



"Elaboración de los Estudios de Demanda, Anteproyectos Operacional y Físico, Anteproyecto Constructivo, Impacto Ambiental y Costo-Beneficio Social del Proyecto: "Corredores Metropolitanos Cd. Azteca-Coacalco-Lechería y Cuautitlán Izcalli-Tultitlán"

Corredor Cd. Azteca – Coacalco – Lechería Adendum Actualización Costo Beneficio



Mayo, 2011





CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO	6
1.1.	Problemática existente a solucionar	6
1.2.	Alternativas de solución estudiadas y alternativa seleccionada	7
1.3.	Principales Características del Proyecto	7
1.4.	Indicadores de Rentabilidad Socioeconómica	8
1.5.	Riesgos identificados en su ejecución	. 10
2.	SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO	. 11
2.1.	Aspectos Socioeconómicos	. 12
2.2.	Características de la Estructura Urbana	. 12
2.3.	Características de la Vialidad	. 17
2.4.	Características del Tránsito	. 19
2.5.	Análisis de la Demanda	. 24
2.6.	Análisis de la Oferta	. 27
2.7.	Problemática Existente y Medidas de Optimización	. 29
2.8.	Proyección de la Demanda y de la Oferta	. 29
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	. 30
3.1.	Objetivos del Proyecto	. 30
3.2.	Componentes del Proyecto	. 31
3.3.	Localización del Proyecto	. 32
3.4.	Tamaño del Proyecto y Proceso de Operación	. 33
3.5.	Fuentes de Ingresos	. 34
3.6.	Aspectos Administrativos, Técnicos, Legales y Ambientales	. 35
3.7.	Costos del Proyecto	. 35







_	7.1. Calendario de Inversiones y Programa de Producción	
3.8.	Fuentes de los Recursos para la Inversión	38
3.9.	Supuestos Utilizados	38
4.	SITUACIÓN CON PROYECTO	39
5.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO	41
5.1. BENI	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS Y EFICIOS	41
5.1.1	. ASPECTOS METODOLÓGICOS	41
5.1.2	. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS	42
5.1.3	. AHORROS EN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR	43
5.1.4	. AHORROS EN TIEMPO DE LOS USUARIOS DEL TRANSPORTE	45
5.1.5	. AHORROS POR REDUCCIÓN EN LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES .	46
5.1.6	. AHORROS POR REDUCCIÓN DE ACCIDENTES MORTALES	47
5.1.7	. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS	48
5.1.8	. COSTOS DE INVERSIÓN	48
5.1.9	. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	49
5.2.	EXTERNALIDADES DEL PROYECTO	49
5.3.	FLUJOS ANUALES DEL PROYECTO	0
5.4.	CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD	0
5.5.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	3
5.5.1	. SENSIBILIDAD A LA TASA DE DESCUENTO SOCIAL	3







5.5.2.	SENSIBILIDAD A LOS BENEFICIOS ESPERADOS (DEMANDA)	. 5
5.5.3.	SENSIBILIDAD A LOS COSTOS DE INVERSIÓN	. 5
5.6.	RIESGOS DEL PROYECTO	. 6
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	. 8
	(O 1: FACTORES DE EMISIÓN Y COSTOS UNITARIOS DE EXTERNALIDADE	







CUADROS

Cuadro 1.1 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Cifras a precios de cuenta de	
Mayo de 2011)	9
Cuadro 1.2 Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes (Ton/Año)	.10
Cuadro 2.1 Zona metropolitana del Valle de México: Población, tasa de crecimiento, superfic	cie
y densidad media urbana, 1990-2000	.12
Cuadro 2.2 Motorización en la zona	
Cuadro 2.3 Usos del suelo en la zona de influencia del corredor. Municipio de Tultitlán	.14
Cuadro 2.4 Usos del suelo en la zona de influencia del corredor. Municipio de Coacalco	.16
Cuadro 2.5 Usos del suelo en la zona de influencia del corredor. Municipio de Ecatepec	.17
Cuadro 2.6 Características físicas de la sección transversal del corredor	.18
Cuadro 2.7 HMD en estaciones de la zona poniente	. 20
Cuadro 2.8 HMD de la zona poniente	
Cuadro 2.9 Resumen del aforo en estaciones de la zona central	
Cuadro 2.10 HMD de la zona central entre semana	
Cuadro 2.11 HMD de la zona oriente	
Cuadro 2.12 Resumen de aforos vehiculares de flujo en HMD	
Cuadro 2.13 Tramos principales del corredor con mayor volumen vehicular en HMD	
Cuadro 2.14 Volumen vehicular por carril en HMD sobre el corredor	
Cuadro 2.16 Estimación de Ascenso - Descenso al día, Plaza Las Américas a Lechería	
Cuadro 2.17 Estimación de Ascenso - Descenso en la HMD, Plaza Las Américas a Lechería.	
Cuadro 2.18 Número de Unidades por Tipo (Unidades en Operación Diaria)	
Cuadro 2.19 Número de Unidades por Tipo (Unidades con Servicio Regular Diario)	
Cuadro 2.20 Velocidades de Recorrido (Km./hr) en Diferentes Modalidades y Periodos del Dí	
Cuadro 2.21 Proyección de la Demanda y de la Oferta	
Cuadro 3.1 Costos de Inversión Inicial del Proyecto (\$) a precios de mercado	
Cuadro 3.2 Parámetros utilizados en la Situación Sin Proyecto	
Cuadro 3.3 Estimación de los Costos Económicos de la Situación Sin Proyecto (Millones \$)	
Cuadro 4.1 Parámetros utilizados en la Situación Con Proyecto	
Cuadro 4.2 Estimación de los Costos Económicos de la Situación Con Proyecto (Millones \$).	
Cuadro 5.1 Ahorros en los Costos de Operación Vehicular (Millones \$)	
Cuadro 5.2 Beneficios por ahorros en tiempo de los usuarios (Millones \$)	
Cuadro 5.3 Beneficios por reducción en Emisiones de Contaminantes (Millones \$)	
Cuadro 5.5 Costos de operación mantenimiento del Sistema BRT (Millones \$)	
Cuadro 5.6 Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes (Ton por año)	
Cuadro 5.7 Flujo Económico del Proyecto (Millones \$ a precios de cuenta)	0
Cuadro 5.8 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Cifras en Millones de Pesos de	_
Mayo de 2011 a precios de cuenta)	
Cuadro Anexo1.1 Factores de Emisión y Costos Unitarios de Externalidades	9







FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación del corredor en estudio	13
Figura 2.2 Variación horaria ambos sentidos estación EM-01	19
Cuadro 2.15 Demanda Total y Potencial	24
Figura 3.1 Recorrido del Corredor Metropolitano Lechería – Coacalco – Plaza Las	
Américas	32
Figura 3.2 Situación Actual Sin Proyecto del Corredor Metropolitano	36
Figura 4.1 Situación Futura Con Proyecto del Corredor Metropolitano	39
Figura 5.1 Desglose de la inversión por principales rubros	48
Porcentajes	48
Figura 5.2 Sensibilidad del VPNS a la Tasa de Descuento	3
Figura 5.3 Sensibilidad del VPNS a Variaciones en los Ahorros en Costos de Opera	ación
de Autobuses	4
Figura 5.4 Sensibilidad del VPNS a Variaciones en los Costos de Inversión Inicial	5







1. RESUMEN EJECUTIVO

El Gobierno del Estado de México, está analizando la implementación de una red de sistemas de autobuses articulados en carriles exclusivos de circulación (BRT's), en la Zona Conurbada de la Ciudad de México y en el Valle de Toluca.

En particular, en este documento se analiza el Corredor Metropolitano: Cd. Azteca – Coacalco – Plaza Las Américas, localizado en la zona norte del Valle de México.

1.1. Problemática existente a solucionar

- Una oferta de transporte insegura e ineficiente en el corredor por el número de vehículos, por su composición y por su capacidad heterogénea (Combis, microbuses y autobuses).
- Desorden y congestionamientos viales
- Falta de certidumbre en el tiempo de traslado de los usuarios del transporte público y privado.
- Externalidades significativas en materia de emisiones contaminantes y de accidentes por excesos en vehículos-Km de los vehículos de transporte público

Los principales objetivos del proyecto son:

- Ofrecer un servicio de transporte masivo seguro, competitivo y eficiente, con capacidad para atender 211 mil pasajeros/día a partir de 2012, que mejore el bienestar social de los habitantes de la ZMVM, para el tramo Lechería – Coacalco – Plaza Las Américas (21.3 km de longitud).
- Ahorrar en el tiempo de transporte a los usuarios, por contar con un transporte público más veloz en las vialidades: Av López Portillo, Av. Revolución y Av. Central.







 Contribuir en la solución del congestionamiento vial, de la contaminación ambiental y del excesivo consumo de energéticos, además de coadyuvar en la planeación ordenada del desarrollo urbano en la zona conurbada del Estado de México.

1.2. Alternativas de solución estudiadas y alternativa seleccionada

En el curso del estudio se analiza la posibilidad de reducir la flota en operación existente optimizando su tamaño y mediante la utilización de unidades de mayor capacidad (autobuses). Lo anterior traería consigo una menor congestión de las vialidades y la reducción de las externalidades asociadas (accidentes y emisiones contaminantes); sin embargo, lo anterior no redundaría en un beneficio tangible a los usuarios ya que éstos tendrían una menor oferta del servicio.

Alternativamente, se pretende ofrecer un nuevo esquema de servicio de transporte público masivo en tramos específicos, que tengan un alto impacto en ahorros en los costos de operación de las empresas, en el tiempo de traslado de los usuarios y un abatimiento en las externalidades, como la emisión de contaminantes y en el número de accidentes.

Lo anterior, debido a la disminución de vehículos-kilómetro, generado por el reemplazo de la flota actual de transporte (Combis, microbuses y autobuses) por un equipo de mayor capacidad (Autobuses articulados) y mejores características, que incorpore nuevos esquemas tecnológicos de operación y cobro.

Estos vehículos circularían en carriles confinados y contaría con un sistema de estaciones fijas a lo largo del corredor, con sistemas de cobro, boletaje y comunicaciones que permitirán ofrecer un sistema regular y seguro.

1.3. Principales Características del Proyecto

Los principales aspectos del proyecto se resumen a continuación:

Demanda.- Con base en los estudios realizados en el presente año, y a un análisis de asignación de tránsito con el método de redes, se estimó una demanda de 211 mil pasajeros/día. La base de la estimación está







constituida por los volúmenes potenciales de movimiento en la cuenca de captación del proyecto.

Equipo de Transporte.- Considerando los altos volúmenes de demanda existentes en el corredor se considero apropiado la utilización de Autobuses Articulados con puertas izquierdas, que tienen una capacidad de hasta 160 pasajeros por unidad.

Estaciones y Terminales.- Se realizó un análisis de la demanda y por medio de un sistema de modelación del transporte se establecieron un total de 42 estaciones, ubicadas principalmente en los camellones de las vialidades, distribuidas a lo largo del corredor: Con dos tipos de estaciones de acuerdo a sus características. El sistema tendría una Terminal en la Estación de Lechería del Ferrocarril Suburbano Buenavista — Cuautitlán, y otra en Plaza Las Américas, como parte de un desarrollo inmobiliario comercial.

Carriles Confinados.- Analizando el trayecto y las vialidades por las que operaría el sistema se considera factible la circulación por los carriles centrales, pegados al camellón, los cuales deberán adaptarse para este tipo de servicio y que requerirán ligeras adecuaciones viales para su mejor operación. El corredor metropolitano Cd. Azteca – Lechería, tiene una longitud de 21.3 km de longitud.

Inversión.- El proyecto requiere de una inversión inicial estimada, al mes de Mayo del 2011, de \$1,522 millones de pesos a precios de mercado.

