en el financiamiento del proyecto de los distintos participantes .....	19
Tabla 12. Características principales de las rutas .....	24
Tabla 13. Tasa de motorización nacional y estatal.....	25
Tabla 14. Oferta de Transporte Público en Servicios Locales.....	27
Tabla 15. Tasas esperadas de crecimiento de la demanda.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 16. No. de unidades necesarias en la Situación Actual Optimizada.....	30
Tabla 17. Intervalos de Paso en HMD, por tipo de unidad, en la Situación Actual Optimizada .....	30
Tabla 18. Características de las alternativas tecnológicas evaluadas .....	31

Tabla 19. Características de los corredores alternativos evaluados.....	32	Tabla 37. Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto, sin externalidades (Millones de pesos).....	50
Tabla 20. Características del Proyecto .....	33		
Tabla 21. Desglose del monto de inversión del proyecto. Millones de pesos .....	33		
Tabla 22. Desglose de los principales conceptos del monto de inversión inicial del proyecto. Corredor C12. (Miles de pesos).....	34		
Tabla 23. Desglose de los principales conceptos del monto de inversión inicial del proyecto. Corredor C03. (Miles de pesos).....	36		
Tabla 24. Estructura de Aportaciones Prevista (mdp) .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>		
Tabla 25. Metas de captación de la demanda .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>		
Tabla 26. Desglose del monto de inversión del proyecto en los principales conceptos (\$ Millones Dic 2012) .....	37		
Tabla 27. Costos de Mantenimiento Anuales (Millones \$).....	38		
Tabla 28. Parámetros utilizados en la Situación Sin Proyecto (año base).....	39		
Tabla 29. Estimación de los Costos Económicos de la Situación Sin Proyecto, millones de pesos.....	39		
Tabla 30. Beneficios por Ahorros en Tiempo de los Usuarios. (Millones de pesos)..	40		
Tabla 31. Beneficios por Ahorros en Costos de Operación Vehicular (Millones de pesos) .....	41		
Tabla 32. Beneficios por reducción en la emisión de contaminantes (Millones de pesos) .....	42		
Tabla 33. Beneficios por Reducción de Accidentes Mortales (Millones de pesos)....	43		
Tabla 34. Estimación de reducción de emisiones contaminantes (Ton/año).....	44		
Tabla 35. Flujo económico anual del proyecto, sin externalidades (Millones de pesos) .....	46		
Tabla 36. Flujo económico anual del proyecto, con externalidades. C12 (Millones de pesos) .....	48		

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

### 1.1 Antecedentes

La Ciudad de San Luis Potosí enfrenta el desafío de garantizar a sus habitantes las condiciones mínimas necesarias para su adecuada movilidad dentro de la mancha urbana; De acuerdo con los datos del último Censo de Población y Vivienda, la población fija de la zona conurbada San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez supera el millón de habitantes, el desarrollo sostenido de la mancha urbana ha modificado los centros de atracción o generación de viajes creando nuevos polos de actividad que han modificado los patrones de viaje en las áreas de expansión de la mancha urbana.

El sistema actual de transporte de pasajeros, basado en el sistema tradicional de largas rutas recorridas por autobuses convencionales, es ineficiente entre otras razones por haber sido afectado severamente por la congestión vehicular, condición que lo hace competir en desventaja con el medio de transporte particular en razón del tiempo de viaje y la regularidad de paso, por lo que gran parte de la población busca resolver su traslado a través de vehículos particulares, agravando la saturación de la estructura vial en las horas de máxima demanda.

La Ciudad presenta por sus características de ubicación, clima, acceso a vías y medios de comunicación y facilidades para el transporte de productos un importante desarrollo industrial de tal suerte que la mayor actividad económica de la misma tiene su origen en la industria, la cual ha venido creciendo de manera sostenida durante los últimos 20 años con la fuerte perspectiva de consolidar un Clúster Automotriz y un Centro Logístico, ambos de alcance global; en razón de esto y a fin de seguir siendo competitiva para la atracción de nuevas inversiones, la Ciudad requiere un sistema de

movilidad urbana oportuno, eficiente y sustentable a través de la cual sus habitantes tengan la libertad de elegir el medio de transporte que atienda sus necesidades de acuerdo con su capacidad económica, necesidades de tiempo y su compromiso con el medio ambiente y la sustentabilidad.

En este orden de ideas, al haber privilegiado en la construcción de infraestructura las facilidades para el desplazamiento de medios de transporte particulares e individuales, cada vez es mayor la necesidad de destinar importantes sumas de recursos públicos y espacio urbano para establecer, mejorar y conservar vialidades destinadas fundamentalmente para el uso de automóviles privados sin que a esta fecha se haya tenido la iniciativa y voluntad política para reformar a fondo la estructura y operación del servicio público de transporte colectivo urbano, el cual opera en base a un modelo que día con día al estar más congestionadas las vialidades, resulta más ineficiente en términos de comodidad, tiempo de viaje y seguridad vial, teniendo como consecuencia inmediata que resulte poco atractivo al ciudadano y en síntesis tenga como nicho de mercado a la población que no tiene otra opción de movilidad urbana.

Es posible observar que como sucede en muchas ciudades del País, el transporte público colectivo ha perdido participación en el total de viajes efectuados cotidianamente por la población, de tal forma que en la actualidad, la Ciudad de San Luis Potosí reporta según datos de los concesionarios del servicio de transporte público, una cifra de ocupación de transporte público, con un promedio anualizado de 450 Viajes por autobús por día, esto a pesar de los esfuerzos encaminados a modernizar e incentivar el uso de este servicio.

Como factores que han propiciado esta situación y han desalentado la utilización del servicio y en consecuencia la rentabilidad de los concesionarios, podemos señalar de manera enunciativa principalmente los siguientes:

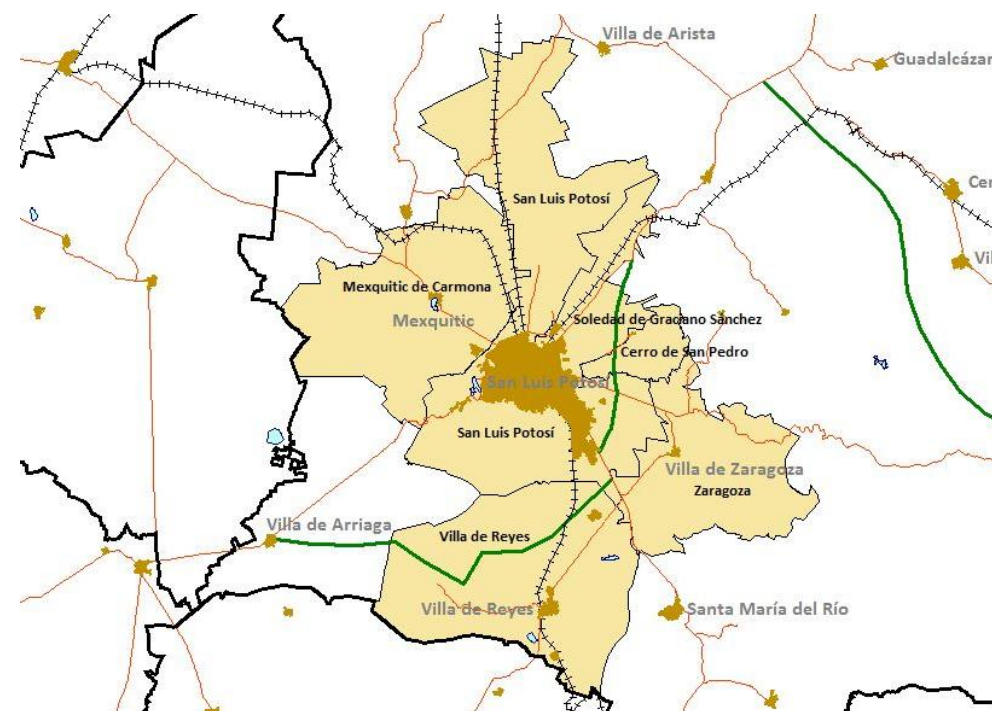
- La falta de integración modal e intermodal del servicio de transporte público colectivo.
- Calidad y atención al usuario no estandarizadas
- Sobre posición de rutas.
- Irregularidad en la frecuencia de paso de los autobuses.
- Incumplimiento de horarios.
- Sobreoferta que encarece el costo del servicio.
- Limitaciones en el acceso de la información de los atributos del servicio al usuario.
- Insuficiencia de infraestructura para el uso adecuado y seguro del sistema de transporte público.
- Inexistencia de infraestructura y equipamiento que faciliten las transferencias modales e intermodales.

## Área de Estudio

La zona bajo estudio es el área urbana conurbada de la Ciudad de San Luis Potosí, la cual esta conformada por los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona y Cerro de San Pedro.

Es importante indicar que se considera dentro de la zona de estudio, la demanda generada hacia la Ciudad de San Luis Potosí, proveniente de las cabeceras municipales de Cerro de San Pedro, Villa de Reyes, Villa de Zaragoza y Mexquitic de Carmona, y el modo de transporte utilizado para llegar a su destino final.

Figura 1. Municipios que integran el área de estudio



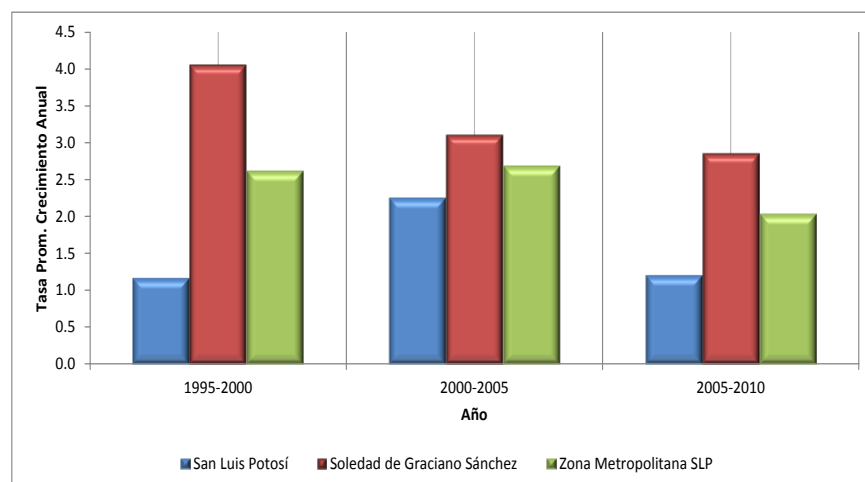
Fuente: Elaboración propia, con apoyo de SIG.



En estos municipios habitaban 1.17 millones de personas en el año 2010. La mayor parte de la población (66%) se concentra en el municipio de San Luis Potosí con 772,604 habitantes, y el 23% en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, cabe mencionar que este municipio ha presentado un crecimiento importante en las últimas décadas.

La población en el área de estudio ha crecido en 1.7% en los últimos 5 años, los municipios de mayor crecimiento son Soledad de Graciano Sánchez 3.6%, esto es 267,839 Habitantes, y Cerro de San Pedro 4.2%, con 4,021 habitantes.

**Figura 2. Dinámica poblacional**

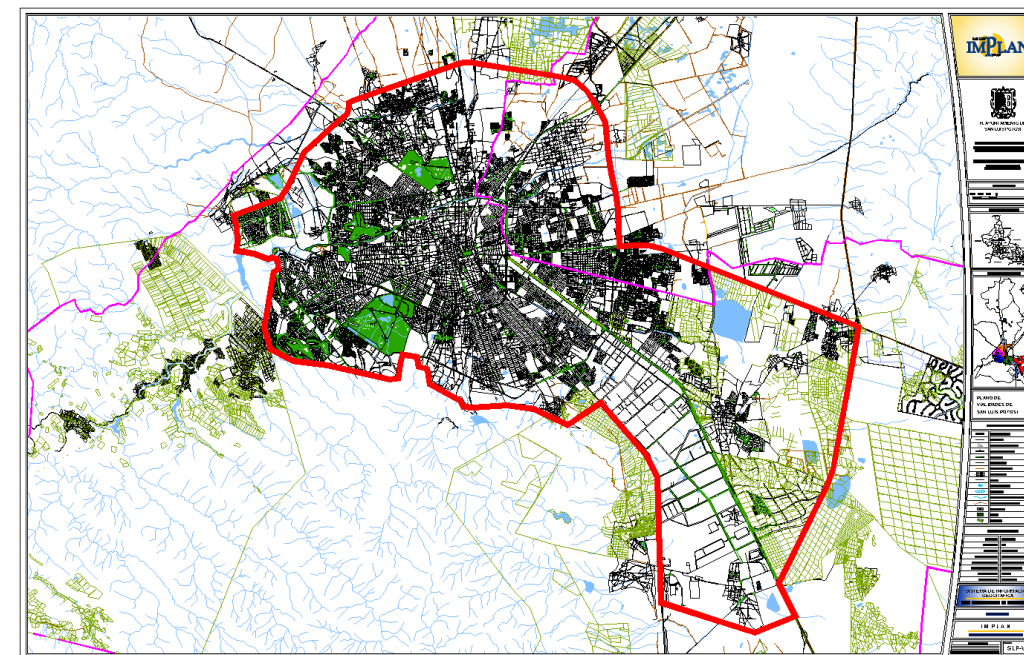


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CONAPO.

El crecimiento urbano se ha observado principalmente hacia la zona suroriente y nororiente de la ciudad y del municipio de San Luis, y rebasando sus límites principalmente hacia el municipio de Soledad de Graciano Sánchez. La mancha urbana

en el área de estudio ha crecido en 18.6 veces en los últimos 50 años, y la densidad urbana ha disminuido de manera importante pasando de 121.5 Hab./Ha. en 1960 a 43.4 Hab./Ha. en el año 2010, lo cual indica un incremento en la dispersión urbana.

**Figura 3. Polígono de trabajo para el Estudio de Movilidad Urbana**



Fuente: Elaboración propia.

### Estructura vial

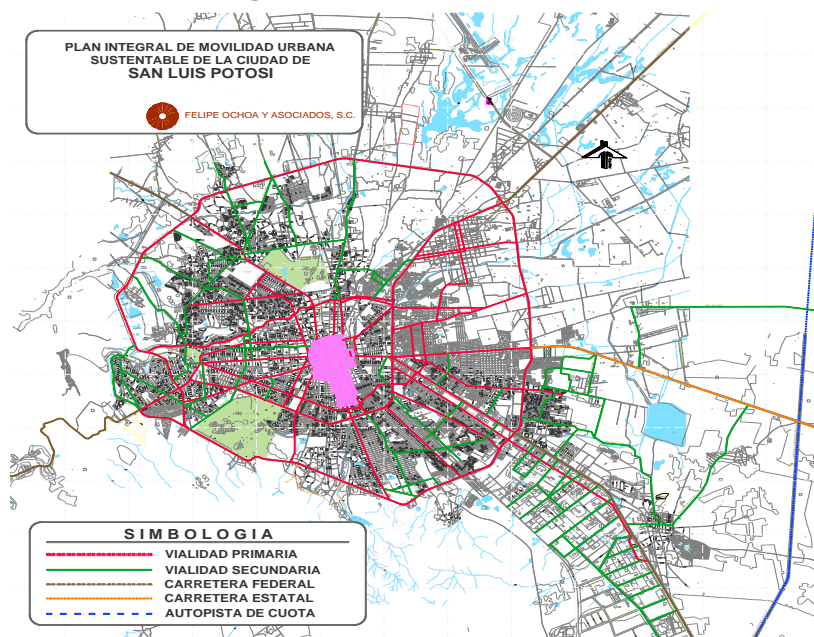
La zona de estudio cuenta con aproximadamente 180 kilómetros de la red vial, de los cuales 107 kilómetros se identificaron como parte de 9 corredores viales importantes, los cuales se listan a continuación:

1. Carretera 57 San Luis Potosí – Matehuala/Aeropuerto (14.8 Km)
2. Carretera 70 San Luis Potosí – Río Verde (14 Km)

3. Carretera 57 San Luis Potosí – Querétaro (14 Km)
4. Av. Dr. Salvador Nava (8.9 Km)
5. Blvd. Río Santiago (9 Km)
6. Carretera 49 San Luis Potosí – Zac./C. Romero/M. Jiménez (14 Km)
7. Av. Himno Nacional/Ricardo B. Anaya (12.3 Km)
8. Av. Industrias (12 Km)
9. Eje Vial Ponciano Arriaga / Calz. Guadalupe/Benito Juárez (8 Km)

El transporte público utiliza 80% de los corredores. Las obras viales recientes se han orientado al uso del automóvil.

**Figura 4. Estructura vial actual**



Fuente: Elaboración propia, con apoyo del SIG.

### Transporte público

La oferta de transporte público es del orden de 1,000 unidades en 72 ramales, con 12 empresas. Las unidades de transporte son autobuses con capacidad de 70 pasajeros, con una antigüedad promedio 6.5 años.

**Figura 5. Red de Rutas de Transporte Público**



Fuente: Elaboración propia, con apoyo del SIG.

### Recorridos

La longitud de los promedio de los ramales es de 31 Kilómetros (ida + vuelta); la longitud máxima 55 kilómetros y mínima 14 kilómetros, siendo para ambos casos ida y vuelta.



El tiempos de recorrido completo (ida + vuelta) en promedio se efectúa en un hora con 55 minutos (01:55) sin contar tiempos de estancia en terminal, solo en trayectoria. El tiempo máximo registrado de casi 3 horas (Ruta 22 Conalep – Alameda - Industrias) y el mínimo de 55 minutos (Ruta 37 La Virgen – Eje Vial – La Virgen – San Pedro).

### Velocidad promedio

La velocidad promedio de recorrido es de 17 km/hr, siendo la máxima de 27 Km y la mínima de 8 km/hr.

### Tarifas

La tarifa oscila entre \$6.50 a \$7.00 pesos.

### Tipo de Unidades

El servicio de transporte público es proporcionado con autobuses tipo (A), que a diferencia de otras ciudades del país, no cuenta con unidades de baja capacidad como combis o microbuses, observando marcas como INTERNATIONAL, AYCO, MAGNO, DINA y MARCO POLO, con ocupación nominal estimada es de 70 pasajeros (40 a 42 sentados y el resto parados), algunos están acondicionados para personas discapacitadas.

Fotografía 1. Tipo de unidades



Fuente: Levantamiento en campo.

