

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL PROYECTO “LÍNEA 6 MILPA ALTA – TLÁHUAC DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MEXICO”.



Fuente: Doppelmayr 2025. Línea 1 del Cablebús, consultado el 7 de mayo de 2025 en la página electrónica
<https://www.doppelmayr.com/es/descubrir-y-conocer/telecabina-cablebus-ciudad-de-mexico/>

Julio de 2025

Contenido

I.	Resumen ejecutivo.....	6
II.	Situación actual del proyecto de inversión	16
a)	Diagnóstico de la situación actual	16
b)	Análisis de la oferta existente.....	48
c)	Análisis de la demanda actual.....	58
III.	Situación sin el proyecto de inversión	82
a)	Optimizaciones	82
b)	Análisis de la Oferta	83
c)	Análisis de la Demanda	86
d)	Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda	87
e)	Alternativas de solución	90
IV.	Situación con el proyecto de inversión.....	101
a)	Descripción general.....	101
b)	Alineación estratégica	110
c)	Localización geográfica.....	113
d)	Calendario de actividades.....	114
e)	Monto total de inversión.....	116
f)	Financiamiento	119
g)	Capacidad instalada	120
h)	Metas anuales y totales de producción	121
i)	Vida útil	122
j)	Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto de inversión 123	
k)	Análisis de la Oferta	135
l)	Análisis de la Demanda	137
m)	Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda	139
V.	Evaluación del proyecto de inversión.....	143
a)	Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto	143
b)	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto de inversión	149
c)	Cálculo de los indicadores de rentabilidad	154
d)	Análisis de sensibilidad.....	156
e)	Análisis de riesgos	158

VI.	Conclusiones y recomendaciones	162
VII.	Anexos.....	163
VIII.	Bibliografía	164

Listado de Tablas

Tabla 1.1	Coordenadas geográficas del proyecto	8
Tabla 1.2	Coordenadas geográficas de las estaciones	8
Tabla 1.3	Monto de inversión con IVA por año (pesos de 2025)	8
Tabla 1.4	Inversión del proyecto por componente (pesos de 2025)	9
Tabla 1.5	Distribución de la Inversión con IVA por fuente de financiamiento (pesos 2025).....	11
Tabla 1.6	Integración Costos de Operación y Mantenimiento sin IVA Promedio Anual.....	12
Tabla 1.7	Reinversiones del Proyecto sin IVA (pesos 2025).....	13
Tabla 1.8	Beneficios del Proyecto en Valor Presente (mdp de 2025)	13
Tabla 2.1	Distribución de la población dentro la Zona de Estudio, 2020.....	19
Tabla 2.2	Localidades y Población por Tamaño de Localidad en la Zona de Estudio, 2020.....	20
Tabla 2.3	Población y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Zona de Estudio, 1990-2020.....	21
Tabla 2.4	Pronóstico de la Población en la Zona de Estudio, 2030-2060.....	22
Tabla 2.5	Unidades Económicas y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Zona de Estudio 2003-2018	22
Tabla 2.6	Unidades Económicas y Personal Ocupado por Sector Económico en la Zona de Estudio, 2018....	23
Tabla 2.7	Unidades Económicas y Personal Ocupado por Estrato en la Zona de Estudio, 2018	23
Tabla 2.8	Actividad Económica de la Zona de Estudio	24
Tabla 2.9	Población Económicamente Activa y Población Ocupada de la Zona de Estudio, 2020	25
Tabla 2.10	Parque Vehicular y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Zona de Estudio, 1990-2020.....	26
Tabla 2.11	Indicadores, Índice y Grado de Rezago Social de la Ciudad de México y Zona de Estudio, 2020 ..	28
Tabla 2.12	Grado de Rezago Social y su Distribución en las localidades de la Zona de Estudio, 2020	28
Tabla 2.13	Indicadores e Índice de Rezago Social en las localidades de Milpa Alta, 2020.	29
Tabla 2.14	Indicadores e Índice de Rezago Social en las localidades de Tláhuac, 2020.	30
Tabla 2.15	Manzanas y su Distribución por Estrato del Índice de Desarrollo Social de la Zona de Estudio, 2020	32
Tabla 2.16	Población en Pobreza por Necesidades Básicas en la Zona de Estudio, 2020.....	33
Tabla 2.17	Superficie y Distribución de la Tenencia de la Tierra en Milpa Alta	33
Tabla 2.18	Superficie y Distribución de la Tenencia de la Tierra en Tláhuac	34
Tabla 2.19	Distribución del Uso de Suelo en Tláhuac	34
Tabla 2.20	Mapeo y análisis de actores.....	46
Tabla 2.21	Sentido de las Vialidades Principales.....	51
Tabla 2.22	Características de las vialidades principales	52
Tabla 2.23	Traslape de rutas	54
Tabla 2.24	Lista de rutas de transporte convencional estudiadas.....	56
Tabla 2.25	Oferta en la Situación Actual	56
Tabla 2.26	Tarifas autorizadas del Transporte Público	57
Tabla 2.27	Clasificación de los tipos de vehículos.....	61
Tabla 2.28	Encuestas para la Rutas prioritarias del Corredor del Cablebús Tláhuac – Milpa Alta.....	65
Tabla 2.29	Viajes OD por Alcaldía y Colonia.....	69