1.4. Indicadores de Rentabilidad Socioeconómica

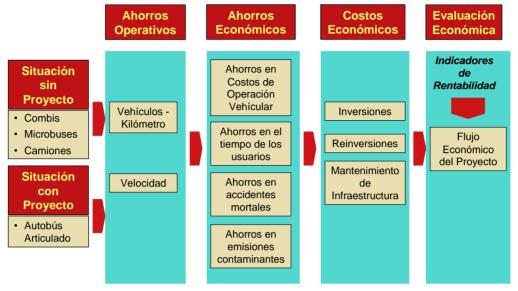
Para determinar la conveniencia, en términos socioeconómicos, de la realización del proyecto, se procedió al cálculo de los indicadores de rentabilidad socioeconómica, mediante la identificación y cuantificación de los beneficios y costos sociales del proyecto, señalados en el esquema siguiente, para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







Esquema Metodológico de la Evaluación Socioeconómica



Los resultados indican que la sociedad en su conjunto obtendría un beneficio neto de aproximadamente \$1,796 millones de pesos (a precios de cuenta) por la realización del proyecto, descontado al 12% anual real

Cuadro 1.1 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Cifras a precios de cuenta de Mayo de 2011)

ludicadana da Dantakilidad	Monto
Indicadores de Rentabilidad	(Millones \$)
Valor Presente de los Costos (VPC)	\$2,046.80
V.P. Inversión (1)	\$1,506.53
V.P. Operación y Mantenimiento	\$517.62
V.P. Costos por Molestias	\$22.65
Valor Presente de los Beneficios (VPB)	\$3,650.33
V.P. Reducción de Costos de Operación Vehicular	\$2,522.77
V.P. Valor del tiempo usuarios	\$821.83
V.P. Valor de reducción accidentes mortales	\$15.51
V.P. Valor por reducción emisiones contaminantes	\$290.22
Valor Presente Neto Social (VPB)	\$1,795.95
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	26.25%
Relación Beneficio/Costo	1.78
TRI (2º año)	22.23%







Adicionalmente, el proyecto contribuye a reducir el inventario de emisiones al medio ambiente en los siguientes niveles, así como suprimir unidades de baja capacidad unitaria en corredores de alta demanda.

Concepto 2012 2020 2030 CO₂ 12,285.89 14,355.60 14,535.34 14,535.34 HC 90.02 90.02 76.07 88.82 CO 563.97 657.90 667.68 667.68 NOx 124.40 145.34 147.11 147.11 SOx 7.10 8.29 8.41 8.41 **PST** 40.32 47.05 47.71 47.71

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

1.5. Riesgos identificados en su ejecución

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

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

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

Deficiencias en la ingeniería y el diseño.- Se ha determinado que en los contratos de construcción y fabricación de equipo, se establecerán penas y fianzas para asegurar su cumplimiento. Asimismo, en lo referente a la







terminación del proyecto en plazo mayor al previsto por causas imputables al consorcio ganador de la licitación, se establecerán fianzas de cumplimiento y penas convencionales en los contratos, además de que el programa de obra previsto se considere un margen de seguridad de 6 meses.

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

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

Participación de los transportistas.- No obstante que antes de proceder a la implementación del sistema BRT se requiere de acuerdos previos con los transportistas para modificar los servicios en el corredor, siempre subyace la posibilidad de que la participación de los mismos se vea obstaculizada políticamente por algún(os) grupo(s) de ellos. Por otra parte, también existirá la posibilidad de que los transportistas incorporados como inversionistas incumpliesen sus compromisos financieros.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO

En la situación actual, la demanda de transporte de personas es atendida mediante una compleja red de rutas que utilizan algunos tramos del Corredor Metropolitano como paso a orígenes-destinos fuera del corredor, lo anterior ocasiona que la demanda sobre el corredor sea solo atendida como rutas intermedias en tramos específicos, como se muestra más adelante en la figura 3.2.







2.1. Aspectos Socioeconómicos

En el siguiente cuadro se aprecia el crecimiento poblacional entre 3.3 % y 4.5 % anual en la zona de estudio. Para las proyecciones de tránsito se utilizó una tasa de 3% anual para los primeros cinco años, 1% para los siguientes cinco años y 0% para el resto, congruente con la tasa de motorización de la zona.

Cuadro 2.1 Zona metropolitana del Valle de México: Población, tasa de crecimiento, superficie y densidad media urbana, 1990-2000

		Población			Tasa de crecimiento medio anual (%)			Superficie	DMU*
Clave	Municipio	1990	1995	2000	1990-1995	1995-2000	1990-2000	(km2)	(hab/ha)
Zona metropoli	itana del Valle de México	15 563 795	17 297 539	18 396 677	1.9	1.5	1.7	7 815	170.7
15020	Coacalco de Berriozábal	152 082	204 674	252 555	5.4	5.0	5.2	38	185.5
15024	Cuautitlán	48 858	57 373	75 836	2.9	6.7	4.5	27	111.9
15033	Ecatepec de Morelos	1 218 135	1 457 124	1 622 697	3.2	2.5	2.9	158	177.5
		1 419 075	1 719 171	1 951 088	3.5	3.0	3.3	223	170.9
15109	Tultitlán	246 464	361 434	432 141	7.0	4.3	5.8	65	169.9
15121	Cuautitlán Izcalli	326 750	417 647	453 298	4.4	1.9	3.4	112	147.4
		573 214	779 081	885 439	5.6	3.0	4.5	177	155.7

*Densidad media urbana 2000

Fuente: Elaborado por el Grupo Interinstitucional con base en los Censos Generales de Población y Vivienda de 1990 y 2000, y el Conteo de Población y Vivienda 1995.

Cuadro 2.2 Motorización en la zona

Total de vehículos registrados	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Coacalco de Berriozábal	31062	23912	29464	27049	31724	28899
Cuautitlán	9337	11383	11931	11056	12341	11843
Ecatepec de Morelos	122326	147970	159069	130697	150421	136078
Tultitlán	26230	30348	36049	34859	40263	37629
Cuautitlán Izcalli	42883	49045	65868	61674	71049	64718
Suma	231838	262658	302381	265335	305798	279167
					Tasa 1999-	
					2004	3.79%

Fuente: Simbad 2007

2.2. Características de la Estructura Urbana

El Corredor Metropolitano Ciudad Azteca-Coacalco-Lechería de transporte público, se localizará en la parte norte de la ZMVM, cruzando en su recorrido varios municipios del Estado de México, al poniente el municipio



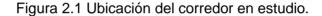




de Tultitlán, al centro el de Coacalco y al oriente el de Ecatepec. El corredor es una de las vialidades primarias dentro de estos municipios.

El corredor comunicará el extremo poniente con el oriente de la zona norte de la ZMVM. Sobre el trayecto del corredor cruzan importantes vialidades urbanas, carreteras federales y autopistas.

A lo largo del corredor se encuentran zonas comerciales, plazas comerciales y de servicios, zonas de uso mixto, viviendas de densidad media y alta, así como pequeños comercios que se ubican hacia fuera del corredor vial. A lo largo del corredor el uso del suelo es altamente comercial y de servicios. En la Figura 2.1 se muestra la ubicación del corredor dentro del contexto urbano de la ZMVM.





A continuación se presenta el análisis urbanístico del corredor, el análisis se realiza a nivel municipal.

Tultitlán

En el municipio de Tultitlán el corredor comprende casi 8 Km. y a lo largo del mismo se observa un intenso flujo vehicular y peatonal.

El corredor no presenta una imagen homogénea, sino que está constituido por un mosaico amplio de usos del suelo con diversas intensidades y mezclas.





En el inicio del corredor y en sus inmediaciones se observan predios grandes destinados a la industria y al comercio, a medida que se avanza en el corredor se aprecia una mezcla de comercios de baja intensidad (comercio de accesorias) con predios industriales.

A la mitad del corredor, en la zona de Tultitlán, existen lotes de grandes dimensiones aún sin edificar, en su mayoría con una vocación habitacional.

En la parte final del corredor predominan los usos del suelo habitacional y comercial observándose aun predios baldíos.

En la franja analizada se observan los siguientes usos de suelo:

- 1. El uso del suelo predominante es el Habitacional (51.39%). Predominando el Habitacional de baja densidad.
- 2. El segundo uso de suelo que predomina es el Industrial (23.66%), con mayor participación de la industria mediana no contaminante.
- 3. El tercer lugar lo ocupa el uso denominado Centro Urbano (11.69%), con un predominio del uso del suelo denominado Centro Urbano de impacto regional y local.
- 4. El Equipamiento Urbano ocupa un 9.31% del suelo, destacándose principalmente el Educativo y Cultural.
- 5. Las Áreas No Urbanizables corresponden a un 2.12%.
- 6. Las Áreas Verdes abarcan un 1.84% siendo principalmente Parques Protegidos.

Cuadro 2.3 Usos del suelo en la zona de influencia del corredor. Municipio de Tultitlán

Uso del Suelo	Hectáreas	Porcentaje %
1. Habitacional	619.41	51.40
2. Industrial	285.12	23.66
3. Centro Urbano	140.85	11.69
4. Equipamiento Urbano	112.17	9.31
5. Área no Urbanizable	25.26	2.10
6. Áreas Verdes	22.20	1.84
Total	1,205.01	100

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano Municipal







Coacalco

El corredor en el municipio de Coacalco comprende 5.3 Km. y también tiene un intenso flujo vehicular.

La zona del corredor en el municipio no presenta una imagen homogénea, sino que está constituida por un mosaico de diversos usos del suelo.

El corredor, a través de Coacalco, tiene tramos muy diferenciados.

El primero de ellos muestra amplias zonas formadas por grandes predios sin edificar.

Posteriormente, hacia el poniente del corredor, se encuentran zonas habitacionales, mientras que al oriente se observan mezclas de diversos usos del suelo con varias intensidades, entre las que destacan las comerciales de baja intensidad o de accesorias, servicios y comercio de gran superficie.

En su parte final, el corredor presenta zonas definidas de equipamiento educativo, comercios de diversas intensidades, servicios y vivienda.

En la franja analizada se observa lo siguiente:

- 1. El uso del suelo predominante en la franja analizada es el Habitacional (73%), predominando el Habitacional de alta densidad.
- 2. El Equipamiento Urbano ocupa un 10% del suelo.
- 3. El tercer lugar lo ocupa el uso del suelo denominado Centro Urbano (9%), con un equilibrio de usos del suelo Urbano regional y local.
- 4. Las Áreas Urbanas No Programadas ocupan un 6% del suelo
- 5. Las Áreas no Urbanizables corresponden al 1%.
- 6. El uso industrial ocupa el último lugar con un 1%, y está básicamente formado por industrias pequeñas no contaminantes.





Cuadro 2.4 Usos del suelo en la zona de influencia del corredor. Municipio de Coacalco

Uso del Suelo	Hectáreas	Porcentaje %
1. Habitacional	714.05	73
2. Equipamiento Urbano	98.14	10
3. Centro Urbano	93.12	9.
4. Área Urbana no Programable	55.35	6.
5. Área no Urbanizable	13.63	1.2
6. Industrial	8.18	0.8
Total	1,205.31	100.00

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano Municipal

Ecatepec

En este municipio el corredor tiene su mayor segmento abarcando cerca de 7 Km. El corredor está constituido por varias avenidas, y no una sola, como en los municipios anteriores. Las avenidas: López Portillo, Revolución y 1º de Mayo, son las vías que conforman al corredor.

En Ecatepec el corredor presenta múltiples imágenes urbanas. A medida que se transita por los diferentes tramos los usos del suelo se diversifican y presentan pesos diferentes.

En el primer tramo, constituido por la Av. López Portillo en las inmediaciones del corredor, se observa un predominio de los usos del suelo comercial del tipo de grandes y medianas superficies, alternado con servicios. Aunque apartándose de los bordes, predomina el uso habitacional.

En el segundo tramo constituido por la Av. Revolución, predomina el uso habitacional, aunque se observa una fuerte presencia de Equipamiento Urbano de tipo Educativo, la imagen tiende a perderse en la medida en que se aproxima al cruce con la carretera México Pachuca, donde se mezclan los usos y predomina el comercio de accesorias.

El tercer tramo es el constituido por la Av. 1º de Mayo cuyo uso del suelo predominante es el habitacional. Al final de esta avenida sobresale el equipamiento urbano de la Plaza Morelos.