Tabla 1. Características principales de las rutas

Clave	Tiempo de Viaje (hh:mm)	Longitud (Km)	Velocidad Media (Km/hr)	Tarifa
( R99 )	1:50	50.40	27	\$6.60
R01-01	2:00	30.90	15	\$6.60
R01-02	2:40	34.20	13	\$6.60
R01-03	1:25	19.80	14	\$6.60
R02-01	1:15	22.70	18	\$6.60
R02-02	1:40	30.40	18	\$6.60
R03-01	2:15	38.80	17	\$6.60
R03-02	2:15	39.30	17	\$6.60
R04-01	2:35	34.90	14	\$6.50
R04-02	1:20	23.00	17	\$6.60
R04-03	2:20	34.90	15	\$6.60
R05-01	1:55	32.20	17	\$6.60
R06-01	1:50	35.70	19	\$6.60
R06-02	2:10	36.20	17	\$6.60
R06-03	2:15	47.20	21	\$7.00
R07-01	1:30	25.70	17	\$7.00
R07-02	1:50	25.70	14	\$6.60
R08-01	2:40	44.90	17	\$7.00
R08-02	2:20	44.50	19	\$6.60
R08-03	2:55	55.00	19	\$6.60
R09-01	2:40	41.80	16	\$7.00
R10-01	1:25	18.00	13	\$6.60
R10-02	1:05	15.90	15	\$7.00
R11-01	1:30	26.80	18	\$6.60
R11-02	1:20	27.60	21	\$7.00
R11-03	1:25	24.70	17	\$6.60
R12-01	1:20	26.80	20	\$6.60
R12-02	1:35	26.80	17	\$6.60
R13-01	1:55	28.40	15	\$6.60
R13-02	1:30	27.60	18	\$6.60
R13-03	1:30	25.50	17	\$7.00

Clave	Tiempo de Viaje (hh:mm)	Longitud (Km)	Velocidad Media (Km/hr)	Tarifa
R14-01	2:10	36.00	17	\$6.60
R14-02	2:05	36.00	17	\$6.60
R15-01	2:40	40.40	15	\$7.00
R15-02	2:25	41.70	17	\$6.60
R15-03	2:40	40.50	15	\$6.60
R16-01	1:20	21.80	16	\$6.60
R16-02	1:15	20.10	16	\$6.60
R17-01	1:50	28.10	15	\$7.00
R17-02	1:15	26.80	21	\$6.60
R17-03	1:25	28.00	20	\$6.60
R18-01	1:20	20.90	16	\$6.60
R18-02	1:50	38.90	21	\$6.60
R19-01	1:05	18.00	17	\$7.00
R19-02	1:05	18.00	17	\$6.60
R19-03	2:00	33.20	17	\$7.00
R20-01	2:10	43.60	20	\$6.60
R20-02	2:10	40.70	19	\$6.60
R21-01	2:30	41.00	16	\$6.60
R21-02	2:25	35.50	15	\$6.60
R21-03	2:35	40.00	15	\$6.60
R22-01	3:00	52.00	17	\$6.50
R23-01	1:15	16.30	13	\$6.60
R24-01	1:25	32.90	23	\$6.60
R24-02	2:00	36.80	18	\$6.60
R24-03	2:00	36.80	18	\$6.60
R25-01	1:55	29.00	15	\$7.00
R25-02	1:05	23.20	21	\$7.00
R26-01	2:25	40.10	17	\$7.00
R26-02	1:55	27.10	14	\$6.60
R27-01	2:30	37.40	15	\$6.60
R28-01	1:40	30.20	18	\$6.60
R28-30-01	2:35	41.50	16	\$6.60
R29-01	1:45	29.40	17	\$6.60

Clave	Tiempo de Viaje (hh:mm)	Longitud (Km)	Velocidad Media (Km/hr)	Tarifa
R30-01	2:35	41.70	16	\$6.60
R31-01	1:50	15.00	8	\$6.50
R32-01	1:00	14.80	15	\$6.50
R33-02	1:00	14.30	14	\$6.60
R34-01	1:20	19.80	15	\$6.60
R36-01	1:05	21.50	20	\$6.60
R37-01	0:55	19.60	21	\$6.60
R44-01	1:20	25.10	19	\$6.60

### Tasa de Motorización

La tasa de motorización en la zona de influencia del estudio es significativamente mayor que la media nacional y estatal.

Tabla 2. Tasa de motorización nacional y estatal

Tasa de Motorización 1 auto por cada 10 Habs.			
Año	País	Estado	Zona de influencia del Estudio
1990	0.77	0.39	0.72
2000	1.00	0.74	1.30
2005	1.34	1.17	1.91
2010	1.83	1.69	2.61

Fuente: INEGI, 1990, 2000, 2010.

### Aspectos relevantes de la Movilidad Actual

Centro Histórico es un importante atractor de viajes, con altas limitaciones de capacidad vial. Requiere soluciones de movilidad no motorizada y reordenamiento de rutas.

Necesidades de infraestructura y equipamiento urbano para el acceso libre, movilidad no motorizada, accesos peatonales y señalización integral.

Tendencias de desarrollo urbano extensiva sobre el territorio, ineficiente uso del suelo y baja densidad poblacional.

### **Problemática existente**

Resultados de los estudios indican:

Ineficiencia operativa por programación de servicios y frecuencias de despacho no varían substancialmente en horas pico y valle.

Sobreoferta considerable de unidades de transporte público actual aspecto que se acentúa en las horas valle (horas de menor demanda) con las siguientes implicancias:

- Altos costos de operación
- kilómetros en vacío y,
- Operación ineficiente de unidades

Unidades operan con ocupación entre 30% y 35%, esto implica subutilización unidades, incidiendo directamente en los altos costos de operación.

Las cifras indican que el transporte público actual no representa una alternativa atractiva para desincentivar el uso del automóvil.

El transporte público atiende mayoritariamente a segmentos de bajos ingresos (el 61.5% de los usuarios presenta ingresos mensuales iguales o menores a \$2,500), el tiempo de caminata es de alrededor de 5 minutos y el tiempo de espera o tiempo

promedio que espera el usuario para abordar el transporte público es de alrededor de 8 minutos.

La tasa de motorización en la zona de influencia del estudio es significativamente mayor que la media nacional y estatal.

En General se identifican necesidades de infraestructura y equipamiento urbano para discapacitados (acceso libre), infraestructura especializada para alternativas de movilidad no motorizada, accesos peatonales, señalización vertical y horizontal.

### 1.2 Objetivo del Proyecto (problemática por solucionar)

En la zona de influencia se presenta una creciente demanda y la necesidad de re-estructurar el transporte público para brindar un mejor nivel de servicio a los usuarios y facilitar la movilidad urbana.

El proyecto constituye una alternativa cuyo objetivo es el aprovechamiento de la infraestructura vial existente para el transporte público de pasajeros, para reducir los tiempos de viaje entre las principales zonas de la ciudad, y permitir aliviar la presión sobre las vialidades actuales que comunican las localidades de la ZMSLP.

Los autobuses, aun cuando tienen una frecuencia continua a lo largo del recorrido, hacen paradas informales, lo que incrementa el tiempo de viaje.

El transporte público en la ZMSLP es regulado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí. Las Concesiones son autorizadas por el Ejecutivo.

Con la implementación del proyecto se disminuirá el tiempo de viaje, se institucionalizará el transporte público a lo largo de los corredores a desarrollar en esta primera etapa, se dará un reordenamiento de las unidades que actualmente circulan y se creará infraestructura para una demanda creciente que interactúa en un fenómeno de conurbación.

### 1.3 Situación Actual Optimizada

La situación actual optimizada se define como las acciones que las entidades o gobiernos ejecutarían de no tener los recursos para ejecutar el proyecto; es decir, medidas de bajo costo que permitan mejorar los actuales servicios generando el máximo de beneficios sociales con las menores inversiones posibles.

Con base en el diagnóstico y el conjunto de medidas analizadas se estructuró un escenario con la optimización de la situación actual. La optimización tiene como finalidad no atribuirle al proyecto costos y beneficios de manera ilegítima.

Para ello, se estructuró un escenario optimizado que incluye el uso racional de la oferta de servicios, reestructuración de rutas, la optimización de la flota existente en operación optimizando su operación, mejoramiento de vialidades, semaforización, el cumplimiento de las leyes de reglamento de tránsito, racionalización de paradas, capacitación, implementación de un sistema de cobro, recaudo, supervisión de condiciones de operación de las unidades. Lo anterior traería consigo una menor cantidad de unidades circulando y por tanto menor congestión de las vialidades, incremento en la velocidad de traslado promedio, menor costo operacional, ahorros en tiempos de desplazamiento y la reducción de las externalidades asociadas (accidentes y emisiones contaminantes)

En esta primera fase se contempla la implementación de dos corredores

La demanda (base) estimada que captarían los corredores C12 y C03 del nuevo proyecto es de: 52,639 y 43,773 pasajeros por día, respectivamente. En la situación actual dicha demanda es atendida mediante un sistema de rutas que utilizan autobuses de 70 pasajeros/autobús y por taxis. Se considera que manteniendo la distribución de este tipo de unidades para hacer frente a la demanda, se podría optimizar de la siguiente forma.

Sobre el corredor, entonces, se podría realizar una reestructuración del transporte público, para seguir esta distribución por modo de transporte, y disminuir el número de unidades que transitan actualmente por éste debido a la sobre-oferta existente.

Las unidades que serían necesarias en operación por día, se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3. No. de unidades necesarias en la Situación Actual Optimizada**

No. de UNIDADES requeridas en operación HMD	Unidades en operación por día (Corredores C12 y C03)
Autobuses	70 y 43

Para el cumplimiento de atención a la demanda en la Hora de Máxima Demanda (HMD), las unidades deberían cumplir con los siguientes intervalos de paso.

**Tabla 4. Intervalos de paso en HMD por tipo de unidad en la Situación Actual Optimizada**

Intervalo de paso HMD	Minutos
Autobuses	2.5

Con estas condicionantes se estaría optimizando la oferta para la demanda calculada. Sin embargo, es difícil su implementación por la forma de operar y regularse de las empresas transportistas y los intervalos de tiempo necesarios en la HMD.

#### 1.4 Principales Características del Proyecto

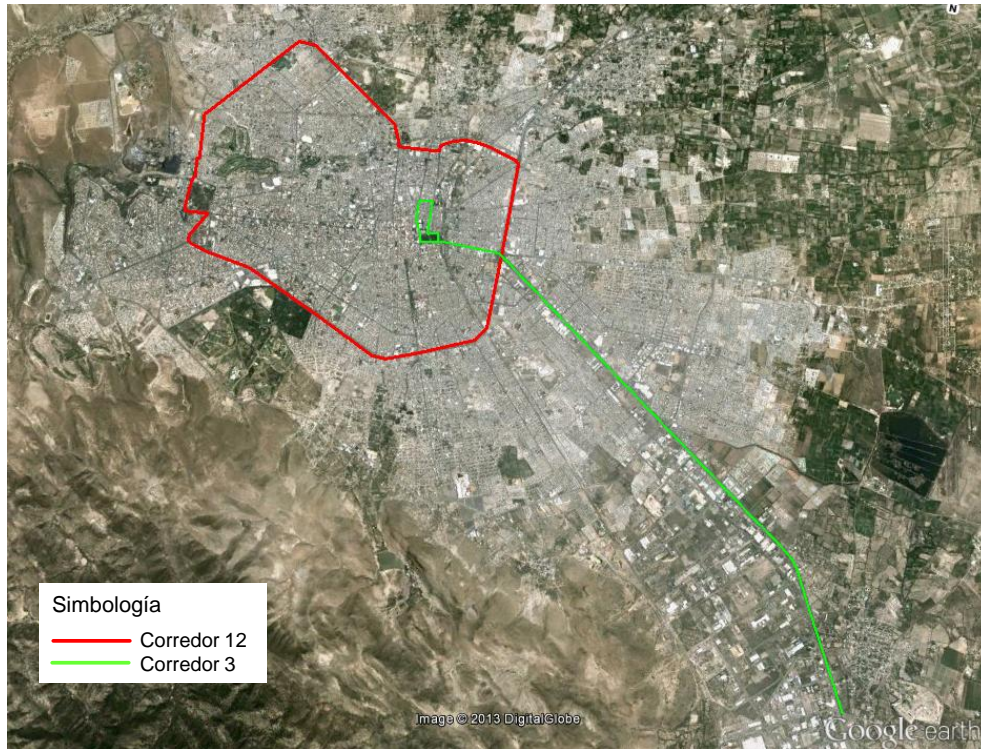
Los corredores en estudio, corredores 3 y 12, se ubican dentro de la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, ambos se desarrollan siguiendo el trazo de vialidades ya construidas y tomando un carril de circulación vehicular por sentido (carril exclusivo), así mismo, se ubicarán parabuses en las banquetas, en todos los casos sin modificar la sección de la vialidad, ni afectando inmuebles y edificaciones.

El Corredor 3 está integrado por la Carretera San Luis Querétaro, Av. Universidad, calle Juan Saravia, calle Manuel José Othón, Av. 20 de Noviembre, Av. Reforma y Av. Constitución.

El Corredor 12 está formado por la Av. Salvador Nava, Carretera a Matehuala, Acceso Norte, Av. 20 de Noviembre, Av. de la Paz, Carretera a Zacatecas, Av. Dr. López Hermosa, Av. Morales Saucito, Av. Azufre, calles Cobre y Antimonio, calles Arsénico y Pintores, Av. Venustiano Carranza hasta la Glorieta Bocanegra y calles Niño Artillero y Doc. Manuel Nava.



Figura 6. Localización de los corredores en estudio (3 y 12)



Fuente: Elaboración propia, con imagen de google eart.

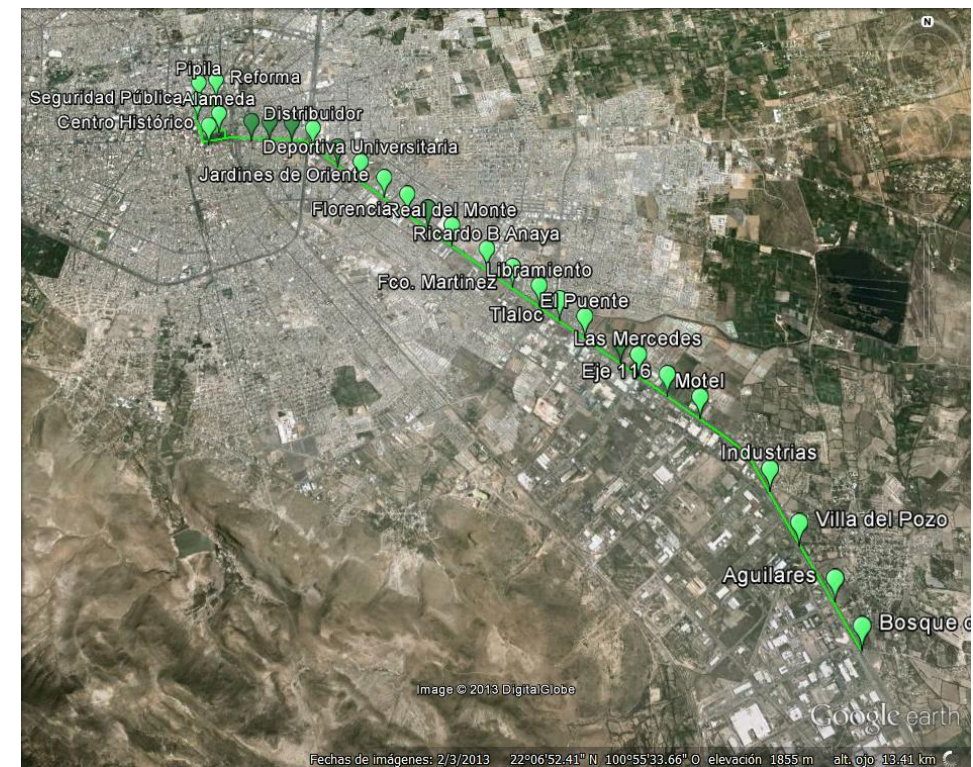
### Carril Preferente

Con base en la demanda actual se consideran corredores de transporte donde circulen autobuses con capacidad para 100 pasajeros, en un carril preferente por sentido de circulación, con una longitud y una sección promedio, el cual tendrá pavimento asfáltico, con parabuses ubicados a una distancia aproximada de 330 m.

### Corredor Troncal 3

- Un carril preferente por sentido de 16.2 km.
- 1 Terminal
- 99 estaciones y/o paradas en ruta.
- 18 Unidades de Alta Capacidad con capacidad de 100 pasajeros.

Figura 7. Ubicación de paradas del Corredor 3



Fuente: Elaboración propia, fotografía google eart.



Corredor Troncal 12:

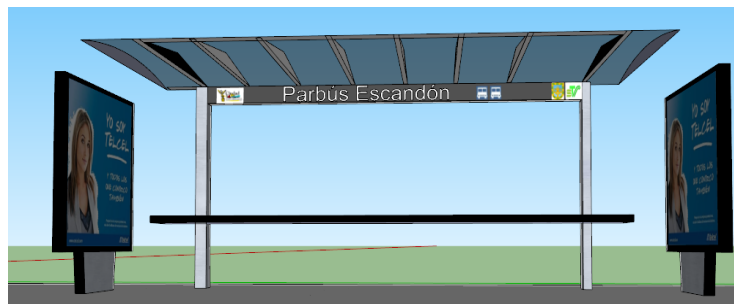
- Un carril preferente por sentido de 23.5 km.
- 1 Terminal
- 144 estaciones y/o paradas en ruta.
- 29 Unidades de Alta Capacidad con capacidad de 100 pasajeros.

A fin de definir paradas exclusivas para el nuevo sistema de transporte, se ubicarán parabuses a lo largo del corredor que serán de acero y concreto.

Las paradas de transporte se complementarán con elementos y dispositivos de señalización y mobiliario urbano (botes y anuncios, entre otros).

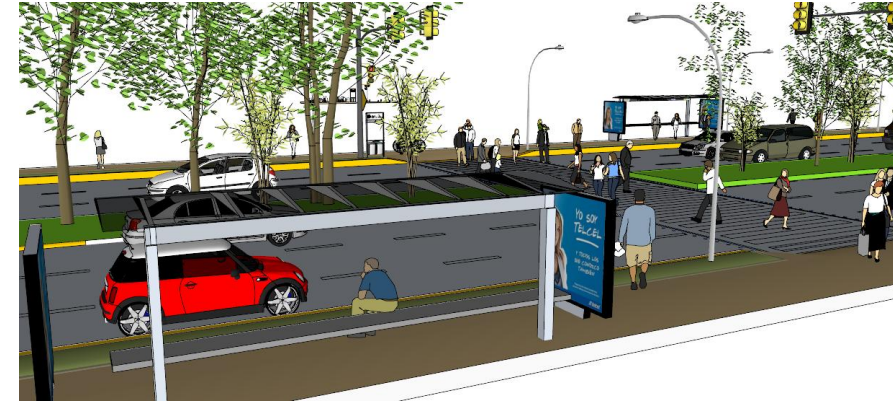
En general, las avenidas donde se encuentran las estaciones son amplias, por lo que no se espera un impacto visual y urbano por la instalación de las estaciones.

Características de los parabuses



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Caracterización de la imagen urbana en el corredor





Fuente: Elaboración propia.

### Tipología Autobuses

Los autobuses son de alta capacidad con las características siguientes:

- Capacidad: 100 pasajeros.
- Piso bajo.
- EURO IV / V.
- Combustible Diesel.
- Equipamiento telemática, GPS y validador abordo.
- Velocidad Comercial promedio de los autobuses de 22 Km/h.