Tabla 2.30 Demanda Estimada por Ruta en la Situación Actual	70
Tabla 2.31 Tiempo de Viaje Promedio en la Situación Actual.....	74
Tabla 2.32 Parámetros del Valor Social del Tiempo.....	74
Tabla 2.33 Costo Social del Tiempo en la Situación Actual en 2025	74
Tabla 2.34 Insumos empleados en el programa informático VOCMEX para la estimación de los COV	76
Tabla 2.35 Parámetros de COV para los vehículos en diversas velocidades (pesos por km).....	78
Tabla 2.36 Interacción Oferta y Demanda y Estimación de COV por Ruta en la Situación Actual en 2025.....	79
Tabla 2.37 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación Actual en 2025.....	80
Tabla 2.38 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación Actual en 2025.....	80
Tabla 2.39 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación Actual, 2025-2057 (pesos de 2025)	81
Tabla 3.1 Costos por mejoras en el estado del pavimento (precios 2025)	82
Tabla 3.2 Vialidades en el Área de Influencia.....	83
Tabla 3.3 Oferta en la Situación Sin Proyecto	85
Tabla 3.4 Proyección de la Demanda en Situación Sin Proyecto	86
Tabla 3.5 Tiempo de Viaje Promedio en la Situación Actual.....	87
Tabla 3.6 Costo Social del Tiempo en la Situación sin Proyecto en 2025.....	87
Tabla 3.7 Interacción Oferta y Demanda y Estimación de COV por Ruta en la Situación sin Proyecto en 2025	87
Tabla 3.8 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación sin Proyecto en 2025	88
Tabla 3.9 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación sin Proyecto en 2025	88
Tabla 3.10 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación sin Proyecto, 2025 – 2057 (pesos de 2025) 89	
Tabla 3.11 Características de los Modos de Transporte Masivo.....	91
Tabla 3.12 Características generales del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac.....	94
Tabla 3.13 Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac	95
Tabla 3.14 Costos de Inversión del proyecto trazo Milpa Alta – Tláhuac	95
Tabla 3.15 Integración Costos de Operación y Mantenimiento del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac 96	
Tabla 3.16 Reinversiones del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac.....	96
Tabla 3.17 Características generales de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac.....	97
Tabla 3.18 Horizonte de evaluación y Vida útil de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac.....	98
Tabla 3.19 Costos de Inversión de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac	98
Tabla 3.20 Costos de Operación y Mantenimiento de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac	99
Tabla 3.21 Reinversiones de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac	99
Tabla 3.22 Comparación de costos del proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac) contra la Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac)	99
Tabla 3.23 Comparación de otros aspectos técnicos y sociales para implementar el proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac) contra la Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac).....	100
Tabla 4.1 Características Generales del Cablebús.....	103
Tabla 4.2 Coordenadas geográficas del proyecto	113
Tabla 4.3 Coordenadas geográficas del proyecto (coordenadas decimales)	114
Tabla 4.4 Localización geográfica de las estaciones.....	114
Tabla 4.5 Localización geográfica de las estaciones (coordenadas decimales)	114
Tabla 4.6 Calendario de actividades.....	115
Tabla 4.7 Inversión del proyecto por componente (pesos de 2025).....	116
Tabla 4.8 Monto de inversión con IVA por año (pesos de 2025)	118
Tabla 4.9 Distribución de la inversión con IVA por fuente de financiamiento (pesos 2025)	119
Tabla 4.10 Capacidad Instalada con Proyecto.....	120
Tabla 4.11 Demanda proyectada anual por periodo.....	121
Tabla 4.12 Vida útil de la obra.....	122