Cuadro 2.5 Usos del suelo en la zona de influencia del corredor. Municipio de Ecatepec

Uso del Suelo	Hectáreas	Porcentaje %
1. Habitacional	1,593.21	64.3
2. Centro Urbano	338.01	13.6
3. Industria	176.71	7.1
4. Equipamiento Urbano	145.16	5.9
5. Área No Urbanizable	91.47	3.7
6. Centro Tradicional	67.46	2.7
7. Área Urbana No Programada	47.26	1.9
Zona de Control Patrimonial	20.00	0.8
Total	2,479.28	100.0%

Fuente: Programa de Desarrollo Urbano Municipal

2.3. Características de la Vialidad

La sección transversal del corredor vial se caracteriza por un desarrollo amplio y con derecho de vía variable, dependiendo el tramo del corredor o de la avenida. El corredor tiene una continuidad aceptable desplazándose por varias vialidades, con sección variable, variaciones debidas a barreras físicas, como son los desarrollos industriales y desarrollos urbanos (zonas habitacionales).

El corredor vial actualmente está considerado como una vía primaria debido a su sección transversal y a su continuidad. En el cuadro siguiente se presentan las características de las secciones por vialidad, el tramo analizado, la longitud, el ancho de cada calzada o arroyo para la circulación vehicular con el número de carriles por sentido, el ancho de los camellones ya sean centrales y/o laterales.







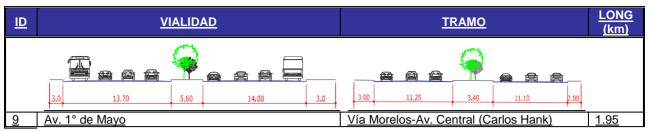
Cuadro 2.6 Características físicas de la sección transversal del corredor

<u>ID</u>	<u>VIALIDAD</u>	<u>TRAMO</u>	LONG (km)
1	<u>Vía José López Portillo</u>	Av. Lechería Cuautitlán-Vía López Portillo	<u>0.48</u>
	4.0 10.90 5.00 11.10 3.0	11.70	
<u>3</u>	Vía José López Portillo	Carr. Tultitlán-Carr. Coacalco/Tultepec	<u>5.68</u>
	2.0 14.20 5.60 14.20 3.0	3.0 15.10 5.60 15.10	3.5
<u>4</u>	<u>Vía José López Portillo</u>	Carr. Coacalco/Tultepec-Retorno B. Juárez	<u>4.06</u>
	2.0 14.50 5.60	_	
<u>5</u>	<u>Vía José López Portillo</u>	Retorno B. Juárez-Av. Revolución	<u>2.37</u>
	3.0 15.50 5.60	16.50 3.5	
<u>6</u>	Av. Revolución	Vía José López Portillo-Aut. a Pachuca	<u>2.35</u>
	3.50 21.30	3.00	
7	Av. Revolución	Aut. a Pachuca-Vía Morelos	0.39
<u>8</u>	2.5 10.50 6.50 <u>Vía Morelos</u>	7.50 3.0 Av. Revolución-Av. 1° de Mayo	0.47





Cuadro 2.6 Características físicas de la sección transversal del corredor



Fuente: Producción propia.

2.4. Características del Tránsito

De la información registrada para los diferentes aforos realizados (estaciones maestras y aforos de flujo) se pudo observar la variación y comportamiento del tránsito durante el día, en jornadas laborables, fin de semana y día festivo, así como por su distribución geográfica y el tipo de uso del suelo.

Se ubicaron estratégicamente 6 estaciones maestras sobre el corredor. El corredor se dividió en tres zonas para conocer su comportamiento, siendo estas: Zona poniente, zona centro y zona oriente, y las HMD de cada zona. La figura siguiente muestra, a manera de ejemplo la distribución horaria en la Estación maestra EM-01.

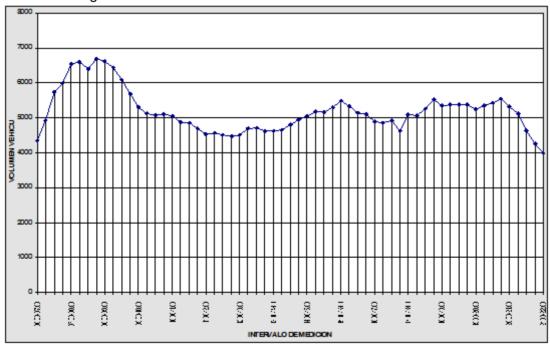


Figura 2.2 Variación horaria ambos sentidos estación EM-01.







Para cada estación en la zona poniente se obtuvo un periodo pico para la mañana y tarde. De acuerdo con los periodos de máxima demanda determinados en las estaciones maestras, en el Cuadro 2.7 se presenta la hora pico de cada periodo y el volumen vehicular de cada estación y en el Cuadro 2.8 se presenta las HMD para la zona poniente del corredor, que fue obtenida de la suma de las 2 estaciones de la zona.

Cuadro 2.7 HMD en estaciones de la zona poniente

ESTACIÓN	MAÑ	IANA	<u>TARDE</u>		
LOTACION	<u>HMD</u>	VOLUMEN	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	
EM-01	07:45-08:45	6,686	17:45-18:45	<u>5,519</u>	
EM-02	08:00-09:00	6,227	18:00-19:00	<u>4,623</u>	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2.8 HMD de la zona poniente

ZONA	<u>MAÑ</u>	IANA	<u>TARDE</u>		
<u> ZONA</u>	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	
PONIENTE	07:45-08:45	6,227	18:00-19:00	<u>4,623</u>	

Fuente: Elaboración propia

En conclusión se tiene que para la zona poniente para los días representativos entre semana el periodo pico de la mañana es de 7:45 a 8:45 y para la noche de 18:00 a 19:00 horas.

En el Cuadro 2.9 se presenta la hora pico de cada periodo y el volumen vehicular de cada estación de la zona central y en el Cuadro 2.8 se presentan las HMD para la zona central del corredor, que fue obtenida de las 3 estaciones de la zona para el día entre semana.

Cuadro 2.9 Resumen del aforo en estaciones de la zona central

ESTACIÓN	MAÑ	IANA	<u>TARDE</u>			
LOTACION	<u>HMD</u>	VOLUMEN	<u>HMD</u>	VOLUMEN		
EM-03	06:45-07:45	7,823	18:00-19:00	6,250		
EM-04	07:00-08:00	<u>2,591</u>	<u>18:15-19:15</u>	<u>2,991</u>		
EM-05	06:45-07:45	<u>1,551</u>	<u>17:45-18:45</u>	<u>1,169</u>		
DIA FIN DE	<u>SEMANA</u>					
EM-03	08:45-09:45	<u>6,354</u>	<u>16:15-17:15</u>	<u>6,236</u>		
DIA FESTIVO						
EM-03	08:00-09:00	<u>6,545</u>	19:15-20:15	<u>6,147</u>		

Fuente: Elaboración propia





Cuadro 2.10 HMD de la zona central entre semana

ZONA	<u>MAÑ</u>	IANA	<u>TARDE</u>		
<u>ZONA</u>	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	
CENTRAL	06:45-07:45	6,227	18:00-19:00	4,623	

Fuente: Elaboración propia

Para la zona central para los días representativos entre semana el periodo pico de la mañana es de 6:45 a 7:45, y para la noche de 18:00 a 19:00 horas. Para el día fin de semana en la mañana es de 08:45 a 09:45, y en la tarde de 16:15 a 17:15 horas. Finalmente para el día festivo en la mañana es de 08:00 a 09:00, y en la tarde de 19:15 a 20:15 horas.

Para la zona oriente del corredor se obtuvo un periodo pico para la mañana y otro para la tarde. De acuerdo con los periodos de máxima demanda determinados en la estación maestra, en el Cuadro 2.11 se presenta la hora pico de cada periodo y el volumen vehicular de la estación para la zona oriente del corredor.

Cuadro 2.11 HMD de la zona oriente

ZONA	<u>MAÑ</u>	IANA	<u>TARDE</u>		
<u> 2011A</u>	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	<u>HMD</u>	<u>VOLUMEN</u>	
<u>ORIENTE</u>	07:45-08:45	<u>8,456</u>	18:30-19:30	7,783	

Fuente: Elaboración propia

En conclusión se tiene que para la zona oriente para los días representativos entre semana el periodo pico de la mañana es de 7:45 a 8:45, y para la noche de 18:30 a 19:30 horas.

Conocidas las horas de máxima demanda se realizaron aforos de flujo vehicular en 9 puntos en un día entre semana, dos en un día el fin de semana y dos en día festivo. Los conteos se realizaron 4 horas en la mañana (de 7:00 a 11:00 horas) y dos en la tarde (de 17:00 a 19:00 horas). Con estos aforos y con los direccionales se elaboraron dos planos con los volúmenes vehiculares sobre el corredor de transporte público (Vía José López Portillo, Revolución y Av. 1 de Mayo, uno en la HMD de la mañana de 7:45 a 8:45 horas y otro en la hora pico de la tarde de 18:00 a 19:00 horas).







En el Cuadro 2.12 se presenta un resumen en la hora pico de la mañana y de la tarde de los aforos de flujo en ambos sentidos.

Cuadro 2.12 Resumen de aforos vehiculares de flujo en HMD

<u>Estaciones</u>	Hora pico	<u>A</u>	Comb	<u>B</u>	<u>C</u>	Veh en HMD
AF-01 Insurgentes	8:00-9:00	4,343	668	<u>208</u>	<u>449</u>	<u>5,668</u>
	17:15-18:15	4,620	811	198	<u>531</u>	<u>6,160</u>
AF-02lxtlememelixtle (Entra Semana)	8:00-9:00	4,218	<u>763</u>	<u>202</u>	440	<u>5,623</u>
	17:15-18:15	4,297	595	206	453	<u>5,551</u>
AF-02lxtlememelixtle (Fin de Semana)	7:15-8:15	4,883	<u>827</u>	<u>232</u>	<u>571</u>	6,513
	17:30-18:30	4,915	674	<u>180</u>	<u>245</u>	6,014
AF-02lxtlememelixtle (Día festivo)	7:00-8:00	4,927	782	<u>206</u>	281	6,196
	17:45-18:45	5,454	723	177	187	6,541
AF-03 Av.	7:00-8:00	4,593	1,066	285	398	6,342
Trabajadores	17:00-18:00	4,614	928	253	459	6,254
AF-04 Chapultepec	7:15-8:15	9,582	1,831	<u>545</u>	870	12,828
(Entre semana)	17:45-18:45	8,855	1,575	409	848	11,687
AF-04 Chapultepec	7:30-8:30	4,831	1,037	<u>297</u>	639	6,804
(Fin de semana)	18:00-19:00	6,526	817	341	387	8,071
AF-04 Chapultepec	8:00-9:00	5,013	923	324	345	6,605
(Día festivo)	18:00-19:00	5,498	792	360	451	7,101
AF-05 Av. Del Trabajo						
AF-06 Emilio Carranza						
AF-07 José Maria	7:30-8:30	1,127	<u>244</u>	<u>59</u>	47	1,477
Morelos	17:30-18:30	1,231	162	<u>45</u>	45	1,483
AF-08 Av. M1	8:00-9:00	5,543	355	<u>274</u>	355	6,527
	17:45-18:45	6,012	298	<u>121</u>	339	6,770
AF-09 Blvd. Teocallis	7:15-8:15	6,616	622	294	232	7,764
	18:00-19:00	5,813	338	203	267	6,621

A: Autos; B: Autobuses; Comb Combis; C: Camiones.

Los tramos del corredor donde se registran los mayores volúmenes vehiculares en orden de importancia en la mañana son las que se muestran en el Cuadro 2.13.

Cuadro 2.13 Tramos principales del corredor con mayor volumen vehicular en HMD

<u>Vialidad</u>	<u>TRAMO</u>	<u>Sentido</u>	VOLUMEN HMD
Vía José López Portillo		Oriente-Poniente	<u>4,961</u>
	<u>Carretera Texcoco-Los Reyes – Av. Trabajadores</u>	Poniente-oriente	<u>7,559</u>
Av. Central		Sur-Norte	<u>3,736</u>
	Blvd. De los Aztecas – Av. Europa	Norte-Sur	<u>4,720</u>
Vía José López Portillo		Oriente-Poniente	<u>3,278</u>
	Av. Trabajadores - Carretera Coacalco/Tultepec	Poniente-oriente	<u>2,262</u>
Vía José López Portillo		Oriente-Poniente	<u>4,122</u>
	Av. Niños Héroes – Av. 11 de julio	Poniente-oriente	<u>2,564</u>
Vía José López Portillo		Oriente-Poniente	3,278
	Carretera Coacalco/Tultepec-Niños Héroes	Poniente-oriente	2,175
Av. Revolución		Oriente-Poniente	<u>1,701</u>
	Carretera Texcoco-Los Reyes – Av. Vía Morelos	Poniente-oriente	1,349
Av. 1 de Mayo		Oriente-Poniente	796
	<u>Via Morelos – Av. Central</u>	Poniente-oriente	<u>564</u>







Los mayores volúmenes vehiculares se registran en el sentido orienteponiente y el tramo con mayor volumen ocurre en la zona centro del corredor. Los volúmenes de tránsito registrados en el corredor arrojan flujos vehiculares máximos del orden de los 1,890 a 188 vehículos por hora por carril. El Cuadro 2.14 muestra la relación de volúmenes máximos por carril en el corredor con mayor demanda.