Tabla 1. Características de los autobuses

Medidas	m
Longitud	12.0
Ancho	2.55
Altura	3.20

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Tipo de camiones

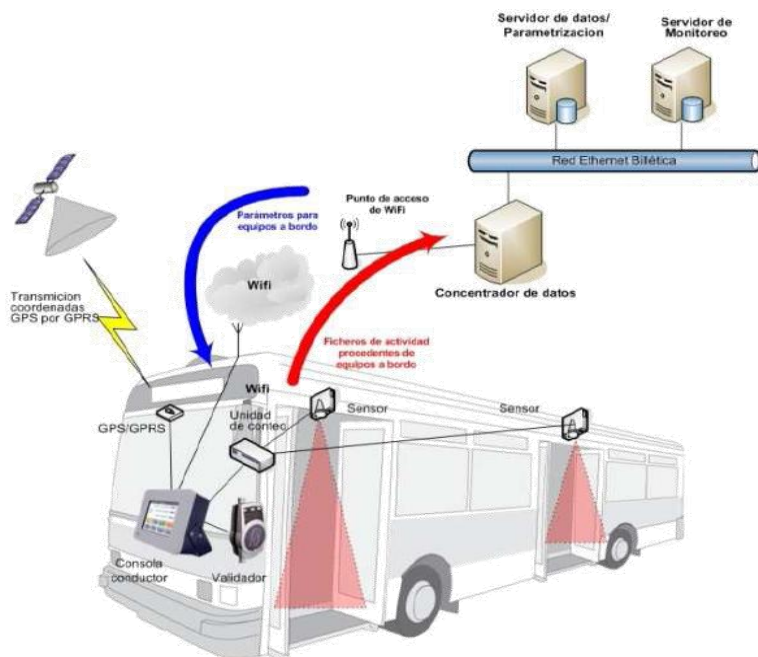


### Equipamiento de Autobuses

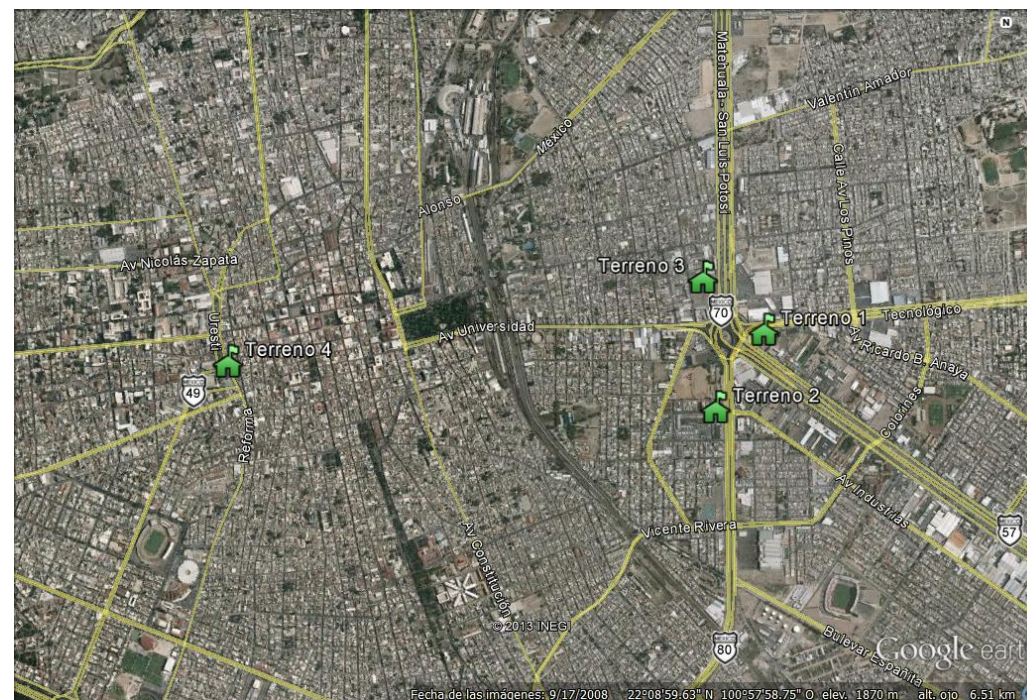
- Validador abordo
- Censores de ascenso y descenso con sistema de conteo inteligente.
- Comunicación con el centro de operación vía GPRS (En línea).
- Consola de Control y Comunicación.



**Figura 10. Equipamiento de los autobuses**



**Figura 11. Sitios probables para ubicación de terminales, patios de servicio y talleres**



Fuente: Elaboración propia, con base en imagen de google eart.

**Terminales. Patios y Talleres**

Se contará con una terminal donde se alojarán los patios y talleres de servicio, sin embargo aún no se tienen definidos con precisión los predios para su ubicación.

**Sistema de Recaudo y Control**

El Sistema de Recaudo contempla los siguientes componentes:

- Medios de pago (tarjeta con chip).
- Terminales y/o Puntos de venta y recarga.
- Control de acceso (validadores y Censores de ascenso y descenso con sistema de conteo inteligente a bordo de autobuses).

- Sistema Central de procesamiento de datos.
- Sistema de comunicaciones.



Fuente: Elaboración propia.

### Centro de Control

Tiene como objetivo el proveer la estructura necesaria al procesamiento, almacenamiento y seguridad de los datos generados por el sistema de pre-pago, además de proveer las herramientas necesarias para la gestión y control de la operación, brindando una visión amplia y completa de los procesos del sistema de pre-pago.

Las características operativas del proyecto se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 5. Características del Proyecto

Concepto	Características
Longitud (sencillo)	Corredores: C12, 23.66 km; C03: 16.24 km
Ubicación sobre la vialidad	Carril derecho de la vialidad
Horas de Operación	16 h
Frecuencia del servicio	cada 4 min en HMD (2.4 min en el horizonte)
Capacidad	100 pasajeros/autobús
Tipo de Equipo	Autobuses a diesel
Velocidad comercial	C12:20 km/hora; C03: 25 km/hora
Aceleración; desaceleración	0.758 m/seg <sup>2</sup> ; 0.758 m/seg <sup>2</sup>
Terminales	una (en el extremo de cada corredor)
Estaciones (Paraderos)	3.3 por km, en cada sentido
Tiempo en terminales	2 minutos
Tiempo en estaciones	15 seg
Tiempo de traslado	C12: 71 min; C03: 39 minutos
Ahorro de tiempo	10-17 min, por sentido, en hora pico



Alternativas Evaluadas

1.5 Alternativas Tecnológicas

Las alternativas tecnológicas consideradas se refieren al tipo de autobuses, o a su capacidad, para ser utilizados en el corredor. Se determinó la capacidad requerida para el autobús en función de la demanda esperada para el servicio previsto. Dicha capacidad se relaciona con la siguiente expresión:

$$Cb = Co / ( Lf * F * Nsp ) ; \text{ en donde,}$$

Cb: Capacidad del vehículo (pasajeros/vehículo)

Co: Capacidad del servicio (pphpd)

Lf: Factor de carga

F: Frecuencia del servicio (vehículos/hr)

Nsp: Número de bahías de parada

Co	1,420	1,420	1,420	pphpd
Lf	0.95	0.95	0.95	
F	15	10	6	vehíc/hr
Nsp	1	1	1	
Cb	100	149	249	pas

En la tabla anterior se muestra el resultado de Cb a partir de la demanda promedio del corredor C03 (la más alta), por hora, por dirección, en la HMD, para un intervalo de paso de 4 min, o una frecuencia de paso de 15 vehículos/hr. Esta frecuencia o intervalo le permitiría al servicio propuesto ser más competitivo con respecto al existente, cuyo intervalo promedio es de 10 min, o una frecuencia de 6 vehículos por

hora/ruta promedio; de optar por esta última, se requeriría utilizar vehículos articulados y las opciones de inversión se verían afectadas por mayores requerimientos de infraestructura (pavimentos, adecuaciones geométricas) y la demanda disminuiría al competir desfavorablemente con los servicios actuales.

Tabla 6. Características de las alternativas tecnológicas evaluadas

Variante	Principales Impactos
a. Autobús de 90-110 pasajeros	Evita realizar obras sobre el carril de rodamiento. Intervalo de paso competitivo. Mayor número de unidades requeridas
b. Autobús articulado de 160 pasajeros	Menor número de unidades. Intervalo de paso no competitivo. Requiere de obras costosas para substituir el carril de rodamiento. Se requieren adecuaciones geométricas

Finalmente, se decidió utilizar las unidades de menor capacidad tomando en cuenta la búsqueda de la alternativa con la mayor rentabilidad social.

Tabla 7. Características de los corredores alternativos evaluados

Concepto	Unidad	Alt1: Corredor 12	Alt2: Corredor 03	Alt3: Corredor 10	Alt4: Corredor 11
Descripción		Av. Salvador Nava	Carretera 57 San Luis Potosí - Querétaro	Eje Vial Ponciano Arriaga / Calz. Guadalupe/Constitución	Av. Himno Nacional / Ricardo B. Anaya
Longitud proyecto	Km	23.66	16.24	13.75	12.80
Velocidad comercial	Km/hr	20	25	20	20
Tiempo de viaje	Min.	71	39	41.3	38.4
No. Estaciones (incl. Terminales)	No.	145	100	92	26
Demanda diaria (base 2012)	Miles Pax/Día	52.64	43.73	18.75	26.21
Demanda HMD en el sentido crítico	Pax/HMDSC	1,322	1,420	465	814
Inversión inicial	Mill.\$	253.2	185.6	133.3	142.7
VPN al 12%	Mill. \$	325	230	3	85
Beneficio/Costo *	#	2.3	2.1	1.0	1.7
TIR Social (sin externalidades)	% anual	26.6%	25.7%	12.3%	19.4%

(\*) Utilizando una tasa de descuento 12% anual

Fuente: Estimaciones FOA Consultores, S.C.

## 1.6 Inversión y sus principales componentes

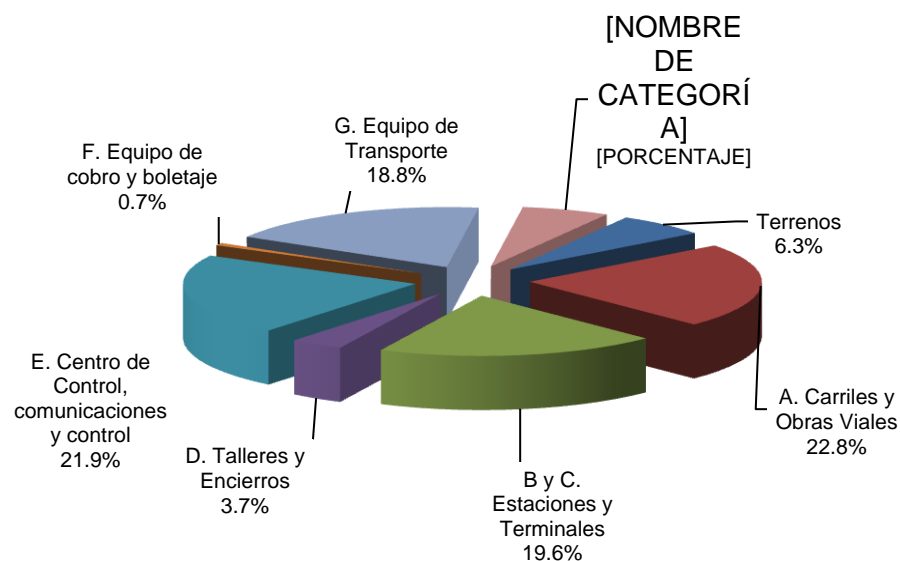
El monto de inversión inicial conjunta del proyecto para los Corredores C12: Av. Salvador Nava y C03: Carretera 57 San Luis Potosí - Querétaro, asciende a \$ 419.2 millones de pesos, distribuidos en los siguientes rubros.

Tabla 8. Desglose del monto de inversión del proyecto. Millones de pesos

Concepto	Corredor 3	Corredor 12	Global
Terrenos	\$11.2	\$16.5	\$27.8
A. Carriles y Obras Viales	\$40.8	\$59.4	\$100.2
B y C. Estaciones y Terminales	\$34.6	\$51.5	\$86.0
D. Talleres y Encierros	\$6.7	\$9.7	\$16.4
E. Centro de Control, comunicaciones y control	\$48.0	\$48.0	\$96.0
F. Equipo de cobro y boletaje	\$1.2	\$1.9	\$3.1
G. Equipo de Transporte (1)	\$31.5	\$50.8	\$82.3
H. Otros (permisos, impacto ambiental, proyecto ejecutivo, supervisión de obra, etc.)	\$11.4	\$15.5	\$26.9
<b>SUMA</b>	<b>\$185.3</b>	<b>\$253.2</b>	<b>\$438.5</b>

Fuente: FOA Consultores

Figura 12. Participación de cada concepto general en el monto de inversión



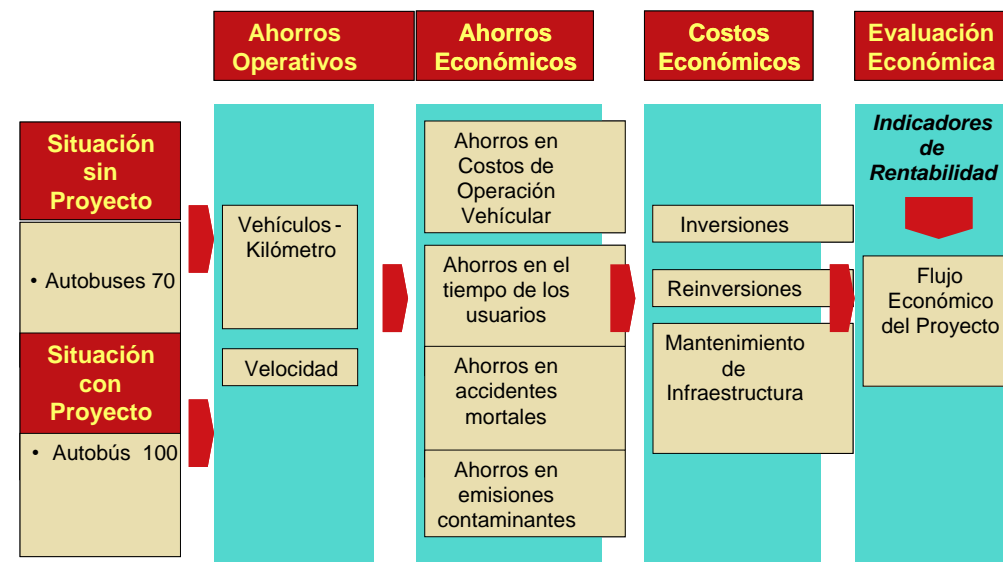
Lo anterior cubre los siguientes requerimientos del proyecto.

- La adquisición de 37 autobuses (al inicio)
- La construcción de dos taller y dos centros de control de tránsito
- La construcción de 79.8 Km. lineales de carril-km para el carril preferente del servicio propuesto
- 243 paraderos/estaciones de paso y 2 estación-terminal
- Equipo de boletaje para los autobuses
- Obras inducidas
- Cuenta para imprevistos y otros

### 1.7 Objetivo de la Evaluación Socio-Económica

Para determinar la conveniencia, en términos socioeconómicos, de la realización del proyecto, se procedió al cálculo de los indicadores de rentabilidad socioeconómica, mediante la identificación y cuantificación de los beneficios y los costos sociales del proyecto, señalados en el esquema siguiente, para un horizonte económico de 30 años y con un costo económico de oportunidad de los recursos de 12% anual (tasa social de descuento). Tanto los beneficios como los costos fueron calculados a precios de mercado, con la posibilidad de ser afectados de los factores de precios de cuenta para el cálculo de los indicadores de rentabilidad.

Figura 13. Esquema Metodológico de la Evaluación Socioeconómica



Fuente: FOA Consultores

### 1.8 Indicadores de Rentabilidad Socio-Económica

Los resultados que a continuación se resumen, corresponden a la concepción integral de la imagen objetivo conjunta de los Corredores C12 y C03.

Los resultados indican que el proyecto es rentable desde el punto de vista socio económico con una tasa interna de retorno social del 24.6 % (sin externalidades). La sociedad en su conjunto obtendría por el proyecto un beneficio neto de aproximadamente \$555 millones de pesos (a precios de mercado) por la realización del proyecto, contabilizando únicamente el ahorro en tiempo de los usuarios y la reducción de costos de operación vehicular<sup>1</sup>.

**Tabla 9. Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Millones de pesos. Cifras a precios de mercado de diciembre de 2012)**

Indicadores de Rentabilidad	Monto (mdp)	
	Con Externalidades	Sin Externalidades
<b>Valor Presente de los Costos (VPC)</b>	-566.87	-566.87
Inversión	-432.61	-432.61
Operación y Mantenimiento	-121.94	-121.94
Costos por molestias	-12.31	-12.31
<b>Valor Presente de los Beneficios (VPB)</b>	\$1,220	\$1,122
Reducción de Costos de Operación Vehicular	\$855.77	\$856
Valor del tiempo usuarios	\$266.59	\$267
Valor de reducción accidentes mortales	\$10	\$0
Valor por reducción emisiones contaminantes	\$88	\$0
<b>Valor Presente Neto Social (VPNS)</b>	\$653	\$555
<b>Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)</b>	26.62%	24.61%
<b>Relación Beneficio/Costo</b>	2.2	2.0
<b>TRI (3er. año)</b>	21.4%	19.20%

<sup>1</sup> Hay otros beneficios, las externalidades, que aquí solo se identifican y se cuantifican pero no se imputan a los indicadores. Incluyendo la reducción de accidentes mortales y la reducción de emisiones contaminantes el beneficio neto social es de \$262 millones.

Fuente: FOA Consultores

Adicionalmente, el proyecto contribuiría a reducir las emisiones al medio ambiente en las cantidades que se indican en la tabla siguiente.

**Tabla 10. Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes (Ton/Año)**

Concepto	2018	2023	2028	2033
CO2	3,751	4,534	4,933	5,367
HC	21.68	26.21	28.52	31.02
CO	98.04	118.51	128.94	140.28
NOx	49.50	59.84	65.10	70.82
SOx	1.73	2.09	2.27	2.47
PST	9.80	11.85	12.89	14.03

Fuente: Estimaciones FOA Consultores

### 1.9 Riesgos Identificados en la Ejecución del Proyecto

A continuación se resumen los principales riesgos del proyecto, y las coberturas que deben ser consideradas en un posible llamado a licitación para atracción de capital privado al proyecto:

- **Menor captación de demanda.**- El mayor riesgo está asociado con la captación de demanda esperada del proyecto. Si bien se ha optado por un escenario conservador, éste está sujeto a una racionalización de rutas en el corredor y a la reorientación de rutas como alimentadoras a las nuevas estaciones del proyecto.
- **Liberación y adquisición de nuevo derecho de vía para alojar infraestructura.** Se requiere espacio adicional para construcción de una nueva terminal para pasajeros y áreas de talleres y encierros.

- **Sobrecosto en obras y/o suministros.-** Parte de la inversión global estaría a cargo del sector privado, bajo la figura de concesión para prestar el servicio. Se establecerán los requisitos para participación, comprobando la capacidad técnica, institucional y financiera, y se establecerán requisitos y obligaciones a cumplir en el Título de Concesión para evitar sobrecostos.
- **Deficiencias en la ingeniería y el diseño.-** Mediante la elaboración de un proyecto ejecutivo de la nueva vía se podría emitir una convocatoria para obra pública, que se asignará al menor precio alzado de entre las ofertas solventes, con fianzas de cumplimiento. Aún con estas previsiones, es posible que ocurran contingencias de liberación de derechos de vía y sobrecostos de la obra civil ferroviaria que absorbería el organismo a cargo de la obra o proyecto.
- **Accesos viales, obras complementarias y terrenos.-** Se establecerán los compromisos del Gobierno de San Luis Potosí y de los municipios de la ZMSLP para llevar a cabo las obras necesarias. En materia de terrenos para estaciones y obras complementarias, se deberán adquirir en forma previa y establecer la coordinación con los niveles adecuados de gobierno para adquirirlos o expropiarlos. La posibilidad de retrasos en el otorgamiento de los permisos y licencias, se resolverá mediante el compromiso de estos niveles de gobierno para otorgarlos en forma ágil y oportuna.
- **Costos de operación y/o mantenimiento superiores a lo estimado.-** Se deberán tener reglas claras acerca de las responsabilidades del futuro concesionario del servicio de pasajeros en temas de mantenimiento, operación y seguridad.
- **Rechazo social al proyecto.-** Existe la posibilidad de que un segmento social de rechazo lo podría constituir los actuales transportistas, si no se les incorpora para formar parte del grupo privado inversionista. Asimismo, los posibles afectados por la recuperación/toma del derecho de vía de los cuales se requieren sus

terrenos podrían constituir un riesgo para el proyecto debido a los tiempos que se requerirían para la resolución legal de los conflictos.