Cuadro 2.14 Volumen vehicular por carril en HMD sobre el corredor

<u>Vialidad</u>	<u>TRAMO</u>	<u>Sentido</u>	VOLUMEN HMD	<u>NÚMERO</u> <u>CARRILES</u>	VEH/H CARRIL
<u>Vía José</u>	Carretera Texcoco-Los Reyes – Av.	Oriente-Poniente	<u>4,961</u>	4	1,240
<u>López Portillo</u>	<u>Trabajadores</u>	Poniente-oriente	<u>7,559</u>	<u>4</u>	<u>1,890</u>
Av. Central		Sur-Norte	<u>3,736</u>	<u>3</u> <u>3</u>	<u>1,245</u>
	Blvd. De los Aztecas – Av. Europa	Norte-Sur	<u>4,720</u>	<u>3</u>	<u>1,573</u>
Vía José		Oriente-Poniente	3,278	<u>4</u>	<u>820</u>
López Portillo	Av. Trabajadores – Carretera Coacalco/Tultepec	Poniente-oriente	<u>2,262</u>	<u>4</u>	<u>566</u>
Vía José		Oriente-Poniente	4,122	<u>4</u>	1,030
López Portillo	Av. Niños Héroes – Av. 11 de julio	Poniente-oriente	<u>2,564</u>	<u>4</u>	<u>641</u>
Vía José		Oriente-Poniente	3,278	<u>4</u>	<u>820</u>
López Portillo	Carretera Coacalco/Tultepec-Niños Héroes	Poniente-oriente	<u>2,175</u>	<u>4</u>	<u>544</u>
Av. Revolución		Oriente-Poniente	<u>1,701</u>	<u>3</u>	<u>567</u>
	Carretera Texcoco-Los Reyes – Av. Vía Morelos	Poniente-oriente	1,349	<u>2</u>	<u>675</u>
Av. 1 de Mayo		Oriente-Poniente	<u>796</u>	<u>3</u>	<u> 265</u>
	Via Morelos – Av. Central	Poniente-oriente	<u>564</u>	<u>3</u>	<u>188</u>

Los comentarios siguientes se derivan para los volúmenes vehiculares en la hora de máxima demanda:

- i. En el tramo de carretera Texcoco/Los Reyes Av. Trabajadores sobre la Vía José López Portillo circula un gran número de vehículos de transporte público y pesados. En las horas pico llegan a circular hasta 290 vehículos pesados, y 900 de transporte público, entre combis, microbuses y autobuses urbanos. Este tramo de vialidad es el más problemático.
- ii. Otro tramo de vialidad con gran tránsito vehicular es la Av. Central, debido a que esta se ubica en una zona altamente habitacional (lado oriente del corredor). En esta vialidad llegan a circular hasta 4,720 vehículos por hora y por sentido en la hora pico, de los cuales 600 son de transporte público (combis, microbuses y autobuses).







2.5. Análisis de la Demanda

La demanda del proyecto está basada en el análisis y explotación de corredores de demanda derivados de los trabajos de campo realizados durante el presente año, el uso del modelo Transcad de simulación de redes de transporte. Se determinó una demanda de 211,000 pasajeros/día para el proyecto en el año 2011, que significa una demanda anual de 68.3 millones de pasajeros anuales.

Para estimar está demanda se utilizaron los resultados de trabajos de campo, en los cuales se identificó primeramente los volúmenes de viajes, en transporte público existentes.

Con base en lo anterior, se estimó la demanda del corredor, que es la susceptible de emplear al nuevo sistema, la cual en forma resumida se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.15 Demanda Total y Potencial

SEGMENTO	<u>DEMANDA</u>				
<u>SEGMENTS</u>	POTENCIAL	DEL CORREDOR			
PLAZA LAS AMERICAS	<u>95,524</u>	<u>71,622</u>			
<u>COACALCO</u>	<u>186,465</u>	<u>139,808</u>			
<u>TOTAL</u>	<u>281,899</u>	<u>211,430</u>			

La demanda potencial o demanda susceptible de atender el nuevo sistema en el corredor Lechería – Coacalco – Plaza Las Américas es de 211,430 pasajeros al día; sin embargo, es muy probable que uno de los beneficios que puede ofrecer la implementación de un nuevo sistema realmente se capte aún más demanda.

Proyección de la Demanda

Se ha considerado que la demanda seguirá creciendo los próximos 5 años conforme a las tendencias que la tasa de motorización ha venido registrando (histórica 4%), asumiendo (3% anual) hasta el año 2014. Para años posteriores a este horizonte y para fines de proyección, se ha supuesto que se presentaría una estabilización de la demanda con un crecimiento promedio de 1% hasta 2024 y cero para los años siguientes.







CONCEPTO	1	5	10	15	20	25	30
CONCEPTO	2011	2016	2021	2026	2031	2036	2041
Demanda							
TMCA de la Demanda (%)	3.00%	3.00%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pasajeros diarios totales	211,000	237,482	254,539	257,084	245,327	257,084	257,084

La hora de máxima demanda para el sentidos oriente – poniente se registró entre las 07:00 y las 08:00 hrs. de la mañana. El tramo con más carga (SMD) resultó Vía José López Portillo y Las Flores registrando 6,324 pasajeros/sentido; mientras que en el sentido 2, el tramo de mayor carga fue la Av. Revolución y Carmen 3,830 pasajeros/sentido, esto se identifica en los cuadros siguientes de ascenso y descenso.

Estos datos, son lo que se tomaran en cuenta para el diseño en los dos segmentos ya descritos y que serán la base para el cálculo del número óptimo de unidades. Por último, para la ubicación y el dimensionamiento de las estaciones del nuevo sistema se requirió caracterizar el ascenso descenso por tramo; por ello, utilizando el software Transcad, se aplicó un algoritmo para estima las subidas y bajadas durante todo el día, los resultados se muestran a continuación en el cuadro de ascenso descenso para todo el día.

Esta información se ha actualizado y complementado, por lo que la estimación de ascensos y descensos de los usuarios para todo el día y en la hora de máxima demanda se muestran en los cuadros siguientes:







Cuadro 2.16 Estimación de Ascenso - Descenso al día, Plaza Las Américas a Lechería

Estación BRT	Plaza Las Amé	ricas - Lechería	Lechería - Plaza Las Américas		
Estacion Bit i	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	
Terminal Plaza Las Américas	27,368	0	0	19,831	
Toluca	2,096	130	110	674	
Primero de Mayo	1,117	165	235	878	
San Martín	311	153	188	752	
Casas Coloniales	1,959	895	502	1,286	
Gran Canal	7,466	1,051	345	6,083	
Del Sol	5,235	1,295	502	11,827	
UPE	6,724	1,531	918	12,792	
Los Arcos	6,477	1,072	894	6,443	
ISSEMYN	6,630	365	188	3,356	
El Cármen	3,085	789	6,098	1,568	
Los Reyes	3,277	612	4,546	1,615	
Bugambilias	1,948	294	4,844	1,715	
Cuauhtémoc	1,331	353	2,727	1,462	
Venustiano Carranza	3,545	565	4,060	1,609	
Morelos	2,237	542	3,731	1,274	
Universidades	1,307	224	3,292	1,521	
Plaza Coacalco	1,448	765	2,492	1,317	
Parque Residencial	1,154	306	2,727	1,254	
Cataratas	1,025	1,060	3,339	1,913	
Las Flores	1,295	400	1,662	1,489	
Centro Universitario	1,896	4,121	3,151	1,630	
Hidalgo	1,849	4,063	2,163	1,536	
Canosas	883	2,496	1,721	800	
San Francisco	1,943	1,272	1,842	906	
Coacalco	2,002	1,331	2,947	925	
Bosques	707	1,472	2,759	1,257	
Capulli del Valle	318	1,236	3,104	796	
Villa de San José	624	2,756	2,430	864	
Niños Héroes	1,437	4,169	2,086	1,130	
Mariscala	495	1,295	1,756	643	
Las Fuentes	1,543	2,249	2,147	501	
Emiliano Zapata	1,448	2,143	1,959	705	
La Cruz	4,581	3,144	1,890	361	
San Mateo	989	2,496	2,116	705	
Bello Horizonte	789	1,978	2,500	768	
Tultitlán	2,120	2,697	2,743	1,317	
La Loma	848	5,699	1,959	768	
Geranios	188	3,992	2,320	1,191	
Olivo	141	3,168	1,527	376	
11 de Julio	165	6,418	831	260	
Ojo de Agua	106	9,691	1,254	705	
Ferrocarrilera	47	6,547	815	470	
Terminal Lechería	0	25,153	9,859	0	
	112,155	112,155	99,275	99,275	
		211	,430		







Cuadro 2.17 Estimación de Ascenso - Descenso en la HMD, Plaza Las Américas a Lechería

Estación BRT		Plaza Las Am	éricas - Lechería			Lechería - Plaz	a Las Américas	;
Estacion BK I	Ascenso	Descenso	A bordo	Movimientos A/D	Ascenso	Descenso	A bordo	Movimientos A/D
Terminal Plaza Las Américas	2,324	0	2,324	2,324	0	1,265	0	1,265
Toluca	178	11	2,491	189	7	43	1,265	50
Primero de Mayo	95	14	2,572	109	15	56	1,301	71
San Martín	26	13	2,585	39	12	48	1,342	60
Casas Coloniales	166	76	2,676	242	32	82	1,378	114
Gran Canal	634	89	3,220	723	22	388	1,428	410
Del Sol	445	110	3,555	555	32	755	1,794	787
UPE	571	130	3,996	701	59	816	2,517	875
Los Arcos	550	91	4,455	641	57	411	3,274	468
ISSEMYN	563	31	4,987	594	12	214	3,628	226
El Cármen	262	67	5,182	329	389	100	3,830	489
Los Reyes	278	52	5,408	330	290	103	3,541	393
Bugambilias	165	25	5,549	190	309	109	3,354	418
Cuauhtémoc	113	30	5,632	143	174	93	3,155	267
Venustiano Carranza	301	48	5,885	349	259	103	3,074	362
Morelos	190	46	6,029	236	238	81	2,918	319
Universidades	111	19	6,121	130	210	97	2,761	307
Plaza Coacalco	123	65	6,179	188	159	84	2,648	243
Parque Residencial	98	26	6,251	124	174	80	2,573	254
Cataratas	87	90	6,248	177	213	122	2,479	335
Las Flores	110	34	6.324	144	106	95	2,388	201
Centro Universitario	161	350	6,135	511	201	104	2,377	305
Hidalgo	157	345	5,947	502	138	98	2,280	236
Canosas	75	212	5,810	287	110	51	2,240	161
San Francisco	165	108	5.867	273	118	58	2,181	175
Coacalco	170	113	5,924	283	188	59	2,122	247
Bosques	60	125	5,859	185	176	80	1,993	256
Capulli del Valle	27	105	5,781	132	198	51	1,897	249
Villa de San José	53	234	5,600	287	155	55	1,750	210
Niños Héroes	122	354	5,368	476	133	72	1,650	205
Mariscala	42	110	5,300	152	112	41	1,589	153
Las Fuentes	131	191	5,240	322	137	32	1,518	169
Emiliano Zapata	123	182	5,181	305	125	45	1,413	170
La Cruz	389	267	5,303	656	121	23	1,333	144
San Mateo	84	212	5,175	296	135	45	1,235	180
Bello Horizonte	67	168	5,074	235	159	49	1,145	208
Tultitlán	180	229	5,025	409	175	84	1,035	259
La Loma	72	484	4,613	556	125	49	944	174
Geranios	16	339	4,290	355	148	76	868	224
Olivo	12	269	4,033	281	97	24	796	121
11 de Julio	14	545	3,502	559	53	17	722	70
Ojo de Agua	9	823	2,688	832	80	45	686	125
Ferrocarrilera	4	556	2,136	560	52	30	651	82
Terminal Lechería	0	2,136	0	2,136	629	0	629	629
	9,524	9,524	6,324	19,048	6,333	6,333	3,830	12,667
			-	15,8	57		-	

2.6. Análisis de la Oferta

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

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







Del estudio de Frecuencia y Ocupación Visual (FOV) se derivaron los resultados sobre el parque vehicular (flota) que actualmente presta el servicio de transporte público. Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Cuadro 2.18 Número de Unidades por Tipo (Unidades en Operación Diaria)

TIPO	UNIDADES	0/0
AUTOBUS	1,763	28%
COMBI	3,775	59%
MICROBUS	818	13%
TOTAL	<u>6,356</u>	100%

Fuente: Estimación FOA Consultores

Cuadro 2.19 Número de Unidades por Tipo (Unidades con Servicio Regular Diario)

TIPO	UNIDADES	%
AUTOBUS	704	24%
COMBI	1,823	63%
MICROBUS	377	13%
TOTAL	<u>2,904</u>	<u>100%</u>

Fuente: Estimación FOA Consultores

Cuadro 2.20 Velocidades de Recorrido (Km./hr) en Diferentes Modalidades y Periodos del Día

PERIODO	COMBI	AUTOBUS	MICROBUS
06:00 - 09:00	23	20	18
09:00 - 12:00	25	24	24
12:00 - 15:00	24	23	23
15:00 - 18:00	23	20	19
18:00 - 21:00	23	20	18
PROMEDIO	23.6	21.4	20.4

Fuente: Estimación FOA Consultores







2.7. Problemática Existente y Medidas de Optimización

La problemática existente en el corredor consiste en una sobreoferta en el parque vehicular, tanto en la hora de máxima demanda como en los periodos valle de la jornada. Los transportistas, para conservar el dominio de sus concesiones y evitar que otros concesionarios tomen el control de las vialidades, hacen circular sus unidades asignadas en los periodos valle aun cuando no lo requiera la demanda. Lo anterior ocasiona mayores costos de operación, mayores emisiones de contaminantes y mayor congestión de las vialidades.

Las medidas de optimización presuponen un uso racional del parque vehicular. Es decir, sería necesaria una menor flota en operación, aun cuando se conserve la distribución porcentual por tipo de vehículo (Combi, Van, microbús y autobús normal). Con lo anterior se tendría un menor número de vehículos –km y, por tanto, menor consumo de combustibles, menores emisiones contaminantes a la atmósfera y menor congestión y accidentes.

2.8. Proyección de la Demanda y de la Oferta

Se ha considerado que la demanda seguirá creciendo los próximos 10 años conforme a las tendencias en la tasa de motorización, suponiendo crecimientos de 3% para los primeros cinco años, 1% para los cinco años siguientes y a partir del décimo año de operación para fines de proyección, se ha supuesto que se estabiliza la demanda. Así mismo, en la situación sin proyecto y optimizada se ha supuesto que permanece la distribución de la oferta por tipo de vehículo.

Cuadro 2.21 Proyección de la Demanda y de la Oferta

SITUACIÓN (OPTIMIZADA) SIN PROYECTO							
CONCEPTO	1	5	10	15	20	25	30
	2011	2016	2021	2026	2031	2036	2041
Demanda							
TMCA de la Demanda (%)	0.00%	3.00%	1.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pasajeros diarios totales	211,000	237,482	254,539	257,084	245,327	257,084	257,084
PASAJEROS ANUALES (millones)							
Combis/VAN	7.78	8.75	9.38	9.47	9.47	9.47	9.47
Microbuses	11.04	12.43	13.32	13.45	13.45	13.45	13.45
Autobuses	50.07	56.36	60.41	61.01	61.01	61.01	61.01
SUMA	68.89	77.54	83.11	83.94	83.94	83.94	83.94







3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) ha crecido aceleradamente tanto en población como en extensión territorial urbanizada, sobre todo la zona norte. Lo anterior ha implicado que crezca la tasa de motorización, la demanda de servicios de transporte y de nueva infraestructura vial.

Considerando lo anterior y con el propósito de dotar a la población de una alternativa de transporte masivo, que mejore sustancialmente las condiciones actuales de la prestación del servicio de transporte público, el gobierno del Estado de México a través de la Secretaría de Transporte y la Dirección General de Infraestructura para el Transporte de Alta Capacidad, ha puesto en marcha los proyectos que permitan desarrollar nuevos sistemas de transporte tipo *BRT* (*Bus Rapid Transit*) para los municipios del Estado de México ubicados en la ZMVM, específicamente: Coacalco, Tultitlán, Izcalli y Ecatepec.

3.1. Objetivos del Proyecto

Evaluar la vialidad del desarrollo en el corredor de un sistema integrado de transporte de alta capacidad (BRT) que permita reducir significativamente la cantidad de emisiones a la atmósfera, que sea operacionalmente eficiente, de calidad, accesible y financiera y económicamente sustentable.

Específicamente, los principales objetivos del proyecto son:

- Ofrecer un servicio de transporte masivo seguro, competitivo y eficiente, con capacidad para atender 211 (en el año 2012) mil pasajeros/día, que mejore el bienestar social de los habitantes de la ZMVM, para el tramo Lechería – Coacalco – Plaza Las Américas 21.3 km de longitud).
- Ahorrar en el tiempo de transporte a los usuarios, por contar con un transporte público más veloz en las vialidades: Av López Portillo, Av. Revolución y Av. 1º de Mayo.







• Contribuir en la solución del congestionamiento vial, de la contaminación ambiental y del excesivo consumo de energéticos, además de coadyuvar en la planeación ordenada del desarrollo urbano en la zona conurbada del Estado de México.

3.2. Componentes del Proyecto

Especificaciones del Carril Exclusivo. Se considera que el Corredor Metropolitano que transitaría en un carril exclusivo por el centro de las vialidades, con un ancho promedio de 3.5 m, el material de construcción del carril exclusivo se considera que sea de concreto hidráulico. Adicionalmente se deben considerar las inversiones relativas a las adecuaciones geométricas y la construcción de puentes peatonales

Estaciones. En el Corredor Metropolitano Cd. Azteca - Lechería se contempla la construcción de 42 estaciones y 2 terminales con los servicios necesarios para atender a los viajeros. Se considera que las estaciones sean de piso alto, para tener un mayor control de los usuarios, las características físicas de las vialidades y la optimización de espacios en las unidades de transporte. Se consideró 2 tipos de estaciones, dependiendo de la demanda y de las restricciones físicas del tramo. Las estaciones propuestas son congruentes con la densidad poblacional y la generación de viajes actuales, considerando un servicio tipo BRT.

Equipo de Transporte. Por los altos volúmenes de demanda del Corredor Metropolitano se recomienda la operación de autobuses articulados con una capacidad de hasta 160 pasajeros por unidad, del tipo BRT (Bus rapad Transit), utilizando puertas izquierdas y piso 1.0 m. de alto.

Instalaciones de Mantenimiento. El proyecto dispondrá de instalaciones de mantenimiento y patios de depósito. Se construirán talleres en las cercanías de las terminales y las instalaciones del patio de depósito para maximizar la operación eficiente, el mantenimiento y el movimiento del equipo de transporte de pasajeros, proveer todo el equipamiento, herramientas, y accesorios necesarios para mantener el equipo rodante e instalaciones según sea requerido.



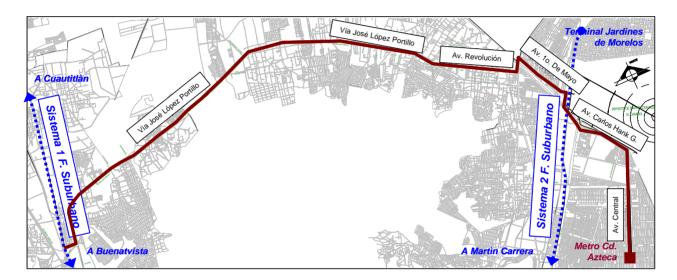




3.3. Localización del Proyecto

El Corredor Metropolitano Ciudad Azteca-Coacalco-Lechería de transporte público, se localizará en la parte norte de la ZMVM, cruzando en su recorrido varios municipios del Estado de México, al poniente el municipio de Tultitlán, al centro el de Coacalco y al oriente el de Ecatepec. El corredor es una de las vialidades primarias dentro de estos municipios.

Figura 3.1 Recorrido del Corredor Metropolitano Lechería – Coacalco – Plaza Las Américas



El corredor comunicará el extremo poniente con el oriente de la zona norte de la ZMVM. Sobre el trayecto del corredor cruzan importantes vialidades urbanas, carreteras federales y autopistas.

A lo largo del corredor se encuentran zonas comerciales, plazas comerciales y de servicios, zonas de uso mixto, viviendas de densidad media y alta, así como pequeños comercios que se ubican hacia fuera del corredor vial. A lo largo del corredor el uso del suelo es altamente comercial y de servicios.

La longitud del Corredor Metropolitano sería de 21.3 kilómetros, circulando a través de un corredor exclusivo, con 2 terminales en los extremos y 42 estaciones intermedias.







3.4. Tamaño del Proyecto y Proceso de Operación

Demanda. El estudio de demanda realizado por FOA Consultores concluye que el Corredor Metropolitano de Lechería — Coacalco — Plaza Las Américas puede potencialmente transportar 211,000 pasajeros por día, con aproximadamente una expectativa anual de 68.3 millones de pasajeros en el año base 2011.

Equipo de Transporte. Por los altos volúmenes de demanda del Corredor Metropolitano se recomienda la operación de autobuses articulados con una capacidad de hasta 160 pasajeros por unidad, del tipo BRT (Bus Rapid Transit), utilizando puertas izquierdas y piso alto.

La flota de autobuses articulados (85 vehículos incluyendo reserva) permitirá atender a la demanda actual de pasajeros en HMD y esta tendrá que ir aumentando de acuerdo con la demanda esperada. Para la determinación del equipo y su capacidad de atender la demanda, se tomó como base la cifra de partida de 6,324 pasajeros en SMD.

Horario de Servicio. Se supone que los autobuses articulados del servicio Corredor Metropolitano circularán entre las 05:00 y 24:00 horas, en horarios compatibles con la operación del Sistema del tren Suburbano y el STC Metro.

Conectividad con el Sistema de Transporte. La conectividad del proyecto es muy importante para el éxito del mismo. Dicha conectividad está prevista en cuatro ámbitos:

Con
 Sistema c
 Tren
 Suburbano

el Uno de los objetivos del Corredor Metropolitano Lechería – del Coacalco – Plaza Las Américas sirviera como alimentadoras para el Sistema del Tren Suburbano, por lo que se integraría totalmente con el Sistema 1, teniendo su terminal poniente en la estación Lechería.







- Con
 Transporte
 Público
 Superficie
- el Se contempla la reestructuración de rutas mediante la Inclusión de ramales a líneas existentes, por la de alimentación/desalojo en autobuses, combis o minibuses de los principales centros generadores de viajes en las estaciones, ya que se restringiría la convivencia con el sistema BRT.
- 3. Con vialidades
- las Se identificaron siete zonas que se caracterizan por concentrar gran número de rutas y generar intercambios modales de los usuarios. Los sitios identificados son los siguientes:
 - 1. Plaza Las Américas (Av. Central Av. Primero de Mayo)
 - 2. Crucero 30 30 (Vía Morelos Av. Revolución)
 - 3. Zona Centro de San Cristóbal (Av. Morelos Benito Juárez)
 - 4. Plaza Coacalco (Vía José López Portillo Av. De los Trabajadores)
 - 5. Vía José López Portillo Av. Carlos Pichardo Cruz
 - Plaza Las Flores (Vía José López Portillo Blvd. Coacalco)
 - 7. Vía José López Portillo Carretera Coacalco Tultepec Lechería (Vía José López Portillo Central)

3.5. Fuentes de Ingresos

Cobro de Tarifas y Boletaje. La tecnología y las características que debe poseer el sistema para la venta de boletaje y el cobro de tarifas, debe permitir un cobro eficiente y oportuno de las tarifas así como un control adecuado del acceso a los BRTs, pero al mismo tiempo debe ser conveniente y sencillo para los usuarios a través de la introducción de "tarjetas inteligentes" que no requieran "contacto físico". Deberá tenderse hacia un sistema inteligente, que permita su plena y compatible utilización en otros sistemas en desarrollo en la ZMVM.