### 1.10 Estructura de Aportaciones Prevista

El proyecto del Corredor C03 se ha estructurado, en principio, admitiendo la participación de privados (\_\_\_%) y se pretendería obtener el \_\_\_% de la inversión a fondo perdido, entre la Federación y el estado de San Luis Potosí, como se muestra en la siguientes figura y tabla.

**Tabla 11. Distribución de la participación en el financiamiento del proyecto de los distintos participantes**

COMPONENTE	Carril Confinado, Terrenos e Infraestructura vial	Infraestructura de Terminales, Estaciones, Patios /Talleres /Recaudo /Despacho	Equipo de Transporte (Autobuses)	Monto (mdp)	%
PRIVADO	\$0.00	\$115.42	\$82.25	\$197.67	45%
PÚBLICO	\$154.83	\$86.03	\$0.00	\$240.87	55%
Gobierno SLP	\$77.42	\$43.02	\$0.00	\$120.43	27%
Fonadin	\$77.42	\$43.02	\$0.00	\$120.43	27%
<b>Total</b>	<b>\$154.83</b>	<b>\$201.45</b>	<b>\$82.25</b>	<b>\$438.53</b>	<b>100%</b>

Fuente: FOA Consultores



### 1.11 Conclusiones

Conforme a los resultados obtenidos en esta evaluación, se concluye que el proyecto es viable desde los puntos de vista técnico, socioeconómico, legal y ambiental.

- a) El proyecto integrado por los corredores C12 y C03 es viable desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto ya que la Tasa Interna de Retorno social (TIRS), 28.4%, supera la tasa del 12% anual señalada por las autoridades hacendarias federales. El Valor Presente Neto Social del proyecto (VPNS) de \$602 millones de pesos, es positivo, y la relación Beneficio-Costo, 2.57, supera la unidad.
- b) Ambientalmente el proyecto propiciará ahorros significativos en las emisiones contaminantes sobre los corredores, tanto en las locales, como en las de efecto invernadero.
- c) El índice de la TRI (Tasa de Rendimiento Inmediato) del proyecto supera la tasa del 12% anual.
- d) Los ahorros o beneficios fueron calculados sobre la base de una situación optimizada de manera que los resultados serían mejores de compararse con la situación actual no optimizada.
- e) Las pruebas de sensibilidad sobre variaciones a los parámetros clave de la evaluación señalan que, no obstante éstas, el proyecto seguiría siendo rentable.

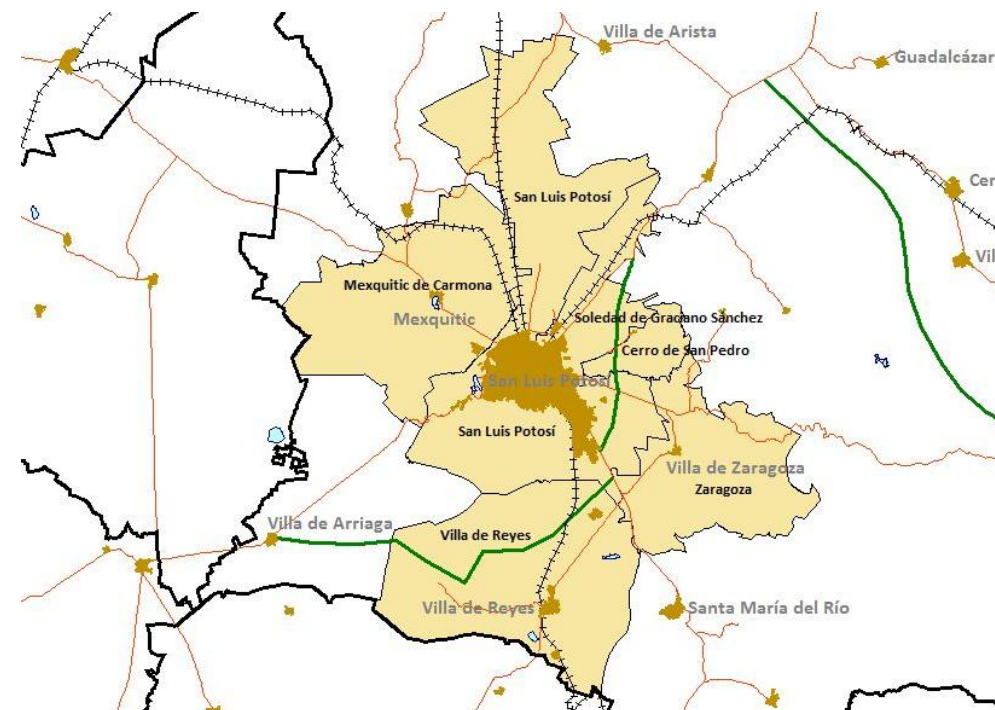
## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

En este apartado se describe la zona de influencia en la que se insertará el proyecto, sus actuales condiciones, particularmente las del transporte público, su problemática y las posibles soluciones.

La zona bajo estudio es el área urbana conurbada de la Ciudad de San Luis Potosí, la cual esta conformada por los municipios de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Mexquitic de Carmona y Cerro de San Pedro.

Es importante indicar que se considera dentro de la zona de estudio, la demanda generada hacia la Ciudad de San Luis Potosí, proveniente de las cabeceras municipales de Cerro de San Pedro, Villa de Reyes, Villa de Zaragoza y Mexquitic de Carmona, y el modo de transporte utilizado para llegar a su destino final.

Figura 14. Municipios que integran el área de estudio

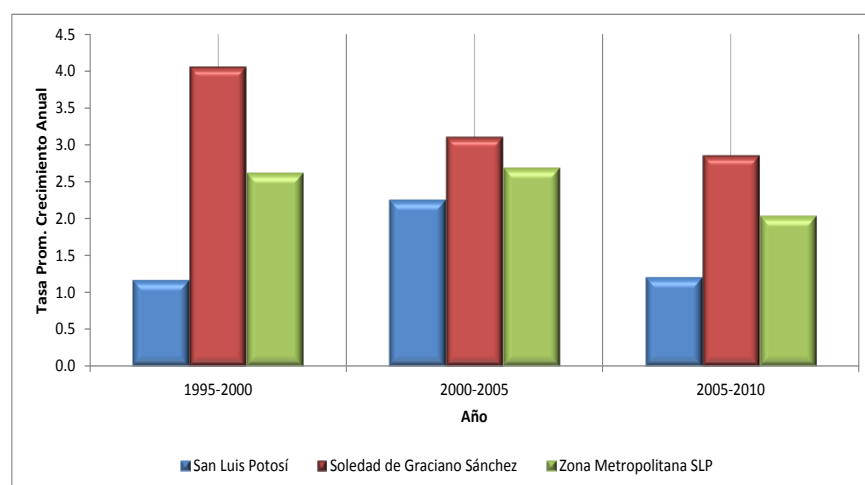


Fuente: Elaboración propia, con apoyo de SIG.

En estos municipios habitaban 1.17 millones de personas en el año 2010. La mayor parte de la población (66%) se concentra en el municipio de San Luis Potosí con 772,604 habitantes, y el 23% en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez, cabe mencionar que este municipio ha presentado un crecimiento importante en las últimas décadas.

La población en el área de estudio ha crecido en 1.7% en los últimos 5 años, los municipios de mayor crecimiento son Soledad de Graciano Sánchez 3.6%, esto es 267,839 Habitantes, y Cerro de San Pedro 4.2%, con 4,021 habitantes.

**Figura 15. Dinámica poblacional**

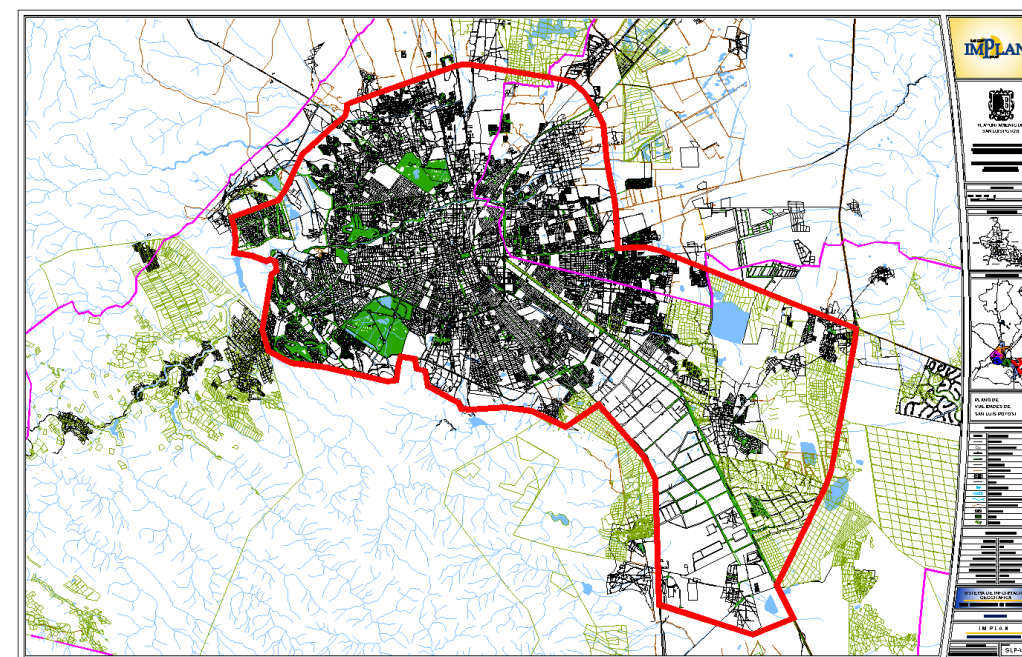


Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CONAPO.

El crecimiento urbano se ha observado principalmente hacia la zona suroriente y nororiente de la ciudad y del municipio de San Luis, y rebasando sus límites

principalmente hacia el municipio de Soledad de Graciano Sánchez. La mancha urbana en el área de estudio ha crecido en 18.6 veces en los últimos 50 años, y la densidad urbana ha disminuido de manera importante pasando de 121.5 Hab./Ha. en 1960 a 43.4 Hab./Ha. en el año 2010, lo cual indica un incremento en la dispersión urbana.

**Figura 16. Polígono de trabajo para el Estudio de Movilidad Urbana**



Fuente: Elaboración propia.

### Estructura vial

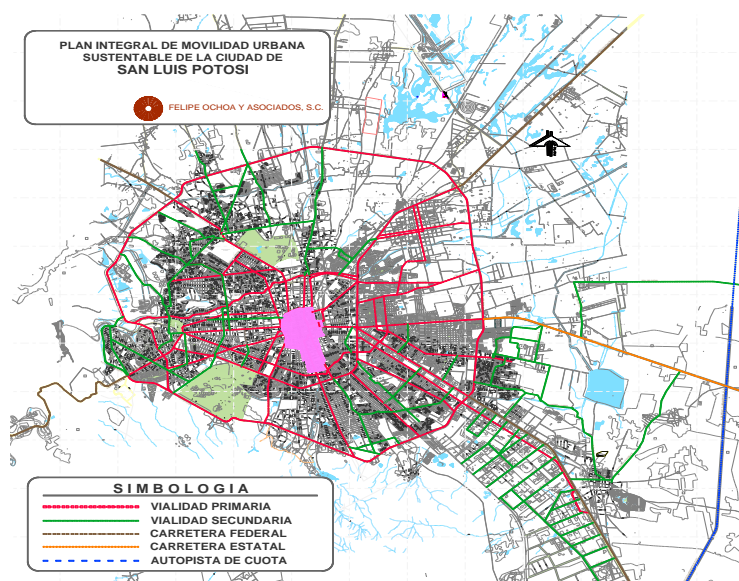
La zona de estudio cuenta con aproximadamente 180 kilómetros de la red vial, de los cuales 107 kilómetros se identificaron como parte de 9 corredores viales importantes, los cuales se listan a continuación:

1. Carretera 57 San Luis Potosí – Matehuala/Aeropuerto (14.8 Km)

2. Carretera 70 San Luis Potosí – Río Verde (14 Km)
3. Carretera 57 San Luis Potosí – Querétaro (14 Km)
4. Av. Dr. Salvador Nava (8.9 Km)
5. Blvd. Río Santiago (9 Km)
6. Carretera 49 San Luis Potosí – Zac./C. Romero/M. Jiménez (14 Km)
7. Av. Himno Nacional/Ricardo B. Anaya (12.3 Km)
8. Av. Industrias (12 Km)
9. Eje Vial Ponciano Arriaga / Calz. Guadalupe/Benito Juárez (8 Km)

El transporte público utiliza 80% de los corredores. Las obras viales recientes se han orientado al uso del automóvil.

**Figura 17. Estructura vial actual**



Fuente: Elaboración propia, con apoyo del SIG.

## Transporte público

La oferta de transporte público es del orden de 1,000 unidades en 72 ramales, con 12 empresas. Las unidades de transporte son autobuses con capacidad de 70 pasajeros, con una antigüedad promedio 6.5 años.

**Figura 18. Red de Rutas de Transporte Público**



Fuente: Elaboración propia, con apoyo del SIG.

## Recorridos

La longitud de los promedio de los ramales es de 31 Kilómetros (ida + vuelta); la longitud máxima 55 kilómetros y mínima 14 kilómetros, siendo para ambos casos ida y vuelta.



El tiempo de recorrido completo (ida + vuelta) en promedio se efectúa en un hora con 55 minutos (01:55) sin contar tiempos de estancia en terminal, solo en trayectoria. El tiempo máximo registrado de casi 3 horas (Ruta 22 Conalep – Alameda - Industrias) y el mínimo de 55 minutos (Ruta 37 La Virgen – Eje Vial – La Virgen – San Pedro).

### Velocidad promedio

La velocidad promedio de recorrido es de 17 km/hr, siendo la máxima de 27 Km y la mínima de 8 km/hr.

### Tarifas

La tarifa oscila entre \$6.50 a \$7.00 pesos.

### Tipo de Unidades

El servicio de transporte público es proporcionado con autobuses tipo (A), que a diferencia de otras ciudades del país, no cuenta con unidades de baja capacidad como combis o microbuses, observando marcas como INTERNATIONAL, AYCO, MAGNO, DINA y MARCO POLO, con ocupación nominal estimada es de 70 pasajeros (40 a 42 sentados y el resto parados), algunos están acondicionados para personas discapacitadas.

Fotografía 1. Tipo de unidades



Fuente: Levantamiento en campo.

Tabla 12. Características principales de las rutas

Clave	Tiempo de Viaje (hh:mm)	Longitud (Km)	Velocidad Media (Km/hr)	Tarifa
( R99 )	1:50	50.40	27	\$6.60
R01-01	2:00	30.90	15	\$6.60
R01-02	2:40	34.20	13	\$6.60
R01-03	1:25	19.80	14	\$6.60
R02-01	1:15	22.70	18	\$6.60
R02-02	1:40	30.40	18	\$6.60
R03-01	2:15	38.80	17	\$6.60
R03-02	2:15	39.30	17	\$6.60
R04-01	2:35	34.90	14	\$6.50
R04-02	1:20	23.00	17	\$6.60
R04-03	2:20	34.90	15	\$6.60
R05-01	1:55	32.20	17	\$6.60
R06-01	1:50	35.70	19	\$6.60
R06-02	2:10	36.20	17	\$6.60
R06-03	2:15	47.20	21	\$7.00
R07-01	1:30	25.70	17	\$7.00
R07-02	1:50	25.70	14	\$6.60
R08-01	2:40	44.90	17	\$7.00
R08-02	2:20	44.50	19	\$6.60
R08-03	2:55	55.00	19	\$6.60
R09-01	2:40	41.80	16	\$7.00
R10-01	1:25	18.00	13	\$6.60
R10-02	1:05	15.90	15	\$7.00
R11-01	1:30	26.80	18	\$6.60
R11-02	1:20	27.60	21	\$7.00
R11-03	1:25	24.70	17	\$6.60
R12-01	1:20	26.80	20	\$6.60
R12-02	1:35	26.80	17	\$6.60
R13-01	1:55	28.40	15	\$6.60

Clave	Tiempo de Viaje (hh:mm)	Longitud (Km)	Velocidad Media (Km/hr)	Tarifa
R13-02	1:30	27.60	18	\$6.60
R13-03	1:30	25.50	17	\$7.00
R14-01	2:10	36.00	17	\$6.60
R14-02	2:05	36.00	17	\$6.60
R15-01	2:40	40.40	15	\$7.00
R15-02	2:25	41.70	17	\$6.60
R15-03	2:40	40.50	15	\$6.60
R16-01	1:20	21.80	16	\$6.60
R16-02	1:15	20.10	16	\$6.60
R17-01	1:50	28.10	15	\$7.00
R17-02	1:15	26.80	21	\$6.60
R17-03	1:25	28.00	20	\$6.60
R18-01	1:20	20.90	16	\$6.60
R18-02	1:50	38.90	21	\$6.60
R19-01	1:05	18.00	17	\$7.00
R19-02	1:05	18.00	17	\$6.60
R19-03	2:00	33.20	17	\$7.00
R20-01	2:10	43.60	20	\$6.60
R20-02	2:10	40.70	19	\$6.60
R21-01	2:30	41.00	16	\$6.60
R21-02	2:25	35.50	15	\$6.60
R21-03	2:35	40.00	15	\$6.60
R22-01	3:00	52.00	17	\$6.50
R23-01	1:15	16.30	13	\$6.60
R24-01	1:25	32.90	23	\$6.60
R24-02	2:00	36.80	18	\$6.60
R24-03	2:00	36.80	18	\$6.60
R25-01	1:55	29.00	15	\$7.00
R25-02	1:05	23.20	21	\$7.00
R26-01	2:25	40.10	17	\$7.00
R26-02	1:55	27.10	14	\$6.60

Clave	Tiempo de Viaje (hh:mm)	Longitud (Km)	Velocidad Media (Km/hr)	Tarifa
R27-01	2:30	37.40	15	\$6.60
R28-01	1:40	30.20	18	\$6.60
R28-30-01	2:35	41.50	16	\$6.60
R29-01	1:45	29.40	17	\$6.60
R30-01	2:35	41.70	16	\$6.60
R31-01	1:50	15.00	8	\$6.50
R32-01	1:00	14.80	15	\$6.50
R33-02	1:00	14.30	14	\$6.60
R34-01	1:20	19.80	15	\$6.60
R36-01	1:05	21.50	20	\$6.60
R37-01	0:55	19.60	21	\$6.60
R44-01	1:20	25.10	19	\$6.60

### Tasa de Motorización

La tasa de motorización en la zona de influencia del estudio es significativamente mayor que la media nacional y estatal.

Tabla 13. Tasa de motorización nacional y estatal

Tasa de Motorización 1 auto por cada 10 Habs.			
Año	País	Estado	Zona de influencia del Estudio
1990	0.77	0.39	0.72
2000	1.00	0.74	1.30
2005	1.34	1.17	1.91
2010	1.83	1.69	2.61

Fuente: INEGI, 1990, 2000, 2010.