El sistema incluirá: máquinas expendedoras de tarjetas, torniquetes, validadores de tarjetas y equipo de comunicación necesario para asegurar un servicio de cobranza y boletaje confiable que permita el registro contable y el reporte oportuno de los ingresos. Se establecerán controles para evitar la evasión en el pago de tarifas.







3.6. Aspectos Administrativos, Técnicos, Legales y Ambientales

Los aspectos administrativos, técnicos y legales han sido desarrollados en el Plan de Negocios. Dicho estudio se ha producido en paralelo al presente trabajo e incluye todos los aspectos legales, administrativos, técnicos y ambientales detallados por lo que aquí solamente se mencionará que en el mismo se prevén las modificaciones a la legislación aplicable, así como a la delimitación de las funciones de los diferentes organismos encargados de la infraestructura del transporte, así como de la concesión de su explotación, operación y mantenimiento y la participación de los sectores público y privado en su financiamiento.

3.7. Costos del Proyecto

La inversión total asciende a \$1,522 Millones de Pesos, a precios de mercado de Mayo de 2011.

Cuadro 3.1 Costos de Inversión Inicial del Proyecto (\$) a precios de mercado

Cifras en pesos de Mayo de 2011

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Monto
I. Terrenos	m 2	30,000	2.50	\$75,000
II. Carriles Confinado	Km	21.3	20,500.00	\$436,650
III. Obras Víales	Km	21.3	5,821.60	\$124,000
IV. Terminales	Terminales	2	44,750.08	\$89,500
V. Estaciones	Estaciones	42	6,146.41	\$258,149
VI. Talleres y Encierros	Unidad	1	84,114.29	\$84,114
VII. Centro de Control	Unidad	1	5,423.83	\$5,400
VIII. Equipo de Cobro y Boletaje	Unidad	60	1,520.10	\$91,206
IX. Equipos BRT	Autobuses BRT (1)	85	4,212.50	\$358,063
			SUMA	\$1,522,082

Fuente: Estimación FOA Consultores

3.7.1. Calendario de Inversiones y Programa de Producción

Las inversiones iniciales, señaladas en el Cuadro 3.1, se considera que pueden realizarse en un año, una vez concluidos los estudios ejecutivos y las bases de licitación del corredor metropolitano.







3.7.2. Estimación y Análisis de Costos de Operación y Mantenimiento

La base cálculo para comparar entre la Situación Sin y Con Proyecto, es la estimación de los Vehículos-Kilómetro (Veh-Km) para cada uno de los casos, para esto se debe tomar en cuenta la composición actual de los modos de transporte (Combis, Microbuses y Camiones), y sus características operativas como son: ocupación promedio y velocidades.

Un aspecto importante para el cálculo de los Veh-Km, son los relacionados con la duración del periodo de Horas de Demanda Máxima (HDM), el horario de operación del sistema y las horas valle con las que operaría el Sistema de Corredores.

Para hacer posible la comparación entre la situación sin y con proyecto se debe efectuar un proceso de optimización de la situación sin proyecto, que se explica en la siguiente sección.

SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO

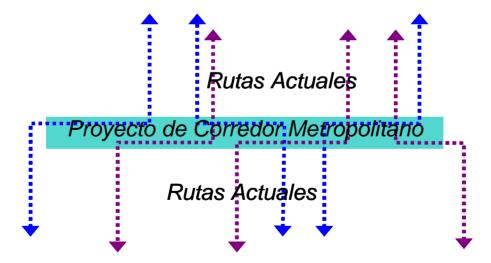


Figura 3.2 Situación Actual Sin Proyecto del Corredor Metropolitano

Para la optimización de la situación actual sin proyecto se procedió a calcular una flota equivalente optimizada, en número de unidades, que fuese capaz de atender la demanda actual de los segmentos o tramos del corredor atendidos ahora por las rutas actuales con un menor número de unidades.







En el Cuadro 3.2 se muestra los resultados de la flota equivalente utilizada en la situación sin proyecto

Cuadro 3.2 Parámetros utilizados en la Situación Sin Proyecto

Concepto	Combi	Microbús	Autobús
Composición Vehicular (%)	37.50%	14.20%	48.30%
Pasajeros en HDM (Pax)	2,378	900	3,062
Velocidad HDM (Km/h)	23.6	21.4	20.4
Velocidad Horas Valle (Km/h)	23.6	21.4	20.4
Ocupación promedio HDM	10.8	40.5	54
Ocupación Promedio Hora Valle	8.64000	32.40000	43.20000
Equipo Requerido en HDM (Flota equivalente)	122	51	182
Equipo Requerido en Hora Valle (Flota equivalente)	100	42	148
Costo de Operación Vehicular HDM (\$/Veh-Km)	5.47	8.97	16.32
Costo de Operación Vehicular Hora Valle (\$/Veh-Km)	5.47	8.97	16.32
Vehículos-Kilómetro anuales (millones)	14.9	5.7	19.0

Los costos de operación vehicular provienen del modelo VOC (Vehicle Operating Cost) actualizado para mayo de 2011, con vehículos operando sobre terreno plano a las velocidades consignadas en el Cuadro anterior.

Con base en la información anterior se obtuvieron la proyección de costos de operación vehicular, valor del tiempo de los usuarios¹, emisiones de contaminantes y accidentes para la situación sin proyecto, que se presenta en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Estimación de los Costos Económicos de la Situación Sin Proyecto (Millones \$)

Concepto	2012	2017	2021	2022	2041
Costos de Operación vehicular	442.43	514.07	533.42	540.23	540.23
Costos del tiempo de los usuarios	554.41	642.71	668.81	675.50	675.50
Costo de Emisión de Contaminantes	50.89	59.12	61.39	62.15	62.15
Costos de Accidentes	2.37	2.75	2.85	2.89	2.89
SUMA	1050.10	1218.65	1266.47	1280.78	1280.78

¹ El valor del tiempo de los usuarios se tomó en \$21/hr de tiempo ahorrado conforme a las definiciones de la SHCP.



37





3.8. Fuentes de los Recursos para la Inversión

Para tratar de garantizar el éxito del proyecto, se plantea involucrar a distintos actores en la realización de las inversiones.

Para la adquisición de las unidades de transporte la inversión la realizarían los concesionarios de la operación de los BRT, lo cuales se pretende que sean los mismos que actualmente operan las rutas de transporte público, con lo que además disminuiría la posibilidad de conflictos sociales. Las inversiones en terminales las realizaría un inversionista privado que sería el mismo que se haría cargo de los sistemas de cobro y boletaje. Las obras de infraestructura requerida la realizarían las autoridades del Estado de México.

3.9. Supuestos Utilizados

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







4. SITUACIÓN CON PROYECTO

Situación Futura Con Proyecto

La Situación Con Proyecto corresponde a la sustitución del servicio por tramos ofrecido actualmente por las unidades de transporte público, combis, microbuses y autobuses, por autobuses articulados en servicio BRT, cuya operación comenzaría después de un año del otorgamiento de la concesión del servicio.

Se deberá reestructurar la operación de las rutas actuales existentes, puesto que no existiría convivencia de otros servicios de transporte público sobre el Corredor Metropolitano. Se pretende que los actuales concesionarios de transporte público operen el sistema BRT y que sus rutas actuales modifiquen su operación de acuerdo al esquema 4.1.

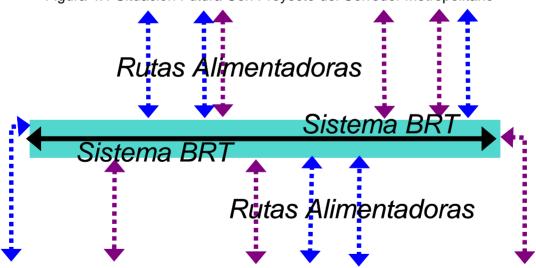


Figura 4.1 Situación Futura Con Proyecto del Corredor Metropolitano

En el Cuadro 4.1 se muestra los resultados de la flota equivalente utilizada en la situación sin proyecto





Cuadro 4.1 Parámetros utilizados en la Situación Con Proyecto

Concepto	Autobús Articulado
Composición Vehicular (%)	100.00%
Pasajeros en HDM (Pax)	6,340
Velocidad HDM (Km/h)	25.00
Velocidad Horas Valle (Km/h)	25.5
Ocupación promedio HDM	142
Ocupación Promedio Hora Valle	142
Equipo Requerido en HDM (Flota equivalente)	77
Equipo Requerido en Hora Valle (Flota	50
Costo de Operación Vehicular HDM (\$/Veh-Km)	16.85
Costo de Operación Vehicular Hora Valle (\$/Veh- Km)	16.74
Vehículos-Kilómetro anuales (millones)	8.2

Los costos de operación vehicular provienen del modelo VOC (Vehicle Operating Cost) actualizado para mayo de 2011, con vehículos operando sobre terreno plano a las velocidades consignadas en el Cuadro anterior.

Con base en la información anterior se obtuvieron la proyección de costos de operación vehicular, valor del tiempo de los usuarios, emisiones de contaminantes y accidentes para la situación con proyecto, que se presenta en el Cuadro 4.2

Cuadro 4.2 Estimación de los Costos Económicos de la Situación Con Proyecto (Millones \$)

Concepto	2012	2017	2021	2022	2041
Costos de Operación vehicular	137.27	159.06	165.62	167.30	167.30
Costos del tiempo de los usuarios	454.83	527.28	548.69	554.17	554.17
Costo de Emisión de Contaminantes	15.79	18.30	19.06	19.25	19.25
Costos de Accidentes	0.49	0.57	0.59	0.60	0.60
Costos por Molestias	22.65	1.41	1.56	1.57	1.62
SUMA	631.04	706.61	735.52	742.89	742.94







5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.1. Identificación, Cuantificación y Valoración de Costos y Beneficios

5.1.1. Aspectos Metodológicos

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

- 1. Costos de operación vehicular, provenientes del modelo VOC.
- 2. Costos en tiempo de transporte de los usuarios, se estimo un valor del tiempo de \$21 por hora².
- 3. Consumo promedio de combustible por tipo de vehículo.
- 4. Emisiones de contaminantes por tipo de vehículo
- 5. Índice de accidentes mortales por vehículo-kilómetro en vialidades urbanas, con un valor de \$10.12 mill. por vida (Ver Anexo 1).

Para obtener la estimación de los ahorros socioeconómicos asociados del proyecto del Corredores Metropolitano Lechería – Coacalco – Plaza Las Américas, 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:

- 1. Inversión inicial del proyecto: estaciones, terminales, carriles, talleres y equipo de transporte.
- 2. Costos de mantenimiento de la infraestructura
- 3. Inversiones adicionales en equipo de transporte

² El valor del tiempo de los usuarios se tomó en \$21/hr de acuerdo con la SHCP





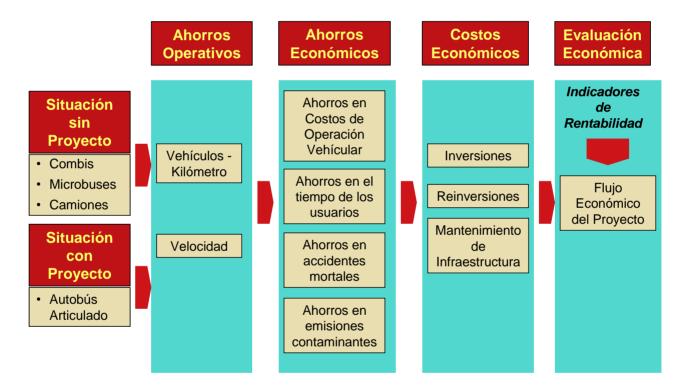


Con lo anterior se obtiene el vector de costos asociados al proyecto y finalmente para obtener el flujo socioeconómico del proyecto, este resulta de restar al vector de los ahorros el vector de los costos.

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 el Esquema 5.1 que se presenta a continuación.