### Aspectos relevantes de la Movilidad Actual

Centro Histórico es un importante atractor de viajes, con altas limitaciones de capacidad vial. Requiere soluciones de movilidad no motorizada y reordenamiento de rutas.

Necesidades de infraestructura y equipamiento urbano para el acceso libre, movilidad no motorizada, accesos peatonales y señalización integral.

Tendencias de desarrollo urbano extensiva sobre el territorio, ineficiente uso del suelo y baja densidad poblacional.

### Problemática existente

Resultados de los estudios indican:

Ineficiencia operativa por programación de servicios y frecuencias de despacho no varían substancialmente en horas pico y valle.

Sobreoferta considerable de unidades de transporte público actual aspecto que se acentúa en las horas valle (horas de menor demanda) con las siguientes implicancias:

- Altos costos de operación
- kilómetros en vacío y,
- Operación ineficiente de unidades

Unidades operan con ocupación entre 30% y 35%, esto implica subutilización unidades, incidiendo directamente en los altos costos de operación.

Las cifras indican que el transporte público actual no representa una alternativa atractiva para desincentivar el uso del automóvil.

El transporte público atiende mayoritariamente a segmentos de bajos ingresos (el 61.5% de los usuarios presenta ingresos mensuales iguales o menores a \$2,500), el tiempo de caminata es de alrededor de 5 minutos y el tiempo de espera o tiempo promedio que espera el usuario para abordar el transporte público es de alrededor de 8 minutos.

La tasa de motorización en la zona de influencia del estudio es significativamente mayor que la media nacional y estatal.

En General se identifican necesidades de infraestructura y equipamiento urbano para discapacitados (acceso libre), infraestructura especializada para alternativas de movilidad no motorizada, accesos peatonales, señalización vertical y horizontal.

### Objetivos del Proyecto y Problemática a Solucionar

En la zona de influencia se presenta una creciente demanda y la necesidad de re-estructurar el transporte público para brindar un mejor nivel de servicio a los usuarios y facilitar la movilidad urbana.

El proyecto constituye una alternativa cuyo objetivo es el aprovechamiento de la infraestructura vial existente para el transporte público de pasajeros, para reducir los tiempos de viaje entre las principales zonas de la ciudad, y permitir aliviar la presión sobre las vialidades actuales que comunican las localidades de la ZMSLP.

Los autobuses, aun cuando tienen una frecuencia continua a lo largo del recorrido, hacen paradas informales, lo que incrementa el tiempo de viaje.

El transporte público en la ZMSLP es regulado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de San Luis Potosí. Las Concesiones son autorizadas por el Ejecutivo.

Con la implementación del proyecto se disminuirá el tiempo de viaje, se institucionalizará el transporte público a lo largo de los corredores a desarrollar en esta primera etapa, se dará un reordenamiento de las unidades que actualmente circulan y se creará infraestructura para una demanda creciente que interactúa en un fenómeno de conurbación.

**Tabla 14. Oferta de Transporte Público en Servicios Locales**

Nu	ID	Ruta	Intervalo	Longitud	Tiempo(m)	Pasaje	Velocidad
1	41-I	R01-	6.21	15.39	55.93	1570	16.5
2	41-	R01-	3.91	14.94	64.34	553	13.9
3	42-I	R01-	12.86	16.87	92.23	419	11
4	42-	R01-	8.18	16.39	75.58	298	13
5	43-	R01-	16.36	19.63	70.66	1377	16.7
6	65-	R02-	3.75	22.35	69.75	2891	19.2
7	66-	R02-	3.4	25.08	64.08	947	23.5
8	27-	R03-	9	38.14	130.87	1982	17.5
9	61-	R03-	180	38.67	135.25	94	17.2
10	10-	R04-	25.71	34.09	117.01	375	17.5
11	31-	R04-	22.5	22.07	74.38	485	17.8
12	39-	R04-	10	34.21	128.11	1220	16
13	51-	R05-	4.19	31.93	110.44	829	17.3
14	15-I	R06-	7.83	14.46	38.57	123	22.5
15	15-	R06-	7.5	21.21	69.89	615	18.2
16	16-I	R06-	15	13.49	46.03	165	17.6

Nu	ID	Ruta	Intervalo	Longitud	Tiempo(m)	Pasaje	Velocidad
17	16-	R06-	8.57	21.66	74.26	1289	17.5
18	17-I	R06-	180	19.99	46.08	70	26
19	17-	R06-	180	26.24	72.68	142	21.7
20	44-	R07-	45	25.37	103.41	132	14.7
21	71-	R07-	6.21	25.37	86.95	1636	17.5
22	24-	R08-	3.46	43.9	150.22	459	17.5
23	40-	R08-	18	43.97	153.57	160	17.2
24	47-	R08-	4.29	54.14	160.7	1429	20.2
25	36-I	R09-	4.5	21.85	83.67	1164	15.7
26	36-	R09-	4.74	21.12	59.97	583	21.1
27	13-	R10-	3.1	16.64	61.49	1204	16.2
28	14-C	R10-02	3.91	15.71	64.22	146	14.7
29	35-C	R11-01	22.5	27.39	77.04	341	21.3
30	49-C	R11-02	18	27.4	76.79	426	21.4
31	50-	R11-	8.57	24.04	75.96	530	19
32	04-	R12-	10.59	26.58	90.69	496	17.6
33	05-	R12-	5.81	26.26	176.07	29	8.9
34	06-	R13-	6	27.38	83.96	443	19.6
35	07-	R13-	6	27.55	84.58	508	19.5
36	08-	R13-	11.25	25.5	87.63	368	17.5
37	59-	R14-	8.57	35.36	123.54	1030	17.2
38	60-	R14-	45	35.22	120.01	302	17.6
39	23-	R15-	6.43	40.57	138.82	1434	17.5
40	33-	R15-	90	42.46	135.41	122	18.8



Nu	ID	Ruta	Intervalo	Longitud	Tiempo(m)	Pasaje	Velocidad
41	34-	R15-	37.73	40.35	138.11	265	17.5
42	58-	R16-	11.25	21.37	74.1	517	17.3
43	62-	R16-	7.83	19.65	67.11	580	17.6
44	28-I	R17-	4.19	9.79	42.26	964	13.9
45	28-	R17-	9	17.45	59.25	256	17.7
46	46-	R17-	11.25	26.22	78.36	380	20.1
47	48-	R17-	36	27.46	94.83	170	17.4
48	45-	R18-	12	21.44	74.05	915	17.4
49	69-I	R18-	12.86	20.25	59.98	194	20.3
50	69-	R18-	16.36	18.1	61.33	189	17.7
51	11-I	R19-	8.18	9.45	30.53	228	18.6
52	11-	R19-	10	7.86	29.95	178	15.7
53	26-I	R19-	16.36	23.44	87.79	586	16
54	26-	R19-	18	9.08	34.12	109	16
55	29-	R20-	20	43.38	131.18	288	19.8
56	32-	R20-	7.5	40.77	138.66	509	17.6
57	20-I	R21-	90	18.86	64.58	43	17.5
58	20-	R21-	90	20.86	69.76	86	17.9
59	21-I	R21-	7.2	16.05	55.37	517	17.4
60	21-	R21-	4.62	18.24	62.73	934	17.4
61	30-I	R21-	15	22.2	76.29	230	17.5
62	30-	R21-	13.85	19.68	67.63	210	17.5
63	09-I	R22-	6.43	26.09	82.22	2626	19
64	09-	R22-	5.45	25.27	76.73	485	19.8
65	57-I	R23-	7.5	16.04	55.03	191	17.5
66	57-	R23-	6.67	15.47	53.11	892	17.5

Nu	ID	Ruta	Intervalo	Longitud	Tiempo(m)	Pasaje	Velocidad
67	53-	R24-	7.83	32.63	89.32	3015	21.9
68	54-	R24-	20	36.35	131.96	163	16.5
69	64-	R24-	11.25	36.35	123.82	326	17.6
70	12-I	R25-	12	15.26	62.83	81	14.6
71	12-	R25-	16.36	13.49	49.9	266	16.2
72	22-	R25-	12.86	23.81	84.76	294	16.9
73	55-	R26-	13.85	38.64	249.14	294	9.3
74	56-	R26-	9.47	26.08	107.31	1738	14.6
75	52-	R27-	6	36.71	141.72	1507	15.5
76	67-	R28-	5.63	29.96	102.86	773	17.5
77	01-	R29-	11.25	27.33	97.73	220	16.8
78	03-	R31-	16.36	14.04	95.3	84	8.8
79	02-	R32-	16.36	14.73	52.07	273	17
80	18-	R33-	13.85	13.8	62.96	1001	13.2
81	19-	R34-	7.83	19.12	69.93	751	16.4
82	37-	R36-	36	20.97	62.81	73	20
83	38-	R37-	90	19.41	63.24	72	18.4
84	63-	R44-	60	25.13	86.27	185	17.5
85	68-	R99	15	49.96	103.8	282	28.9

Fuente: Estudios de campo. FOA Consultores S.C.

## 2.2.1 Análisis de la demanda

### 2.2.1.1 Proyección de la demanda

En la proyección de la demanda, la utilización de las proyecciones de población de Conapo y su aplicación para proyectar la demanda potencial de pasajeros y, posteriormente, su aplicación a la demanda asignada al proyecto, traería como resultado una tasa de crecimiento muy moderado del orden de 1.7% anual.

Periodo	Demanda Anual (Millones pax)		Fact. Maduración
	Corredor 12	Corredor 3	
24	27.9	23.2	100.0%
25	28.4	23.6	100.0%
26	28.9	24.0	100.0%
27	29.3	24.4	100.0%
28	29.8	24.8	100.0%
29	30.3	25.2	100.0%
30	30.9	25.7	100.0%

Fuente: Estimaciones FOA Consultores S.C.

Periodo	Demanda Anual (Millones pax)		Fact. Maduración
	Corredor 12	Corredor 3	
0	18.61	15.48	
1	18.93	15.74	
2	19.3	16.0	75.0%
3	19.6	16.3	85.0%
4	19.9	16.6	100.0%
5	20.3	16.8	100.0%
6	20.6	17.1	100.0%
7	20.9	17.4	100.0%
8	21.3	17.7	100.0%
9	21.7	18.0	100.0%
10	22.0	18.3	100.0%
11	22.4	18.6	100.0%
12	22.8	18.9	100.0%
13	23.2	19.3	100.0%
14	23.6	19.6	100.0%
15	24.0	19.9	100.0%
16	24.4	20.3	100.0%
17	24.8	20.6	100.0%
18	25.2	21.0	100.0%
19	25.6	21.3	100.0%
20	26.1	21.7	100.0%
21	26.5	22.1	100.0%
22	27.0	22.4	100.0%
23	27.4	22.8	100.0%

### 3. SITUACIÓN SIN PROYECTO

#### 3.1 Descripción de la Situación Actual Optimizada

La situación actual optimizada correspondería a aquella en la cual el número de unidades de transporte se redujese al mínimo necesario para la atención de la demanda sobre el conjunto de los corredores actuales de manera que la participación, por tipo de vehículo, se conservase aun cuando el número absoluto de ellas se redujese. En tal caso, la demanda prevista podría ser atendida bajo el siguiente esquema:

Sobre ambos corredores se implementaría una re-estructuración del transporte público para seguir esta distribución por modo de transporte y disminuir las unidades que actualmente por él transitan.

Las unidades en operación por día necesarias, se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 15. No. de unidades necesarias en la Situación Actual Optimizada**

No. UNIDADES requeridas en operación HMD	Unidades en operación por día (Corredores C12 y C03)
Autobuses	70 y 43

Para el cumplimiento de atención a la demanda en la Hora de Máxima Demanda (HMD), las unidades deberían cumplir con los siguientes intervalos de paso.

**Tabla 16. Intervalos de Paso en HMD, por tipo de unidad, en la Situación Actual Optimizada**

Intervalo de paso HMD	Minutos
Autos (taxis)	NS

Autobuses	2.5
-----------	-----

Con estas condicionantes se estaría optimizando la oferta para la demanda calculada. Sin embargo, es difícil su implementación por la forma de operar y regularse de las empresas transportistas y los intervalos de tiempo necesarios en la HMD.

#### 3.2 Alternativas de Solución

##### Alternativas Tecnológicas

Las alternativas tecnológicas consideradas se refieren al tipo de autobuses, o a su capacidad, para ser utilizados en el corredor. Se determinó la capacidad requerida para el autobús en función de la demanda esperada para el servicio previsto. Dicha capacidad se relaciona con la siguiente expresión:

$$Cb = Co / ( Lf * F * Nsp ) ; \text{ en donde:}$$

Cb: Capacidad del vehículo (pasajeros/vehículo)

Co: Capacidad del servicio (pphpd)

Lf: Factor de carga

F: Frecuencia del servicio (vehículos/hr)

Nsp: Número de bahías de parada

Co	1,420	1,420	1,420	pphpd
Lf	0.95	0.95	0.95	
F	15	10	6	vehíc/hr
Nsp	1	1	1	
Cb	100	160	240	pas

En la tabla anterior se muestra el resultado de Cb a partir de la demanda promedio del corredor, por hora, por dirección, en la HMD, para un intervalo de paso de 4 min, o una frecuencia de paso de 15 vehículos/hr. Esta frecuencia o intervalo le permitiría al servicio propuesto ser más competitivo con respecto al existente, cuyo intervalo

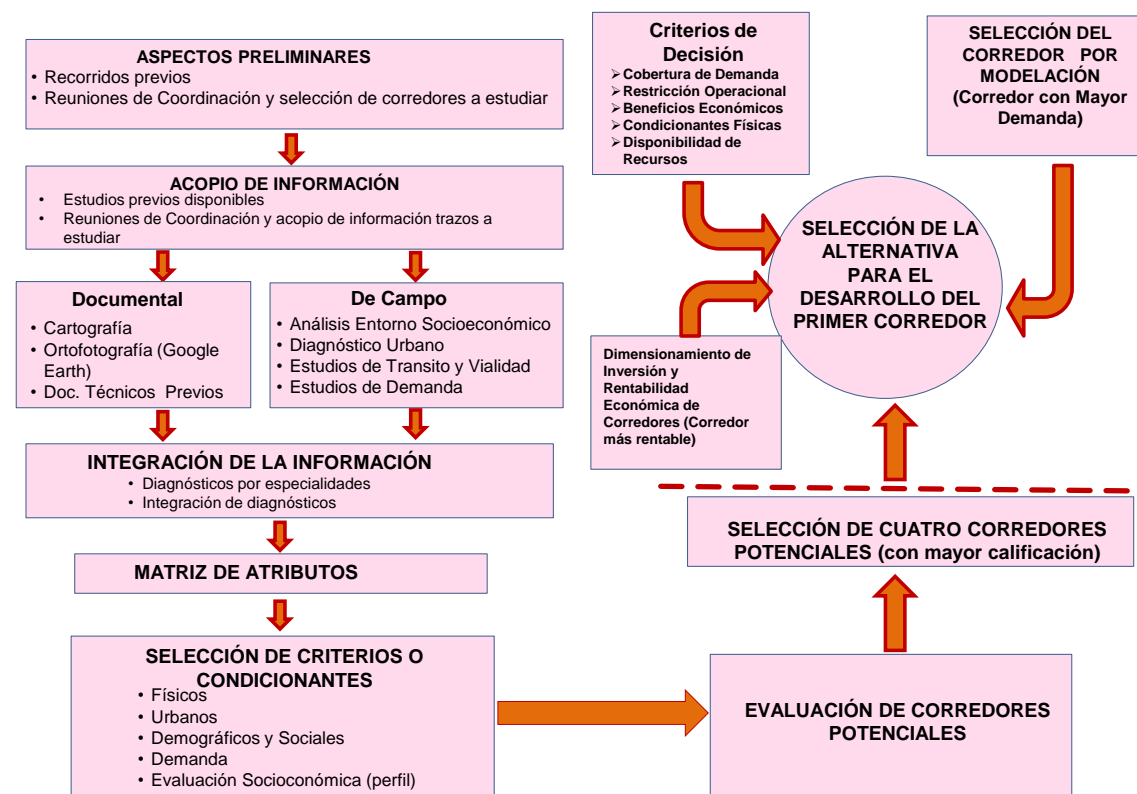
promedio es de 10 min, o una frecuencia de 6 vehículos por hora/ruta promedio; de optar por esta última, se requeriría utilizar vehículos articulados y las opciones de inversión se verían afectadas por mayores requerimientos de infraestructura (pavimentos, adecuaciones geométricas) y la demanda disminuiría al no poder competir con los servicios actuales.

Tabla 17. Características de las alternativas tecnológicas evaluadas

Variante	Principales Impactos
a. Autobús de 90-110 pasajeros	Evita realizar obras sobre el carril de rodamiento. Intervalo de paso competitivo. Mayor número de unidades requeridas
c. Autobús articulado de 160 pasajeros	Menor número de unidades. Intervalo de paso no competitivo. Requiere de obras costosas para substituir el carril de rodamiento. Se requieren adecuaciones geométricas

Finalmente, se decidió utilizar las unidades de menor capacidad tomando en cuenta la búsqueda de la alternativa con la mayor rentabilidad social.

### Corredores Alternativos



Se identificaron 12 Potenciales Corredores, con base en el modelo de demanda se llevó a cabo una primera preevaluación, seleccionando cuatro potenciales corredores (Matriz Multicriterio).



Con base en la atención de mayor demanda y otras características como la facilidad de instauración de un nuevo servicio de transporte masivo con base en la menor afectación a las rutas existentes y a los concesionarios actuales, se seleccionaron 2 Corredores a Desarrollar en la 1ra Etapa, en atención a (atendiendo aprox. 100 mil pax diarios):

Corredor 3: Carretera San Luis Querétaro, Av. Universidad, Juan Saravia, Manuel José Othón, Av. 20 de Noviembre, Av. Reforma y Av. Constitución.

Corredor 12: Av. Salvador Navas, Carretera a Matehuala, Acceso Norte, Av. 20 de Noviembre, Av. De la Paz, Carretera a Zacatecas, Av. Dr. López Hermosa, Av. Morales Saucito, Av. Azufre, Calles Cobre y Antimonio, Calles Arsénico y Pintores, Av. Venustiano Carranza hasta la Glorieta Bocanegra y calles Niño Artillero y Doc. Manuel Nava.

Por otra parte, se seleccionaron varios de los corredores que en una primera instancia presentaban la mayor demanda por corredor y otras características como la facilidad de instauración de un nuevo servicio de transporte masivo con base en la menor afectación a las rutas existentes y a los concesionarios actuales.

En la tabla siguiente se presenta los resultados de las evaluaciones socioeconómicas de las alternativas de corredores seleccionadas con servicios propuestos competitivos bajo las siguientes premisas:

- Velocidad Comercial: Corredor C03, 25 kph; Corredores C10, C11 y C12, 22 km/h
- Frecuencia de paso: 4 min,
- Tarifa: \$6.8/pasajero
- Con re-estructuración de rutas y no permitiendo que las remanentes sobre los corredores levanten pasaje
- Frecuencia de paso de las rutas remanentes: 10 min,

- Frecuencia de paso de las rutas alimentadoras: 5 min

Como podrá apreciarse, el Corredor 12 presenta los mejores resultados en términos de sus indicadores de rentabilidad socioeconómica, seguido por el denominado Corredor 03 y, al final, los Corredores 11 y 10.

**Tabla 18. Características de los corredores alternativos evaluados**

Concepto	Unidad	Alt1: Corredor 12	Alt2: Corredor 03	Alt3: Corredor 10	Alt4: Corredor 11
Descripción		Av. Salvador Nava	Carretera 57 San Luis Potosí - Querétaro	Eje Vial Ponciano Arriaga / Calz. Guadalupe/Constitución	Av. Himno Nacional / Ricardo B. Anaya
Longitud proyecto	Km	23.66	16.24	13.75	12.80
Velocidad comercial	Km/hr	20	25	20	20
Tiempo de viaje	Min.	71	39	41.3	38.4
No. Estaciones (incl. Terminales)	No.	145	100	92	26
Demanda diaria (base 2012)	Miles Pax/Día	52.64	43.73	18.75	26.21
Demanda HMD en el sentido crítico	Pax/HMDSC	1,322	1,420	465	814
Inversión inicial	Mill.\$	253.2	185.6	133.3	142.7
VPN al 12%	Mill. \$	325	230	3	85
Beneficio/Costo *	#	2.3	2.1	1.0	1.7
TIR Social (sin externalidades)	% anual	26.6%	25.7%	12.3%	19.4%

(\*) Utilizando una tasa de descuento 12% anual  
Fuente: Estimaciones FOA Consultores, S.C.

#### 4. SITUACIÓN CON PROYECTO

##### 4.1 Descripción General del Proyecto

###### 4.1.1 Objetivo

- Ofrecer servicios de transporte seguro, competitivo y eficiente, con capacidad para atender 52.6 mil pasajeros diarios del inicio sobre el corredor C12: Av. Salvador Nava y 43 mil pasajeros/día, sobre el Corredor C03: Carretera 57 San Luis Potosí - Querétaro
- Ahorrar en el tiempo de transporte a los usuarios, por contar con un transporte público más veloz y con certidumbre en el servicio.
- Contribuir en la solución del congestionamiento vial en las vías actuales, en la reducción de la contaminación ambiental y del excesivo consumo de energéticos
- Coadyuvar en la planeación ordenada del desarrollo urbano en la Zona Metropolitana de San Luis Potosí.

###### 4.1.2 Las características operativas del proyecto.

Tabla 19. Características del Proyecto

Concepto	Características
Longitud (sencillo)	Corredores: C12, 23.66 km; C03: 16.24 km
Ubicación sobre la vialidad	Carril derecho de la vialidad
Horas de Operación	16 h
Frecuencia del servicio	cada 4 min en HMD (2.4 min en el horizonte)
Capacidad	100 pasajeros/autobús
Tipo de Equipo	Autobuses a diesel
Velocidad comercial	C12:20 km/hora; C03: 25 km/hora

Aceleración; desaceleración	0.758 m/seg <sup>2</sup> ; 0.758 m/seg <sup>2</sup>
Terminales	una (en el extremo de cada corredor)
Estaciones (Paraderos)	3.3 por km, en cada sentido
Tiempo en terminales	2 minutos
Tiempo en estaciones	15 seg
Tiempo de traslado	C12: 71 min; C03: 39 minutos
Ahorro de tiempo	10-17 min, por sentido, en hora pico

##### 4.5 Inversión y sus principales componentes

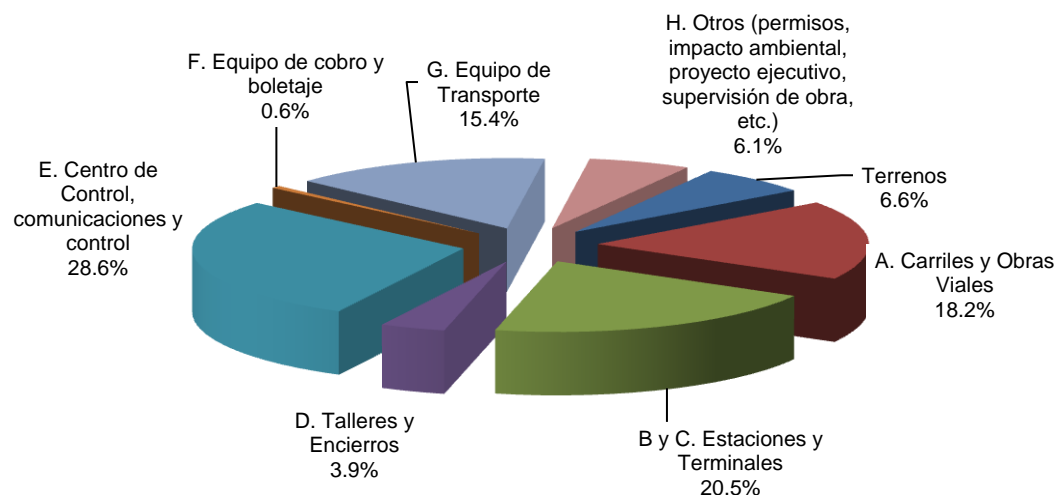
El monto de inversión inicial conjunta del proyecto para los Corredores C12: Av. Salvador Nava y C03: Carretera 57 San Luis Potosí - Querétaro, asciende a \$ 419.2 millones de pesos, distribuidos en los siguientes rubros.

Tabla 20. Desglose del monto de inversión del proyecto. Millones de pesos

Concepto	C12	C03	Global
<b>Terrenos</b>	\$16.52	\$11.25	<b>\$27.77</b>
<b>A. Carriles y Obras Viales</b>	\$45.21	\$31.03	<b>\$76.25</b>
<b>B y C. Estaciones y Terminales</b>	\$51.46	\$34.57	<b>\$86.03</b>
B. Terminales	\$20.00	\$12.94	\$32.94
C. Estaciones	\$31.46	\$21.63	\$53.10
<b>D. Talleres y Encierros</b>	\$9.68	\$6.68	<b>\$16.36</b>
<b>E. Centro de Control, comunicaciones y control</b>	\$60.00	\$60.00	<b>\$120.00</b>
<b>F. Equipo de cobro y boletaje</b>	\$1.50	\$0.91	<b>\$2.41</b>
<b>G. Equipo de Transporte</b>	\$40.25	\$24.50	<b>\$64.75</b>
<b>H. Otros (permisos, impacto ambiental, proyecto ejecutivo, supervisión de obra, etc.)</b>	\$14.57	\$11.04	<b>\$25.61</b>
<b>SUMA</b>	<b>\$239.20</b>	<b>\$179.98</b>	<b>\$419.18</b>

Fuente: FOA Consultores

Figura 19. Participación de cada concepto general en el monto de inversión



Fuente: FOA Consultores

Lo anterior cubre los siguientes requerimientos del proyecto.

- La adquisición de 37 autobuses (al inicio)
- La construcción de dos taller y dos centros de control de tránsito
- La construcción de 79.8 Km. lineales de carril-km para el carril preferente del servicio propuesto
- 243 paraderos/estaciones de paso y 2 estación-terminal
- Equipo de boletaje para los autobuses

- Obras inducidas
- Cuenta para imprevistos y otros

Tabla 21. Desglose de los principales conceptos del monto de inversión inicial del proyecto. Corredor C12. (Miles de pesos)

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Monto
Terrenos	m 2	16,524	1.00	16,524
<b>A. Carriles y Obras Viales</b>	<b>Km</b>	<b>47.3</b>	<b>955.5</b>	<b>45,214</b>
<b>B y C. Estaciones y Terminales</b>	<b>Estaciones y Terminales Total</b>	<b>145</b>	<b>354.9</b>	<b>51,462</b>
<i>B. Terminales</i>	<i>Terminales</i>	<i>1</i>	<i>19,998.0</i>	<i>19,998</i>
<i>C. Estaciones</i>	<i>Estaciones</i>	<i>144</i>	<i>218.5</i>	<i>31,464</i>
<b>D. Talleres y Encierros</b>	Unidad	1	9,683.6	<b>9,684</b>
<b>E. Centro de Control, comunicaciones y control</b>	Unidad	1	60,000.0	<b>60,000</b>
<b>F. Equipo de cobro y boletaje</b>	Lote	1	1,495.0	<b>1,495</b>
<b>G. Equipo de Transporte</b>	Autobuses	<b>23</b>	1,750.0	<b>40,250</b>
<b>Servicio 1</b>	Autobuses	<b>23</b>	1,750.0	<b>40,250</b>
<b>Servicio 2</b>	Autobuses	<b>0</b>	1,750.0	<b>0</b>
<b>H. Otros (permisos, impacto ambiental, proyecto ejecutivo, supervisión de obra, etc.)</b>			7.0%	<b>14,567</b>
			<b>SUMA</b>	<b>239,196</b>

Fuente: FOA Consultores





Tabla 22. Desglose de los principales conceptos del monto de inversión inicial del proyecto. Corredor C03. (Miles de pesos)

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Monto
<b>Terrenos</b>	<b>m 2</b>	<b>11,249</b>	<b>1.00</b>	<b>11,249</b>
<b>A. Carriles y Obras Viales</b>	<b>Km</b>	<b>32.5</b>	<b>955.5</b>	<b>31,035</b>
<b>B y C. Estaciones y Terminales</b>	<b>Estaciones y Terminales Total</b>	<b>100</b>	<b>345.7</b>	<b>34,571</b>
<i>B. Terminales</i>	<i>Terminales</i>	<i>1</i>	<i>12,939.7</i>	<i>12,940</i>
<i>C. Estaciones</i>	<i>Estaciones</i>	<i>99</i>	<i>218.5</i>	<i>21,632</i>
<b>D. Talleres y Encierros</b>	Unidad	1	6,677.2	<b>6,677</b>
<b>E. Centro de Control, comunicaciones y control</b>	Unidad	1	60,000.0	<b>60,000</b>
<b>F. Equipo de cobro y boletaje</b>	Lote	1	910.0	<b>910</b>
<b>G. Equipo de Transporte</b>	Autobuses	<b>14</b>	1,750.0	<b>24,500</b>
<b>Servicio 1</b>	Autobuses	<b>14</b>	1,750.0	<b>24,500</b>
<b>Servicio 2</b>	Autobuses	<b>0</b>	1,750.0	<b>0</b>
<b>H. Otros (permisos, impacto ambiental, proyecto ejecutivo, supervisión de obra, etc.)</b>			7.0%	<b>11,039</b>
			<b>SUMA</b>	<b>179,980</b>

Fuente: FOA Consultores

## EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### Aspectos Metodológicos

Una vez obtenidos los vehículos – kilómetro asociados para la situación Sin y Con Proyecto, se procede a aplicar los siguientes parámetros:

- Costos de operación vehicular, provenientes del modelo VOC.
- Costos en tiempo de transporte de los usuarios, se estimó un valor del tiempo de \$25.65 por hora<sup>2</sup>.
- Consumo promedio de combustible por tipo de vehículo.
- Emissiones de contaminantes por tipo de vehículo
- Índice de accidentes mortales por vehículo-kilómetro en vialidades urbanas, con un valor de \$7.70 millones de pesos por vida

Para obtener la estimación de los ahorros socioeconómicos asociados del proyecto de cada corredor, a los vectores de los costos de la situación Sin Proyecto se le restan los costos de la situación Con Proyecto y al vector de costos marginales resultantes son los Ahorros Socioeconómicos asociados al Proyecto.

Por otra parte los costos asociados al proyecto son:

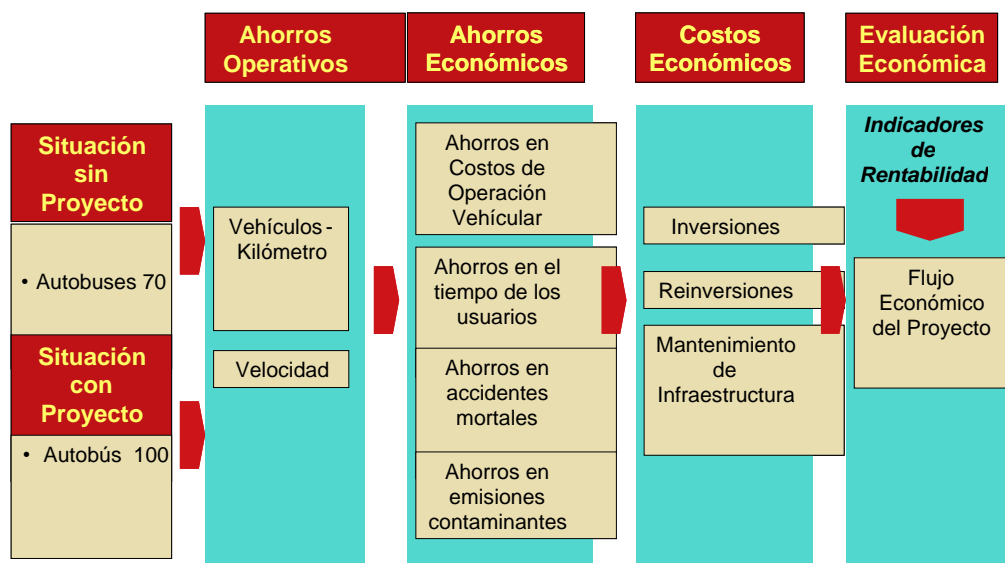
- Inversión inicial del proyecto: infraestructura ferroviaria, estaciones, terminales, talleres y equipo de transporte.
- Costos de mantenimiento de la infraestructura
- Inversiones adicionales en equipo de transporte
- Costos por molestias

Con lo anterior se obtiene el vector de costos asociados al proyecto y finalmente para obtener el flujo socioeconómico del proyecto, este resulta de restar al vector de los ahorros el vector de los costos.

<sup>2</sup>El valor del tiempo de los usuarios se tomó en \$25.65 /hr (corresponde a viajes de trabajo). IMT. NOTAS Núm. 129, Mar-Abril, 2011.

Al vector de los costos se le aplican los indicadores de rentabilidad socioeconómica que se describen más adelante, el esquema de evaluación se muestra en la figura que se presenta a continuación.

**Figura 20. Esquema metodológico simplificado del ACB**



Los lineamientos de la Unidad de Inversiones definen el proceso metodológico y, particularmente para el cálculo de los beneficios, indica que se haga sobre la situación actual optimizada, lo cual se entiende como la forma de no sobreestimar los beneficios al cargarle al proyecto los costos que podrían obtenerse con recursos propios y medidas de gestión o bajo costo.

Por lo anterior, los beneficios y los costos se calculan por diferencia entre la situación con proyecto versus la situación actual optimizada; considerando que con la situación actual -optimizada se podrían obtener beneficios derivados de mejoras sobre las rutas

actuales pero siempre trabajando con la demanda del Corredor; se supone que la demanda se atendería reorganizando las actuales en una ruta troncal, utilizando los mismos tipos de vehículos, pero con una mejor gestión, que redunde en menos recorridos y más velocidad. De esta manera los beneficios obtenidos por diferencia entre la situación con proyecto (con vehículos de mayor capacidad ---autobuses de 100 pasajeros---) versus la situación actual optimizada (autobuses de 70 pasajeros) resultan en una estimación conservadora de los beneficios, pues se asume que la autoridad local, sin los recursos del proyecto, elimina las ineficiencias del actual sistema,

### 5.1 Costo de la inversión total

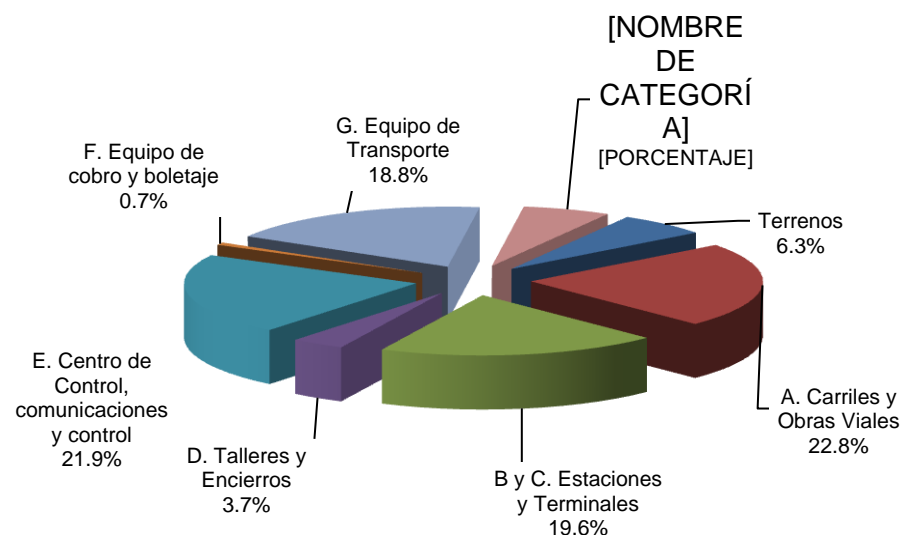
El monto de inversión del proyecto asciende a \$ 419.2 millones de pesos, distribuidos en los siguientes rubros.

**Tabla 23. Desglose del monto de inversión del proyecto en los principales conceptos (\$ Millones Dic 2012)**

Concepto	Corredor 3	Corredor 12	Global
Terrenos	\$11.2	\$16.5	\$27.8
A. Carriles y Obras Viales	\$40.8	\$59.4	\$100.2
B y C. Estaciones y Terminales	\$34.6	\$51.5	\$86.0
D. Talleres y Encierros	\$6.7	\$9.7	\$16.4
E. Centro de Control, comunicaciones y control	\$48.0	\$48.0	\$96.0
F. Equipo de cobro y boletaje	\$1.2	\$1.9	\$3.1
G. Equipo de Transporte (1)	\$31.5	\$50.8	\$82.3
H. Otros (permisos, impacto ambiental, proyecto ejecutivo, supervisión de obra, etc.)	\$11.4	\$15.5	\$26.9
<b>SUMA</b>	<b>\$185.3</b>	<b>\$253.2</b>	<b>\$438.5</b>

Fuente: FOA Consultores

Figura 21. Participación de cada concepto general en el monto de inversión



Fuente: FOA Consultores

Lo anterior cubre los siguientes requerimientos del proyecto.

- La adquisición de 47 autobuses (al inicio)
- La construcción de dos talleres y un centro de control de tránsito
- La construcción de 79.8 Km. lineales de carril-km para el carril preferente del servicio propuesto
- 243 paraderos/estaciones de paso y 2 estaciones-terminales
- Equipo de boletaje para los autobuses
- Obras inducidas
- Cuenta para imprevistos y otros

### Calendario de Procesos, Obras e Inversiones

Los procesos de negociaciones, licitaciones, así como las obras e inversiones iniciales, señaladas, se considera que pueden realizarse durante 2013 y 2014, iniciando para iniciar operaciones ambos corredores en 2015.

### 5.2 Costos de Mantenimiento

En la situación con proyecto se consideran los costos de operación (incluidos los costos de administración del recaudo y despacho) y mantenimiento del proyecto (carril confinado, estaciones, terminales y equipamiento del centro de control de recaudo y despacho).

La estimación de Costos de Mantenimiento de la Infraestructura de terminales, estaciones o paraderos y carriles preferentes se ha estimado en 1.5% de los costos de inversión de las obras civiles. Se ha supuesto que el proyecto iniciaría operaciones el año 2015.

La tabla que se presenta a continuación corresponde a una síntesis de los costos de mantenimiento.