Esquema 5.1 Síntesis de la Metodología de Evaluación

Esquema Metodológico de la Evaluación Socioeconómica



5.1.2. Identificación y Valoración de Beneficios

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







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

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

5.1.3. Ahorros en costos de operación vehicular

Bajo la situación actual, **sin proyecto**, la demanda de transporte de personas que captaría el proyecto del Corredor Metropolitano Cd. Azteca - Lechería es satisfecha mediante un sistema de transporte público mediante combis, microbuses y autobuses. 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 se requiere de menos unidades por la mayor capacidad de los vehículos utilizados y a las mayores velocidades de operación, principalmente a HDM.

En el Cuadro 5.1 se muestran los ahorros en los costos de operación vehicular resultantes del análisis.







Cuadro 5.1 Ahorros en los Costos de Operación Vehicular (Millones \$)

		-		
Periodo	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros Año	Ahorros Día
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día
1	456.5	141.3	315.16	863.4
2	468.7	145.7	322.99	884.9
3	483.9	150.0	333.93	914.9
4	498.1	154.6	343.48	941.0
5	514.1	159.1	355.01	972.6
6	519.1	160.7	358.41	981.9
7	523.3	162.3	361.03	989.1
8	528.4	164.0	364.41	998.4
9	533.4	165.6	367.79	1,007.7
10	540.2	167.3	372.94	1,021.7
11	540.2	167.3	372.94	1,021.7
12	540.2	167.3	372.94	1,021.7
13	540.2	167.3	372.94	1,021.7
14	540.2	167.3	372.94	1,021.7
15	540.2	167.3	372.94	1,021.7
16	540.2	167.3	372.94	1,021.7
17	540.2	167.3	372.94	1,021.7
18	540.2	167.3	372.94	1,021.7
19	540.2	167.3	372.94	1,021.7
20	540.2	167.3	372.94	1,021.7
21	540.2	167.3	372.94	1,021.7
22	540.2	167.3	372.94	1,021.7
23	540.2	167.3	372.94	1,021.7
24	540.2	167.3	372.94	1,021.7
25	540.2	167.3	372.94	1,021.7
26	540.2	167.3	372.94	1,021.7
27	540.2	167.3	372.94	1,021.7
28	540.2	167.3	372.94	1,021.7
29	540.2	167.3	372.94	1,021.7







5.1.4. Ahorros en tiempo de los usuarios del transporte

En la situación sin proyecto, durante su operación la flota equivalente transporta a los usuarios a una velocidad promedio inferior (22 km/h) a la que lo haría el servicio BRT (25 km/h en HDM), 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 BRT

Por otra parte, para valorar el tiempo utilizado fue de \$21.00 por hora de los usuarios. En el Cuadro 5.2 se muestran los ahorros en el tiempo de los usuarios resultante.

Cuadro 5.2 Beneficios por ahorros en tiempo de los usuarios (Millones \$)

	Sin Proyecto	Con Proyecto	Horas Año (millones)	Horas Día	Año	Día
Periodo	Horas Año (millones)	Horas Año (millones)	Millones Hrs.	Miles Hors.	mdp Año	Miles de \$
1	27.2	22.3	4.88	13.4	102.6	289.4
2	28.0	23.0	5.03	13.8	105.6	289.4
3	28.8	23.7	5.18	14.2	108.8	298.1
4	29.7	24.4	5.34	14.6	112.1	307.1
5	30.6	25.1	5.50	15.1	115.4	316.3
6	30.9	25.4	5.55	15.2	116.6	319.4
7	31.2	25.6	5.61	15.4	117.8	322.6
8	31.5	25.9	5.66	15.5	118.9	325.8
9	31.8	26.1	5.72	15.7	120.1	329.1
10	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
11	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
12	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
13	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
14	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
15	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
16	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
17	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
18	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
19	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
20	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
21	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
22	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
23	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
24	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
25	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
26	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
27	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
28	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4
29	32.2	26.4	5.78	15.8	121.3	332.4







5.1.5. Ahorros por reducción en la emisión de contaminantes

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 calculo el consumo promedio de combustible en la situación con y sin proyecto. Al resultado anterior se les aplicó los parámetros de factores de emisión por tipo de contaminante, y posteriormente se le aplicó el costo económico asociado (Ver Anexo 1). En el cuadro 5.3 se muestra el resultado de los ahorros económicos en contaminantes.

Cuadro 5.3 Beneficios por reducción en Emisiones de Contaminantes (Millones \$)

BENEFICIO	S POR REDUCCIÓN DE	CONTAMINANTES (C	CO2, HC, CO, NOx, S	Ox, PST)				
Periodo	Sin Proyecto Con Proyecto Ahorros Año							
renouo	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día				
1	52.5	16.3	36.26	99.3				
2	53.9	16.8	37.16	101.8				
3	55.7	17.3	38.41	105.2				
4	57.3	17.8	39.52	108.3				
5	59.1	18.3	40.82	111.8				
6	59.7	18.5	41.24	113.0				
7	60.2	18.7	41.51	113.7				
8	60.8	18.9	41.92	114.9				
9	61.4	19.1	42.33	116.0				
10	62.2	19.2	42.90	117.5				
11	62.2	19.2	42.90	117.5				
12	62.2	19.2	42.90	117.5				
13	62.2	19.2	42.90	117.5				
14	62.2	19.2	42.90	117.5				
15	62.2	19.2	42.90	117.5				
16	62.2	19.2	42.90	117.5				
17	62.2	19.2	42.90	117.5				
18	62.2	19.2	42.90	117.5				
19	62.2	19.2	42.90	117.5				
20	62.2	19.2	42.90	117.5				
21	62.2	19.2	42.90	117.5				
22	62.2	19.2	42.90	117.5				
23	62.2	19.2	42.90	117.5				
24	62.2	19.2	42.90	117.5				
25	62.2	19.2	42.90	117.5				
26	62.2	19.2	42.90	117.5				
27	62.2	19.2	42.90	117.5				
28	62.2	19.2	42.90	117.5				
29	62.2	19.2	42.90	117.5				







5.1.6. Ahorros por reducción de accidentes mortales

En la situación actual, sin proyecto, los recorridos de los autobuses ocasionan accidentes de tráfico mortales medidos mediante un índice de accidentes mortales por cada millón de vehículos-kilómetro. Se utilizó el índice de 0.00510, al disminuir los vehículos-kilómetro el número de accidentes se abate. Por otra parte, según estándares internacionales, se valoró en \$10.12 millones (US\$ 0.92 millones de dólares) la pérdida de una vida humana (Ver Anexo 1).

Cuadro 5.4 Beneficios por reducción de accidentes mortales (Millones \$)

De de la	Sin Proyecto	Con Proyecto	Ahorros Año	Ahorros Día
Periodo	mdp Año	mdp Año	mdp Año	\$ miles Día
1	2.4	0.5	1.94	5.3
2	2.5	0.5	1.99	5.4
3	2.6	0.5	2.05	5.6
4	2.7	0.6	2.11	5.8
5	2.8	0.6	2.18	6.0
6	2.8	0.6	2.20	6.0
7	2.8	0.6	2.22	6.1
8	2.8	0.6	2.24	6.1
9	2.9	0.6	2.26	6.2
10	2.9	0.6	2.29	6.3
11	2.9	0.6	2.29	6.3
12	2.9	0.6	2.29	6.3
13	2.9	0.6	2.29	6.3
14	2.9	0.6	2.29	6.3
15	2.9	0.6	2.29	6.3
16	2.9	0.6	2.29	6.3
17	2.9	0.6	2.29	6.3
18	2.9	0.6	2.29	6.3
19	2.9	0.6	2.29	6.3
20	2.9	0.6	2.29	6.3
21	2.9	0.6	2.29	6.3
22	2.9	0.6	2.29	6.3
23	2.9	0.6	2.29	6.3
24	2.9	0.6	2.29	6.3
25	2.9	0.6	2.29	6.3
26	2.9	0.6	2.29	6.3
27	2.9	0.6	2.29	6.3
28	2.9	0.6	2.29	6.3
29	2.9	0.6	2.29	6.3







5.1.7. Identificación y Valoración de Costos

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

Se identificaron los siguientes conceptos o rubros de costos:

- Costos de inversión
- Costos de operación y mantenimiento

5.1.8. Costos de inversión

Los conceptos más significativos de inversión corresponden a carril confinado con 28.7%, las Estaciones y terminales con el 23.9% y los equipos de transporte (autobuses articulados) con el 23.5%, de la inversión inicial total de \$1,522 millones de pesos (a precios de mercado) para la construcción, equipamiento y puesta en marcha de el corredor metropolitano Lechería – Coacalco – Plaza Las Américas.

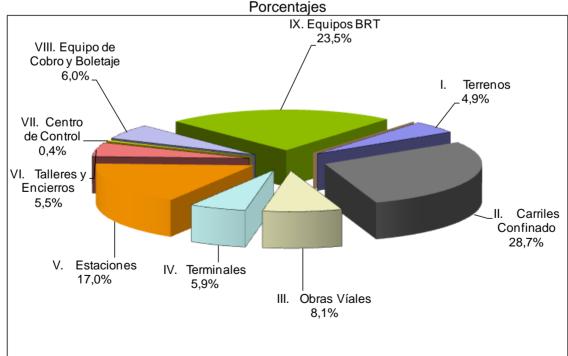


Figura 5.1 Desglose de la inversión por principales rubros







5.1.9. Costos de operación y mantenimiento

En la situación futura se tendrían los costos de operación y mantenimiento del proyecto (ya antes mencionados). Se ha estimado que el proyecto iniciaría operaciones el año 2012.

Cuadro 5.5 Costos de operación mantenimiento del Sistema BRT (Millones \$)

CONCEPTO	2012	2017	2021	2022
Adm. y Operación	9.70	9.70	9.70	9.70
Mantenimiento de terminales, estaciones y otros	40.44	40.44	40.44	40.44
Mantenimiento de carriles	18.69	18.69	18.69	18.69
Otros Gastos Operación	3.44	3.44	3.44	3.44
Suma	72.27	72.27	72.27	72.27

5.2. Externalidades del Proyecto

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

Se estimaron, entre otras, las reducciones anuales que se tendrían en las siguientes emisiones contaminantes:

- Bióxido de Carbono CO2 (Ton/año)
- Hidrocarburos:HC (Ton/año)
- Monóxido de Carbono:CO (Ton/año)
- Óxidos de Nitrógeno:NOx (Ton/año)
- Óxidos de Azufre (sulfuros) SOx (Ton/año)
- Partículas Sólidas Totales: PST (ton/año)

Las reducciones fueron estimadas con base en la reducción de los vehículos-Km calculados para satisfacer la demanda que tomaría el BRT y los factores de emisiones para unidades a gasolina y a diesel a la velocidad promedio de los vehículos de transporte público, calculadas a partir del Modelo Mobile 5 de la EPA, disponibles para la ZMVM en la







Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI).

Cuadro 5.6 Estimación de Reducción de Emisiones Contaminantes (Ton por año)

Concepto	2012	2017	2021	2022
CO2	12,285.89	14,355.60	14,535.34	14,535.34
HC	76.07	88.82	90.02	90.02
СО	563.97	657.90	667.68	667.68
NOx	124.40	145.34	147.11	147.11
SOx	7.10	8.29	8.41	8.41
PST	40.32	47.05	47.71	47.71

El proyecto es compatible con los ordenamientos de reducción de emisiones recomendados por los Programas de Manejo de la Calidad del Aire en la ZMVM, elaborado por la Comisión Ambiental Metropolitana y SEMARNAT.

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

Para efectos de la valoración del impacto socioeconómico de las principales emisiones contaminantes se utilizaron valores en el orden de magnitud de otras metrópolis de los EUA (Ver Anexo 1). Asimismo, los flujos fueron afectados de los factores de precios de cuenta (Ver Anexo 2)



5.3. Flujos Anuales del Proyecto

Cuadro 5.7 Flujo Económico del Proyecto (Millones \$ a precios de cuenta)

COSTO	S - BENEFICIOS (I	mdn)										
20310	S - BENEFICIOS (I											
		COSTO	S			BENEFICIOS						
Periodo	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	BENEFICIOS POR REDUCCIÓN DE CONTAMINANTES (CO2, HC, CO, NOx,	BENEFICIOS POR REDUCCION DE ACCIDENTES MORTALES	TOTAL BENEFICIOS	BENEFICIO NETO	VPN	TIR (%)
	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp Año	mdp	% Real Anual
0	-1.522.1	-13.3	0.0	-1,535.4	0.00	0.00	0.00	0.00		-1,535.4		n/c
1	0.0	-1.3	-72.3	-73.6	315.16	102.56	36.26	1.94	455.9	382.3	-1,194.0	n/c
2	0.0	-1.4	-72.3	-73.6	322.99	105.64	37.16	1.99	467.8	394.1	-879.8	-35.38%
3	0.0	-1.4	-72.3	-73.7	333.93	103.04	38.41	2.05	483.2	409.5	-588.3	-11.76%
4	0.0	-1.5	-72.3	-73.7	343.48	112.07	39.52	2.11	497.2	423.5	-319.2	1.88%
5	0.0	-1.5	-72.3	-73.8	355.01	115.44	40.82	2.18	513.4	439.7	-69.7	10.20%
6	0.0	-1.5	-72.3	-73.8	358.41	116.59	41.24	2.20	518.4	444.6	155.6	15.41%
7	0.0	-1.6	-72.3	-73.8	361.03	117.76	41.51	2.22	522.5	448.7	358.5	18.82%
8	-393.9	-1.6	-72.3	-467.7	364.41	118.93	41.92	2.24	527.5	59.8	382.7	19.15%
9	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	367.79	120.12	42.33	2.26	532.5	458.7	548.1	21.07%
10	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	698.0	22.43%
11	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	831.8	23.39%
12	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	951.3	24.10%
13	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,058.0	24.62%
14	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,153.3	25.00%
15	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,238.3	25.30%
16	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,314.3	25.52%
17	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,382.1	25.69%
18	-35.8	-1.6	-72.3	-109.7	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	429.8	1,438.0	25.82%
19	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,492.0	25.92%
20	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,540.3	26.00%
21	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,583.4	26.06%
22	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,621.9	26.11%
23	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,656.2	26.15%
24	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,686.9	26.18%
25	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,714.3	26.20%
26	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,738.7	26.22%
27	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,760.6	26.23%
28	-35.8	-1.6	-72.3	-109.7	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	429.8	1,778.5	26.24%
29	0.0	-1.6	-72.3	-73.9	372.94	121.32	42.90	2.29	539.5	465.6	1,796.0	26.25%

5.4. Cálculo de la Rentabilidad

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

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

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





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

Donde VPNS: Valor Presente Neto Social del Proyecto

FNE j : Flujos Netos de Efectivo esperados

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

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

A su vez:

FNE j: B j - Cj

en donde:

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

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

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

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

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

$$BCS = \sum_{j} \frac{B_j}{(1+R_j)} / \sum_{j} \frac{C_j}{(1+R_j)}$$

Para determinar la conveniencia, en términos socioeconómicos, de la realización del proyecto, se procedió al cálculo de los indicadores de









rentabilidad socioeconómica, mediante la identificación y cuantificación de los beneficios y costos sociales del proyecto para un horizonte económico de 30 años y con un costo económico de oportunidad de los recursos de 12% anual (tasa anual de descuento).

De acuerdo con las proyecciones de Beneficios y Costos económicos señalados en el presente documento se obtuvo el flujo económico del proyecto al cual se le aplicaron los indicadores de rentabilidad señalados. A continuación se presenta el flujo resultante del Corredor Metropolitano Cd. Azteca – Lechería.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los indicadores de rentabilidad del proyecto del el corredor metropolitano.

Cuadro 5.8 Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto (Cifras en Millones de Pesos de Mayo de 2011 a precios de cuenta)

Indicadores de Rentabilidad	Monto
indicadores de Rentabilidad	(Millones \$)
Valor Presente de los Costos (VPC)	\$2,046.80
V.P. Inversión (1)	\$1,506.53
V.P. Operación y Mantenimiento	\$517.62
V.P. Costos por Molestias	\$22.65
Valor Presente de los Beneficios (VPB)	\$3,650.33
V.P. Reducción de Costos de Operación Vehicular	\$2,522.77
V.P. Valor del tiempo usuarios	\$821.83
V.P. Valor de reducción accidentes mortales	\$15.51
V.P. Valor por reducción emisiones contaminantes	\$290.22
Valor Presente Neto Social (VPB)	\$1,795.95
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	26.25%
Relación Beneficio/Costo	1.78
TRI (2º año)	22.23%







Los resultados indican que la sociedad en su conjunto obtendría un beneficio neto de aproximadamente \$1,795 millones de pesos (a precios de cuenta) por la realización del proyecto, descontado a una tasa anual del 12% real.

5.5. Análisis de Sensibilidad

Se analiza los cambios en los indicadores de rentabilidad socioeconómica del proyecto ante ajustes en parámetros específicos.

5.5.1. Sensibilidad a la Tasa de Descuento Social

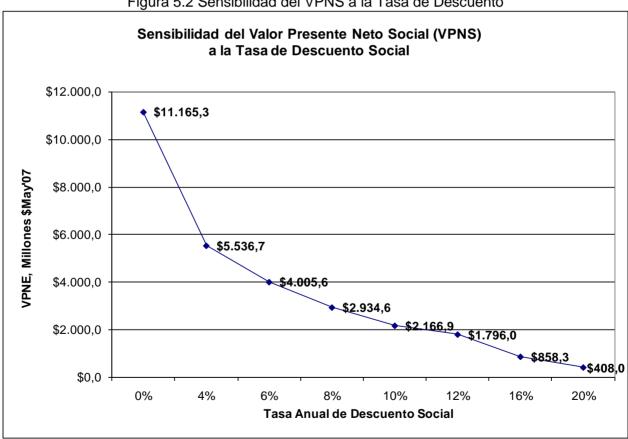


Figura 5.2 Sensibilidad del VPNS a la Tasa de Descuento



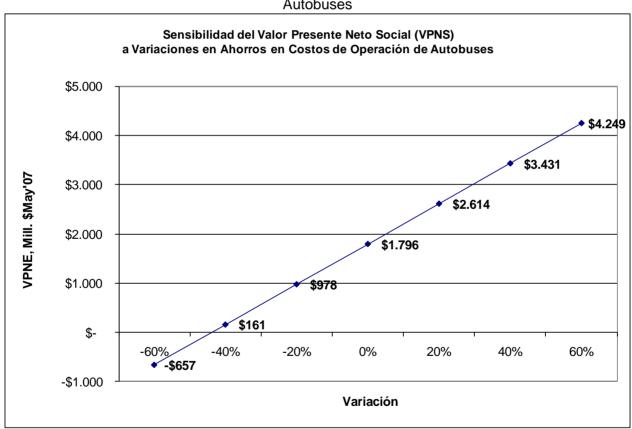




Como en todos los proyectos, la Tasa de Descuento Social utilizada incide directamente en la viabilidad del mismo, aunque la solidez del proyecto le permite seguir siendo viable incluso con una tasa de descuento del 20% anual.

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

Figura 5.3 Sensibilidad del VPNS a Variaciones en los Ahorros en Costos de Operación de Autobuses









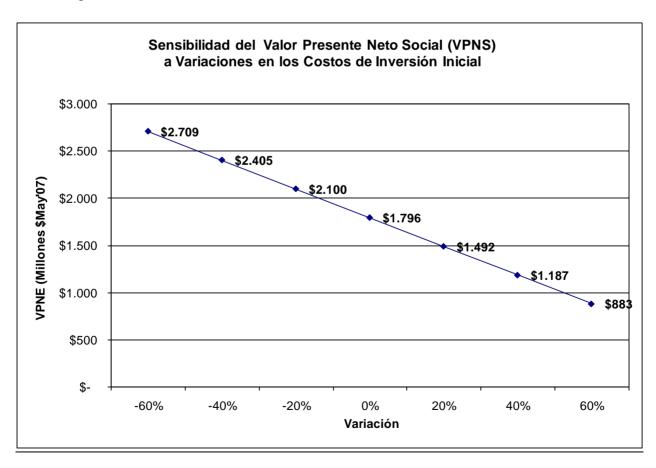
5.5.2. Sensibilidad a los beneficios esperados (Demanda)

El proyecto continuaría siendo viable económicamente si la demanda de pasajeros se abatiera hasta un 40%, lo anterior significaría el abatimiento de los beneficios esperados en todos sus conceptos de ahorro.

5.5.3. Sensibilidad a los costos de inversión

El monto de inversión a realizar podría aumentar a más del doble y aún 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 5.4 Sensibilidad del VPNS a Variaciones en los Costos de Inversión Inicial









5.6. Riesgos del proyecto

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

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

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

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

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







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

Participación de los transportistas.- No obstante que antes de proceder a la implementación del sistema BRT se requiere de acuerdos previos con los transportistas para modificar los servicios en el corredor, siempre subyace la posibilidad de que la participación de los mismos se vea obstaculizada políticamente por algún(os) grupo(s) de ellos. Por otra parte, también existirá la posibilidad de que los transportistas incorporados como inversionistas incumpliesen sus compromisos financieros.







6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se identifican las siguientes conclusiones.

- El proyecto es viable desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto ya que supera la tasa del 12% anual señalada por las autoridades hacendarias federales. Al igual que la relación Beneficio-Costo supera la unidad.
- Ambientalmente el proyecto propiciará ahorros significativos en las emisiones contaminantes sobre el corredor, tanto en las locales, como en las de efecto invernadero. La valoración de estas emisiones indicó que serían comparables a los ahorros en tiempo de tránsito de los usuarios
- 3. De acuerdo con el índice de la TRI (Tasa de Rendimiento Inmediato) el proyecto supera la tasa del 12% anual y podría haberse implementado con anterioridad al año 2.
- 4. Los ahorros o beneficios fueron calculados sobre la base de una situación optimizada de manera que los resultados serían mejores de comparase con la situación actual no optimizada.
- Las pruebas de sensibilidad sobre variaciones a los parámetros clave de la evaluación señalan que no obstante éstas el proyecto seguiría siendo rentable.

Con base en lo anterior la recomendación sería proceder con la siguiente etapa del proyecto mediante su valoración de costos a nivel proyecto ejecutivo. Por otra parte, las pruebas de sensibilidad previas señalan que muy probablemente el proyecto seguirá siendo rentable.







Anexo 1: Factores de Emisión y Costos Unitarios de Externalidades

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

En el siguiente cuadro se presenta la valorización estimada de costos de las emisiones de algunos contaminantes y su equivalente en términos monetarios por reducción de los mismos.

Cuadro Anexo1.1 Factores de Emisión y Costos Unitarios de Externalidades

	Valor		Unidad	FUENTE(S):
Magna Sin	0.000693		Kg SO2/lt	Resultados del Estudio 5: Definición de Políticas de Modernización, inspección, sustitución, eliminación definitiva, adaptación de vehículos de transporte y
Diesel Sin	0.000669 0.00193		Kg SO2/lt	
PST (polvos pavimentos)			Kg/Veh-Km	
				combustibles alternos Estrategia de Transporte y Calidad del
				Aire para la Zona Metropolitana de la
				Ciudad de México.
				Corpoación Radián, S.A. de C.V. para COMETRAVI., 1997
Valor por Reducción de Contaminante				
CO2	\$	125.00	\$/Ton	Donald R. McDubbin y Mark A. Delucchi The Social Cost Of Health Effects Of
HC	\$	5,720.00	\$/Ton	Motor-Vehicle Air Pollution
СО	\$	330.00	\$/Ton	Reporte # 11 in the series : The Annualized Social Cost of Motor-
NOx	\$	71,940.00	\$/Ton	Vehicle Use in the United States, based on 1990-1991 Data
SOx	\$ 3	368,830.00	\$/Ton	UCD-ITS-RR-96-3(11)
PST (polvos pavimentos)	\$ 4	134,280.00	\$/Ton	Institute of Transportation Studies, University of California, Davis; 1996
			Accid. /Mill. Veh-Km	Reyes Juárez del Angel, Tesis Doctoral en Investigación de
Indice de accidentes		0.0051		Operaciones
Valor estimado por accidente mortal	\$	10.12	Mill. \$/Evento	Monetarización de Externalidades en Sistemas
				DEPFI, UNAM, 2004