Tabla 24. Costos de Mantenimiento Anuales (Millones \$)

CONCEPTO	2014	2019	2024	2030 y Siguyentes
Mantenimiento de terminales, estaciones y otros	1.54	1.54	1.54	1.54
Mantenimiento de carriles	1.50	1.50	1.50	1.50
Administración y Operación	12.2	12.2	12.2	12.2
<b>Suma</b>	<b>15.24</b>	<b>15.24</b>	<b>15.24</b>	<b>15.24</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores

### 5.3 Costos por Molestias

Dado que el proyecto tiene un alto componente de infraestructura, su construcción generará algunos inconvenientes para vehículos, transeúntes y habitantes de la zona. El aumento del tiempo e incluso del recorrido que debe hacerse, el ruido y la contaminación producto de la obra civil.

Con base a la experiencia en otros proyectos con características similares a las del sistema en evaluación, se considera que este costo asciende al 3% de los costos de operación y tiempo de viaje del corredor en las condiciones.

Para la comparación entre las situaciones Sin Proyecto y Con Proyecto, es necesaria la estimación de los Vehículos-Kilómetro (Veh-Km) para cada uno de los casos. Para el efecto, se debe tomar en cuenta la composición actual de los diversos segmentos/modos del transporte de pasajeros (autobuses mayoritariamente) y sus características operativas como son: ocupación promedio y velocidades.

Para hacer posible la comparación entre las situaciones Sin y Con Proyecto se debe efectuar un proceso de homologación para la situación optimizada Sin Proyecto. El procedimiento consiste en calcular la flota mínima óptima (mínima) que sería suficiente para transportar la demanda por segmento que se captaría con el proyecto. En dicho sentido la estimación de los beneficios sería conservadora ya que los segmentos atendidos provenientes de la situación actual optimizada corresponderían al mínimo de vehículos y al mínimo de costos de operación y el cálculo de los beneficios por la diferencia entre los costos Sin Proyecto menos los costos Con Proyecto sería conservadora.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de la flota equivalente utilizada en la Situación Sin Proyecto en la condición inicial.

**Tabla 25. Parámetros utilizados en la Situación Sin Proyecto (año base)**

Concepto	C12: Autobuses	C03: Autobuses
Composición pasajeros(%)	100%	100%
Pasajeros en HMD	1322	1420
Velocidad (Km/h)	17.5	21.6
Ocupación promedio (pas/Veh)	56	56
Eqpo. Requerido en HMD	70	43
Costo de Operación Vehicular HMD (\$/Veh-Km)	\$19.40	\$17.46
Vehícs.-Km anuales (millones)	8.2	4.7

Fuente: Estimación FOA Consultores

Los costos de operación vehicular provienen del Modelo VOC-MEX (Vehicle Operating Cost del BM adaptado a México por el IMT), con vehículos operando sobre terreno plano a las velocidades indicadas en la tabla anterior.

A partir de la información anterior se obtuvieron las proyecciones de costos de operación vehicular y valor del tiempo de los usuarios. El valor del tiempo de los usuarios se tomó en \$25.65 /hr (corresponde a viajes de trabajo). IMT. NOTAS Núm. 129, Mar-Abril, 2011.

**Tabla 26. Estimación de los Costos Económicos de la Situación Sin Proyecto, millones de pesos.**

Periodo	COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR	COSTOS EN TIEMPOS DE TRANSLADO	SUMA
	mdp Año	mdp Año	mdp Año
1	0.0	0.0	0.0
2	186.2	208.1	394.3
3	214.6	239.8	454.5
4	256.8	287.0	543.8



Periodo	COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR	COSTOS EN TIEMPOS DE TRANSLADO	SUMA
	mdp Año	mdp Año	mdp Año
5	261.2	291.8	553.0
6	265.6	296.8	562.4
7	270.1	301.8	572.0
8	274.7	307.0	581.7
9	279.4	312.2	591.6
10	284.1	317.5	601.6
11	289.0	322.9	611.9
12	293.9	328.4	622.3
13	298.9	334.0	632.8
14	304.0	339.6	643.6
15	309.1	345.4	654.5
16	314.4	351.3	665.7
17	319.7	357.3	677.0
18	325.2	363.3	688.5
19	330.7	369.5	700.2
20	336.3	375.8	712.1
21	342.0	382.2	724.2
22	347.8	388.7	736.5
23	353.8	395.3	749.0
24	359.8	402.0	761.8
25	365.9	408.8	774.7
26	372.1	415.8	787.9
27	378.4	422.9	801.3
28	384.9	430.0	814.9
29	391.4	437.4	828.8
30	398.1	444.8	842.9
<b>Totales</b>	<b>9,108.1</b>	<b>10,177.3</b>	<b>19,285.5</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores

### Descripción de Beneficios Atribuibles al Proyecto

Se identificaron los beneficios que se derivarían de la realización del proyecto y se valoraron sobre la base de las situaciones Sin Proyecto y Con Proyecto en un horizonte de evaluación de 30 años.

Se identificaron los siguientes conceptos o rubros de beneficios:

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

### Beneficios por Ahorro de Tiempo de los Usuarios

En la situación sin proyecto, durante su operación la flota equivalente transporta a los usuarios en cada corredor a una velocidad promedio inferior (17.5 y 21.6 km/h) a la que lo haría el servicio propuesto (20 y 25 km/h). Se estimó comparable la distancia a recorrer en ambos sistemas sería (23.6 y 16.2 km, en viaje sencillo), de manera que las ventajas o ahorros en tiempo de los usuarios en la situación con proyecto se deberían al menor tiempo de traslado en el sistema tren, con una diferencia estimada de más de 17 minutos por persona.

Por otra parte, para valorar el tiempo utilizado fue de \$25.65 por hora de los usuarios. Se han estimado los beneficios y en la siguiente tabla se presenta la síntesis de los mismos.

**Tabla 27. Beneficios por Ahorros en Tiempo de los Usuarios. (Millones de pesos)**

Periodo	Sin Proyecto	Con Proyecto	Horas Año (millones)	Horas Día	Año	Día
	Horas Año (millones)	Horas Año (millones)	Millones Hrs.	Miles Hors.	mdp Año	Miles de \$
1	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	70.4
2	8.1	7.1	1.00	2.7	25.7	70.4

3	9.4	8.2	1.15	3.2	29.6	81.2
4	11.2	9.8	1.38	3.8	35.4	97.1
5	11.4	10.0	1.41	3.9	36.0	98.8
6	11.6	10.1	1.43	3.9	36.7	100.4
7	11.8	10.3	1.45	4.0	37.3	102.2
8	12.0	10.5	1.48	4.1	37.9	103.9
9	12.2	10.7	1.50	4.1	38.6	105.7
10	12.4	10.8	1.53	4.2	39.2	107.4
11	12.6	11.0	1.55	4.3	39.9	109.3
12	12.8	11.2	1.58	4.3	40.6	111.1
13	13.0	11.4	1.61	4.4	41.3	113.0
14	13.2	11.6	1.64	4.5	42.0	114.9
15	13.5	11.8	1.66	4.6	42.7	116.9
16	13.7	12.0	1.69	4.6	43.4	118.9
17	13.9	12.2	1.72	4.7	44.1	120.9
18	14.2	12.4	1.75	4.8	44.9	123.0
19	14.4	12.6	1.78	4.9	45.6	125.1
20	14.7	12.8	1.81	5.0	46.4	127.2
21	14.9	13.1	1.84	5.0	47.2	129.3
22	15.2	13.3	1.87	5.1	48.0	131.5
23	15.4	13.5	1.90	5.2	48.8	133.8
24	15.7	13.7	1.94	5.3	49.7	136.0
25	15.9	14.0	1.97	5.4	50.5	138.4
26	16.2	14.2	2.00	5.5	51.4	140.7
27	16.5	14.4	2.04	5.6	52.2	143.1
28	16.8	14.7	2.07	5.7	53.1	145.5
29	17.1	14.9	2.11	5.8	54.0	148.0
<b>Totales</b>	<b>379.4</b>	<b>332.6</b>	<b>46.9</b>	<b>128.4</b>	<b>1,202.2</b>	<b>3,364.2</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores

### Beneficios por Ahorros en Costos de Operación Vehicular

Bajo la situación actual, sin proyecto, la demanda de transporte de personas que captaría el proyecto en los corredores C12 y C03 es satisfecha mediante un sistema de transporte público utilizando autobuses de 70 pasajeros. En la situación sin proyecto se

incurre en un costo anual de operación y mantenimiento de dicho sistema. Se consideró la situación optimizada con el cálculo de la flota equivalente.

En la situación con proyecto se dejaría de operar la flota equivalente de dicho sistema, lo cual acarrearía importantes ahorros en los vehículos-kilómetro, debido a que, con el proyecto, se requeriría de menos unidades debido a la mayor capacidad de los autobuses de 100 pasajeros a utilizar y a las mayores velocidades de operación, principalmente en hora de máxima demanda.

En la siguiente tabla se muestran los ahorros en los costos de operación vehicular resultantes del análisis.

**Tabla 28. Beneficios por Ahorros en Costos de Operación Vehicular (Millones de pesos)**

Periodo	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros Año	Ahorros Día
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día
1	0.0	0.0	0.00	0.0
2	186.2	103.7	82.51	226.1
3	214.6	119.5	95.10	260.6
4	256.8	143.0	113.79	311.7
5	261.2	145.5	115.72	317.0
6	265.6	147.9	117.69	322.4
7	270.1	150.4	119.69	327.9
8	274.7	153.0	121.72	333.5
9	279.4	155.6	123.79	339.2
10	284.1	158.2	125.90	344.9
11	289.0	160.9	128.04	350.8
12	293.9	163.7	130.21	356.8
13	298.9	166.5	132.43	362.8

Periodo	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros Año	Ahorros Día
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día
14	304.0	169.3	134.68	369.0
15	309.1	172.2	136.97	375.3
16	314.4	175.1	139.30	381.6
17	319.7	178.1	141.67	388.1
18	325.2	181.1	144.07	394.7
19	330.7	184.2	146.52	401.4
20	336.3	187.3	149.01	408.3
21	342.0	190.5	151.55	415.2
22	347.8	193.7	154.12	422.3
23	353.8	197.0	156.74	429.4
24	359.8	200.4	159.41	436.7
25	365.9	203.8	162.12	444.2
26	372.1	207.2	164.87	451.7
27	378.4	210.8	167.68	459.4
28	384.9	214.3	170.53	467.2
29	391.4	218.0	173.43	475.1
<b>Totales</b>	<b>8,710.1</b>	<b>4,850.8</b>	<b>3,859.25</b>	<b>10,573.3</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores

### Beneficios por Reducción en la Emisión de Contaminantes

Aun cuando la UI-SHCP, para efectos de aprobación de proyectos, normalmente no toma en consideración las valoraciones de los ahorros por reducción en las emisiones de contaminantes, éstos fueron calculados y se presentan de manera indicativa.

Debido, principalmente, a la reducción en los volúmenes de vehículos – kilómetro y al aumento en las velocidades de operación, las emisiones de contaminantes disminuiría, por tal razón inicialmente se calculó el consumo promedio de combustible en la situación con y sin proyecto. Al resultado anterior se aplicaron los parámetros de factores de emisión por tipo de contaminante, y posteriormente se le aplicó el costo económico asociado. En las siguientes tablas se muestra una síntesis de los ahorros económicos por disminución de contaminantes.

**Tabla 29. Beneficios por reducción en la emisión de contaminantes (Millones de pesos)**

Periodo	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros Año	Ahorros Día
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día
1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	20.6	12.1	8.5	23.3
3	23.7	13.9	9.8	26.8
4	28.4	16.7	11.7	32.1
5	28.9	17.0	11.9	32.7
6	29.4	17.3	12.1	33.2
7	29.9	17.5	12.3	33.8
8	30.4	17.8	12.5	34.4
9	30.9	18.1	12.8	34.9
10	31.4	18.5	13.0	35.5
11	32.0	18.8	13.2	36.1
12	32.5	19.1	13.4	36.8
13	33.1	19.4	13.6	37.4
14	33.6	19.7	13.9	38.0
15	34.2	20.1	14.1	38.7

Periodo	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros Año	Ahorros Día
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día
16	34.8	20.4	14.4	39.3
17	35.4	20.8	14.6	40.0
18	36.0	21.1	14.8	40.7
19	36.6	21.5	15.1	41.4
20	37.2	21.8	15.4	42.1
21	37.8	22.2	15.6	42.8
22	38.5	22.6	15.9	43.5
23	39.1	23.0	16.2	44.3
24	39.8	23.4	16.4	45.0
25	40.5	23.8	16.7	45.8
26	41.2	24.2	17.0	46.5
27	41.9	24.6	17.3	47.3
28	42.6	25.0	17.6	48.1
29	43.3	25.4	17.9	49.0
<b>Totales</b>	<b>963.4</b>	<b>565.7</b>	<b>397.7</b>	<b>1,089.5</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores

### Beneficios por Reducción de Accidentes Mortales

En la situación actual, sin proyecto, los recorridos de los autobuses ocasionan accidentes de tráfico mortales medidos mediante un índice de accidentes mortales por cada millón de vehículos-kilómetro; se utilizó el índice de 0.03. Al disminuir los vehículos-kilómetro el número de accidentes se reduciría. Por otra parte, según estándares nacionales, el valor estadístico de la vida se estima en \$ 7.7 millones de pesos lo que representa lo que la sociedad valora, “en términos económicos”, la pérdida de una vida humana.

Al igual que los beneficios por reducción de emisiones, la UI-SHCP no toma en cuenta la valoración de las reducciones de accidentes; sin embargo, se incluyen de manera indicativa y en la tabla siguiente se presenta una síntesis de dichos ahorros por reducción de accidentes.

Tabla 30. Beneficios por Reducción de Accidentes Mortales (Millones de pesos)

Periodo / Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Veh-Km Año (millones)	Día	Año	Día
	Veh-Km / Año (millones)	Veh-Km / Año (millones)	Veh-Km / Año (millones)	Veh-Km / Año (miles)	mdp Año	Miles de \$
1	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0
2	9.98	5.94	4.04	11.1	0.93	2.6
3	11.50	6.84	4.66	12.8	1.08	2.9
4	13.76	8.19	5.57	15.3	1.29	3.5
5	13.99	8.33	5.67	15.5	1.31	3.6
6	14.23	8.47	5.77	15.8	1.33	3.6
7	14.47	8.61	5.86	16.1	1.35	3.7
8	14.72	8.76	5.96	16.3	1.38	3.8
9	14.97	8.91	6.06	16.6	1.40	3.8
10	15.23	9.06	6.17	16.9	1.42	3.9
11	15.48	9.21	6.27	17.2	1.45	4.0
12	15.75	9.37	6.38	17.5	1.47	4.0
13	16.02	9.53	6.49	17.8	1.50	4.1
14	16.29	9.69	6.60	18.1	1.52	4.2
15	16.56	9.85	6.71	18.4	1.55	4.2
16	16.85	10.02	6.82	18.7	1.58	4.3
17	17.13	10.19	6.94	19.0	1.60	4.4
18	17.42	10.37	7.06	19.3	1.63	4.5
19	17.72	10.54	7.18	19.7	1.66	4.5
20	18.02	10.72	7.30	20.0	1.69	4.6
21	18.33	10.90	7.42	20.3	1.71	4.7
22	18.64	11.09	7.55	20.7	1.74	4.8

Periodo / Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Veh-Km Año (millones)	Día	Año	Día
	Veh-Km / Año (millones)	Veh-Km / Año (millones)	Veh-Km / Año (millones)	Veh-Km / Año (miles)	mdp Año	Miles de \$
23	18.96	11.28	7.68	21.0	1.77	4.9
24	19.28	11.47	7.81	21.4	1.80	4.9
25	19.61	11.66	7.94	21.8	1.83	5.0
26	19.94	11.86	8.08	22.1	1.87	5.1
27	20.28	12.06	8.21	22.5	1.90	5.2
28	20.62	12.27	8.35	22.9	1.93	5.3
29	20.97	12.48	8.50	23.3	1.96	5.4
30	21.33	12.69	8.64	23.7	2.00	5.5
<b>Totales</b>	<b>488.05</b>	<b>290.36</b>	<b>197.69</b>	<b>541.6</b>	<b>45.67</b>	<b>125.1</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores

### Externalidades del proyecto

El balance social también incluye las externalidades, éstas se identifican y se estiman pero no se incorporan en el proceso de cálculo de los indicadores sociales. Para este ejercicio se consideraron solo dos: la reducción de emisiones y la reducción de accidentes mortales.

La realización del proyecto traerá consigo la reducción de los vehículos-Km del transporte público a base de autobuses de menor capacidad, ya que la demanda antes mencionada será atendida por un sistema de transporte de pasajeros que en principio contaminaría en menor medida al ambiente. Se estimaron las reducciones anuales que se tendrían en las siguientes emisiones contaminantes:

- Bióxido de Carbono CO<sub>2</sub> (Ton/año)
- Hidrocarburos:HC (Ton/año)
- Monóxido de Carbono:CO (Ton/año)
- Óxidos de Nitrógeno:NO<sub>x</sub> (Ton/año)

- Óxidos de Azufre (sulfuros) SO<sub>x</sub> (Ton/año)
- Partículas Sólidas Totales: PST (ton/año)

Tabla 31. Estimación de reducción de emisiones contaminantes (Ton/año)

Concepto	2015	2019	2024	2029
CO <sub>2</sub>	2,971.72	4,238.68	4,611.43	5,016.96
HC	17.18	24.50	26.66	29.00
CO	77.67	110.79	120.53	131.13
NO <sub>x</sub>	39.22	55.94	60.85	66.21
SO <sub>x</sub>	1.37	1.95	2.12	2.31
PST	7.77	11.08	12.05	13.11

Fuente: Estimación FOA Consultores

### 5.3 Cálculo de Indicadores de Rentabilidad

Los indicadores que suelen utilizarse para calificar los proyectos de inversión son:

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

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

$$VPNS = \sum_j \frac{FNE_j}{(1+R_j)}$$

Donde

VPNS: Valor Presente Neto Social del Proyecto  
FNE j : Flujos Netos de Efectivo esperados  
Rj : Tasa social de descuento



J : índice de periodos de tiempo

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

A su vez:

$$FNE_j : B_j - C_j$$

Donde :

B<sub>j</sub> : Beneficios sociales esperados del proyecto

C<sub>j</sub> : Costos sociales esperados del proyecto

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

$$\sum_j \frac{FNE_j}{(1+R^*)} = 0$$

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

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

$$BCS = \sum_j \frac{B_j}{(1+R_j)} \Bigg/ \sum_j \frac{C_j}{(1+R_j)}$$

### 5.3.1 Flujos Anuales del Proyecto

Una vez que se estiman los costos por cada rubro se construye el flujo de costos económicos del proyecto, año por año; los beneficios resultan del diferencial con proyecto y sin proyecto. A partir de estos conceptos se estimaron los flujos por año de los cuales se presenta una síntesis en la siguiente tabla a partir del inicio de operaciones por tipo de servicio.

Tabla 32. Flujo económico anual del proyecto, sin externalidades (Millones de pesos)

Periodo	COSTOS				BENEFICIOS			BENEFICIO NETO	VPN	TIR (%)
	INVERSIONES (1)	COSTOS POR MOLESTIAS (2)	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (3)	COSTOS TOTALES	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR	AHORROS EN TIEMPOS DE TRANSLADO	TOTAL BENEFICIOS			
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año			
0	-134.3	-4.0	0.0	-138.3	0.00	0.00	0.0	-138.3	-123.5	n/c
1	-304.2	-9.1	-15.2	-328.5	0.00	0.00	0.0	-328.5	-385.4	n/c
2	10.5	0.0	-15.2	-4.7	82.51	25.70	108.2	103.5	-311.8	#¡NUM!
3	-17.5	0.0	-15.2	-32.7	95.10	29.63	124.7	92.0	-253.3	-38.67%
4	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	113.79	35.45	149.2	132.3	-178.2	-13.59%
5	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	115.72	36.05	151.8	134.8	-109.9	-0.31%
6	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	117.69	36.66	154.3	135.6	-48.6	7.54%
7	0.0	0.0	-15.2	-15.2	119.69	37.28	157.0	141.8	8.7	12.67%
8	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	121.72	37.92	159.6	142.7	60.1	16.06%
9	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	123.79	38.56	162.4	143.6	106.4	18.38%
10	0.0	0.0	-15.2	-15.2	125.90	39.22	165.1	149.9	149.5	20.08%
11	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	128.04	39.89	167.9	149.2	187.8	21.28%
12	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	130.21	40.56	170.8	153.8	223.0	22.18%
13	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	132.43	41.25	173.7	156.7	255.1	22.86%
14	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	134.68	41.95	176.6	157.9	283.9	23.37%
15	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	136.97	42.67	179.6	162.7	310.5	23.77%
16	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	139.30	43.39	182.7	164.0	334.4	24.08%
17	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	141.67	44.13	185.8	168.8	356.3	24.32%
18	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	144.07	44.88	189.0	170.2	376.1	24.50%
19	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	146.52	45.64	192.2	175.2	394.2	24.65%
20	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	149.01	46.42	195.4	176.7	410.6	24.77%
21	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	151.55	47.21	198.8	181.8	425.6	24.86%

Periodo	COSTOS				BENEFICIOS			BENEFICIO NETO	VPN	TIR (%)
	INVERSIONES (1)	COSTOS POR MOLESTIAS (2)	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (3)	COSTOS TOTALES	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR	AHORROS EN TIEMPOS DE TRANSLADO	TOTAL BENEFICIOS			
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año			
22	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	154.12	48.01	202.1	185.2	439.3	24.94%
23	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	156.74	48.83	205.6	188.6	451.7	25.00%
24	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	159.41	49.66	209.1	190.4	462.9	25.05%
25	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	162.12	50.50	212.6	195.7	473.2	25.09%
26	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	164.87	51.36	216.2	197.5	482.5	25.12%
27	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	167.68	52.23	219.9	202.9	491.0	25.14%
28	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	170.53	53.12	223.6	204.9	498.6	25.16%
29	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	173.43	54.02	227.5	208.7	505.6	25.18%
<b>Totales</b>	<b>-506.8</b>	<b>-13.4</b>	<b>-440.8</b>	<b>-961.0</b>	<b>3,859.3</b>	<b>1,202.2</b>	<b>5,061.5</b>	<b>4,100.4</b>		

(1) Incluye inversiones posteriores a la inversión inicial

(2) Estimado como el 3% de los costos de inversión

3) Costos de mantenimiento estimado como el 1.5% de los costos de obras mas costos de Administración y Operación Recaudo y Despacho

INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL	
TIR (%)	25.18%
TASA DE DESCTO	12.00%
VPN	505.6
TRI(%)	19.7%

Fuente: Estimación FOA Consultores

Tabla 33. Flujo económico anual del proyecto, con externalidades. C12 (Millones de pesos)

Periodo	COSTOS				BENEFICIOS					BENEFICIO NETO	VPN	TIR (%)
	INVERSIONES (1)	COSTOS POR MOLESTIAS (2)	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (3)	COSTOS TOTALES	AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR	AHORROS EN TIEMPOS DE TRANSLADO	AHORROS EN EMISIONES CONTAMINANTES	AHORROS EN ACCIDENTES	TOTAL BENEFICIOS			
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año			
0	-134.3	-4.0	0.0	-138.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	-138.3	-123.5	n/c
1	-304.2	-9.1	-15.2	-328.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	-328.5	-385.4	n/c
2	10.5	0.0	-15.2	-4.7	82.51	25.70	8.50	0.93	117.7	112.9	-305.0	n/c
3	-17.5	0.0	-15.2	-32.7	95.10	29.63	9.80	1.08	135.6	102.9	-239.7	-35.10%
4	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	113.79	35.45	11.73	1.29	162.2	145.3	-157.2	-10.10%
5	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	115.72	36.05	11.92	1.31	165.0	148.0	-82.2	3.01%
6	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	117.69	36.66	12.13	1.33	167.8	149.1	-14.8	10.68%
7	0.0	0.0	-15.2	-15.2	119.69	37.28	12.33	1.35	170.7	155.5	48.0	15.63%
8	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	121.72	37.92	12.54	1.38	173.6	156.6	104.5	18.88%
9	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	123.79	38.56	12.76	1.40	176.5	157.8	155.3	21.08%
10	0.0	0.0	-15.2	-15.2	125.90	39.22	12.97	1.42	179.5	164.3	202.5	22.67%
11	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	128.04	39.89	13.19	1.45	182.6	163.9	244.6	23.79%
12	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	130.21	40.56	13.42	1.47	185.7	168.7	283.2	24.62%
13	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	132.43	41.25	13.65	1.50	188.8	171.9	318.4	25.24%
14	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	134.68	41.95	13.88	1.52	192.0	173.3	350.1	25.70%
15	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	136.97	42.67	14.11	1.55	195.3	178.3	379.2	26.05%
16	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	139.30	43.39	14.35	1.58	198.6	179.9	405.4	26.32%
17	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	141.67	44.13	14.60	1.60	202.0	185.0	429.4	26.53%
18	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	144.07	44.88	14.85	1.63	205.4	186.7	451.1	26.69%
19	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	146.52	45.64	15.10	1.66	208.9	192.0	471.0	26.82%
20	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	149.01	46.42	15.36	1.69	212.5	193.8	488.9	26.92%
21	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	151.55	47.21	15.62	1.71	216.1	199.1	505.4	26.99%

22	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	154.12	48.01	15.88	1.74	219.8	202.8	520.4	27.06%
23	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	156.74	48.83	16.15	1.77	223.5	206.5	534.0	27.10%
24	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	159.41	49.66	16.43	1.80	227.3	208.6	546.2	27.14%
25	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	162.12	50.50	16.71	1.83	231.2	214.2	557.5	27.17%
26	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	164.87	51.36	16.99	1.87	235.1	216.4	567.6	27.20%
27	-1.8	0.0	-15.2	-17.0	167.68	52.23	17.28	1.90	239.1	222.1	576.9	27.22%
28	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	170.53	53.12	17.57	1.93	243.2	224.4	585.3	27.23%
29	-3.5	0.0	-15.2	-18.7	173.43	54.02	17.87	1.96	247.3	228.6	593.0	27.24%
<b>Totales</b>	<b>-506.8</b>	<b>-13.4</b>	<b>-440.8</b>	<b>-961.0</b>	<b>3,859.3</b>	<b>1,202.2</b>	<b>397.7</b>	<b>43.7</b>	<b>5,502.8</b>	<b>4,541.8</b>		

<b>INDICADORES DE RENTABILIDAD SOCIAL</b>	
<b>TIR (%)</b>	<b>27.24%</b>
<b>TASA DE DESCTO</b>	<b>12.00%</b>
<b>VPN</b>	<b>593.0</b>

Fuente: Estimación FOA Consultores



### 5.3.2 Cálculo de VANS, TIRS y TRIS

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

A continuación se presentan los indicadores de rentabilidad para los escenarios sin externalidades y con externalidades.

**Tabla 34. Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto, sin externalidades (Millones de pesos)**

Indicadores de Rentabilidad	Monto (mdp)	
	Con Externalidades	Sin Externalidades
<b>Valor Presente de los Costos (VPC)</b>	-566.87	-566.87
Inversión	-432.61	-432.61
Operación y Mantenimiento	-121.94	-121.94
Costos por molestias	-12.31	-12.31
<b>Valor Presente de los Beneficios (VPB)</b>	\$1,220	\$1,122
Reducción de Costos de Operación Vehicular	\$855.77	\$856
Valor del tiempo usuarios	\$266.59	\$267
Valor de reducción accidentes mortales	\$10	\$0
Valor por reducción emisiones contaminantes	\$88	\$0
<b>Valor Presente Neto Social (VPNS)</b>	\$653	\$555
<b>Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)</b>	26.62%	24.61%
<b>Relación Beneficio/Costo</b>	2.2	2.0
<b>TRI (3er. año)</b>	21.14%	19.20%

Fuente: Estimación FOA Consultores

### 5.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se analizan los cambios en los indicadores de rentabilidad socioeconómica del proyecto (sin incluir externalidades) ante ajustes en parámetros específicos.

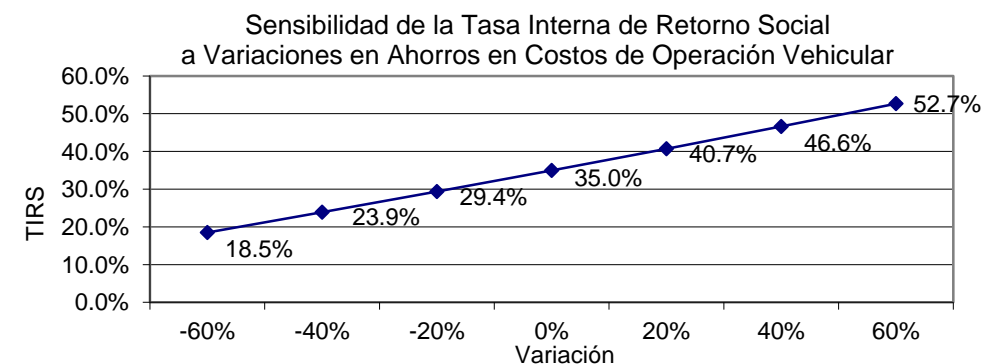
#### 5.4.1 Sensibilidad a la Demanda

El proyecto continuaría siendo viable económicamente si la demanda base de pasajeros se abatiera hasta un 65% (conservando la composición por segmento) y se ajustase la flota a la nueva demanda; es decir, el VPN seguiría siendo positivo. Un punto porcentual más en el abatimiento de la demanda ubicaría el VPN en valores negativos y, por lo tanto, desaparecerían los beneficios netos.

#### 5.4.2 Sensibilidad a un aumento de costos de operación vehicular

Un aspecto importante en la viabilidad del proyecto lo representan los ahorros en los costos de operación de los vehículos, ya que representan el mayor beneficio asociado con el proyecto; por tal motivo, en la siguiente gráfica se presenta las variaciones en VPN al 12% ante cambios porcentuales en este parámetro.

Figura 1. Sensibilidad del VPNS a variación en los ahorros de costos de operación vehiculares

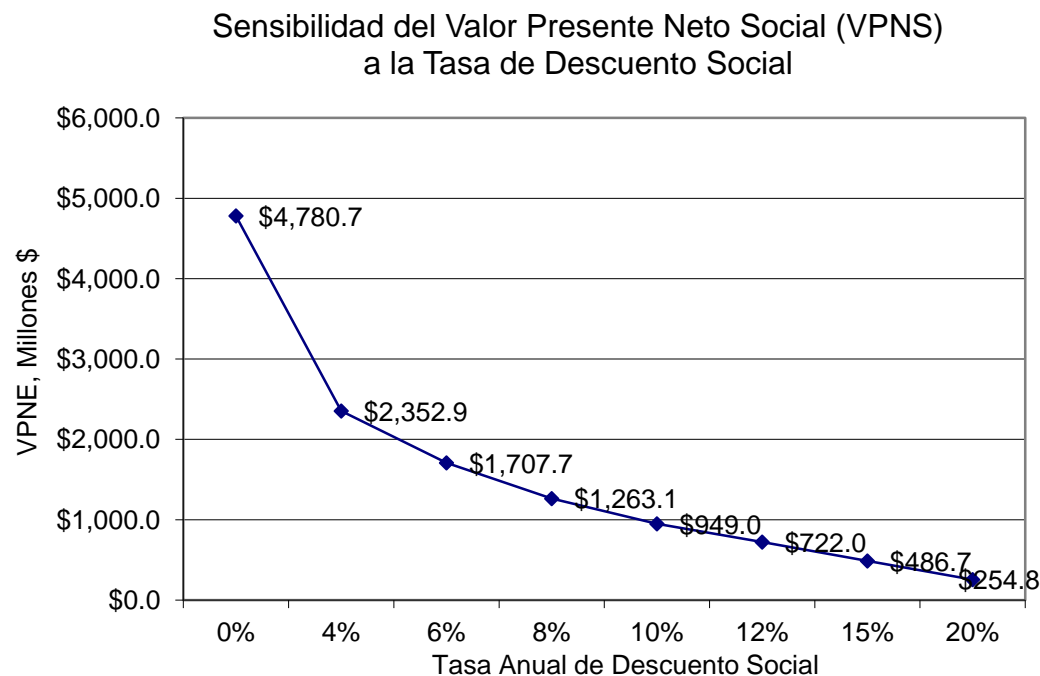


Fuente: Estimación FOA Consultores

### 5.4.3 Sensibilidad a la tasa de descuento social

Como en todos los proyectos, la Tasa de Descuento Social utilizada incide directamente en la viabilidad del mismo, aunque le permite seguir siendo viable incluso con una tasa de descuento del 20.4% anual.

**Figura 22. Sensibilidad del VPNS a la Tasa de Descuento**

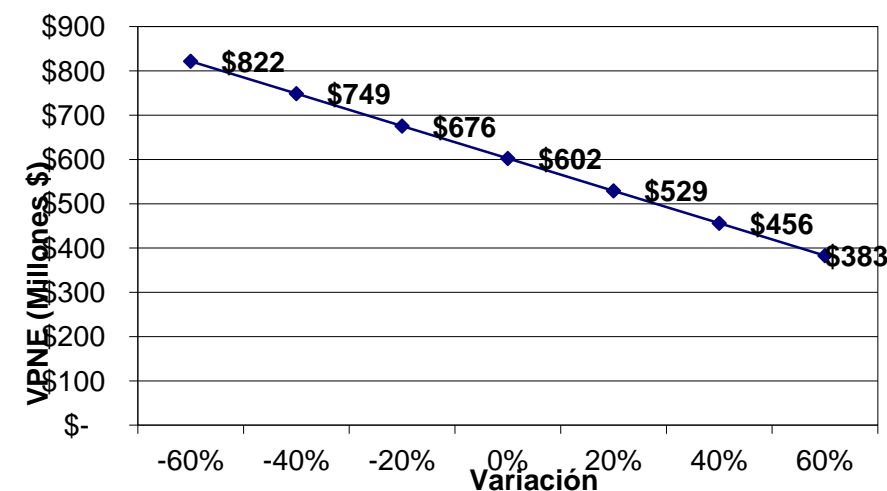


Fuente: Estimación FOA Consultores

### 5.4.4 Sensibilidad a los costos de inversión

El monto de inversión por realizar podría aumentar hasta más del 60% y aun así el proyecto continuaría siendo viable económicamente. A continuación se presenta la gráfica de la sensibilidad del VPN social del proyecto respecto a aumentos porcentuales en el monto total de inversión.

**Figura 23. Sensibilidad del VPNS a variaciones en el costo de inversión inicial**



Fuente: Estimación FOA Consultores

Normalmente los factores relacionados con el tiempo de los usuarios son los que mayor impacto tienen en la viabilidad del proyecto debido a que los beneficios relacionados son los más importantes.

### Riesgos del Proyecto

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

- **Menor captación de demanda.-** El mayor riesgo está asociado con la captación de demanda esperada del proyecto. Si bien se ha optado por un escenario conservador, el proyecto está sujeto a una racionalización de rutas en el corredor y a la posible reorientación de rutas como alimentadoras a las nuevas estaciones/paraderos/terminales del proyecto.
- **Liberación y adquisición de nuevo derecho de vía para alojar infraestructura.** Se requiere espacio adicional para construcción de dos nuevas terminales para pasajeros y áreas de talleres y encierros.
- **Sobrecosto en obras y/o suministros.-** Parte de la inversión global estaría a cargo del sector privado, bajo la figura de concesión para prestar el servicio. Se establecerán los requisitos para participación, comprobando la capacidad técnica, institucional y financiera, y se establecerán requisitos y obligaciones a cumplir en el Título de Concesión para evitar sobrecostos.
- **Deficiencias en la ingeniería y el diseño.-** Mediante la elaboración de un proyecto ejecutivo de la nueva vía se podría emitir una convocatoria para obra pública, que se asignará al menor precio alzado de entre las ofertas solventes, con fianzas de cumplimiento. Aún con estas previsiones, es posible que ocurran contingencias de liberación de

derechos de vía y sobrecostos de la obra civil ferroviaria que absorbería el organismo a cargo de la obra o proyecto.

- **Accesos viales, obras complementarias y terrenos.-** Se establecerán los compromisos del Gobierno de San Luis Potosí y de los municipios de la ZMSLP para llevar a cabo las obras necesarias. En materia de terrenos para estaciones y obras complementarias, se deberán adquirir en forma previa y establecer la coordinación con los niveles adecuados de gobierno para adquirirlos o expropiarlos. La posibilidad de retrasos en el otorgamiento de los permisos y licencias, se resolverá mediante el compromiso de estos niveles de gobierno para otorgarlos en forma ágil y oportuna.
- **Costos de operación y/o mantenimiento superiores a lo estimado.-** Se deberán tener reglas claras acerca de las responsabilidades del futuro concesionario del servicio de pasajeros en temas de mantenimiento, operación y seguridad.
- **Rechazo social al proyecto.-** Existe la posibilidad de que un segmento social de rechazo lo podría constituir los actuales transportistas, si no se les incorpora para formar parte del grupo privado inversionista. Asimismo, los posibles afectados por la recuperación/toma del derecho de vía de los cuales se requieren sus terrenos podrían constituir un riesgo para el proyecto debido a los tiempos que se requerirían para la resolución legal de los conflictos.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la evaluación económica del proyecto se identifican los siguientes resultados.

- f) El proyecto es viable desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, ya que la Tasa Interna de Retorno social (TIRS) de 24.6%, sin externalidades, supera la tasa del 12% anual señalada por las autoridades hacendarias federales. El Valor Presente Neto Social del proyecto (VPNS) es positivo (\$555 mdp) y la relación Beneficio-Costo (2.0) supera la unidad.
- g) Ambientalmente el proyecto propiciará ahorros significativos en las emisiones contaminantes sobre el corredor, tanto en las locales, como en las de efecto invernadero.
- h) De acuerdo con el índice de la TRI (Tasa de Rendimiento Inmediato) el proyecto supera la tasa del 12% anual aun en el caso en que no se incorporasen las externalidades.
- i) Los ahorros o beneficios fueron calculados sobre la base de una situación optimizada de manera que los resultados serían mejores de compararse con la situación actual no optimizada.
- j) Las pruebas de sensibilidad sobre variaciones a los parámetros clave de la evaluación señalan que, no obstante éstas, el proyecto seguiría siendo rentable.

## ANEXOS

**Anexo A: Análisis de la Oferta, Demanda y Modelación (por separado)**

**Anexo B: Proyecto Conceptual (por separado)**

**Anexo C: Estudio Legal (por separado)**

**Anexo D: Estudio de Impacto Ambiental y Social (por separado)**

**Anexo E: Memoria de Cálculo (por separado)**

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005. INEGI
- (2) Datos viales, SCT; varios años
- (3) IMT. NOTAS Núm. 129, Mar-Abril, 2011.