Tabla 4.13 Distancia entre estaciones de la propuesta de servicio	136
Tabla 4.14 Oferta de Transporte Público en la Situación Con Proyecto en 2025	136
Tabla 4.15 Demanda estimada por ruta en la Situación Con Proyecto en 2025.....	137
Tabla 4.16 Tablas de Tiempos de recorrido y afluencia.....	138
Tabla 4.17 Tiempo de Viaje Promedio en la Situación con Proyecto en el año 2025	139
Tabla 4.18 Costo Social del Tiempo en la Situación con Proyecto en 2025	139
Tabla 4.19 Costo Social del Tiempo en la Situación con Proyecto, 2025-2057 (pesos de 2025)	139
Tabla 4.20 Interacción de la Demanda y Oferta en la Situación con Proyecto en 2025	140
Tabla 4.21 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación con Proyecto en 2025.....	141
Tabla 4.22 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación con Proyecto, 2025-2057 (pesos de 2025)	141
Tabla 4.23 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación con Proyecto, 2025-2057 (pesos de 2025)	142
Tabla 5.1 Monto de inversión con IVA por año (pesos de 2025)	143
Tabla 5.2 Costos de Operación sin IVA.....	144
Tabla 5.3 Integración Costos de Operación y Mantenimiento sin IVA Promedio Anual.....	145
Tabla 5.4 Costos de Mantenimiento Extraordinario sin IVA	145
Tabla 5.5 Evolución de los costos de operación y de mantenimiento por gran componente.....	146
Tabla 5.6. Reinversiones del Proyecto sin IVA (pesos).....	147
Tabla 5.7 Costos del proyecto en el horizonte de evaluación (pesos de 2025)	148
Tabla 5.8 Flujo de beneficios por ahorro de tiempo (pesos de 2025)	150
Tabla 5.9 Flujo de beneficios por ahorro en costos de operación vehicular en transporte público (pesos de 2025).....	151
Tabla 5.10 Incremento porcentual acumulado del valor de los predios por estación al año 2029	152
Tabla 5.11 Estimación de beneficios por plusvalías	153
Tabla 5.12 Estimación de Beneficios por el Valor Residual.....	153
Tabla 5.13 Indicadores de rentabilidad del proyecto.....	154
Tabla 5.14 Flujo de caja del proyecto.....	155
Tabla 5.15 Sensibilidad ante incrementos en la inversión	156
Tabla 5.16 Sensibilidad ante incrementos en los costos de operación y mantenimiento.....	156
Tabla 5.17 Sensibilidad ante disminuciones en los beneficios.....	157
Tabla 5.18 Matriz de riesgos asociados al proyecto.....	158

I. Resumen ejecutivo

Objetivo, problema identificado y descripción del proyecto de inversión

Objetivo del proyecto de inversión

Objetivo del proyecto:

Reducir los Costos Generalizados de Viaje (CGV) de los usuarios en el área de influencia del proyecto que son relativamente altos y mejorar la conectividad de Milpa Alta y Tláhuac con la ciudad de México

El proyecto tiene los siguientes objetivos específicos:

- Conectar a los pueblos y la población de las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac con la Estación terminal Tláhuac del Sistema de Transporte Colectivo (STC) Metro de la línea 12, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las y los habitantes de las demarcaciones de la Zona de Impacto del Proyecto.
- Mejorar la movilidad urbana de la Zona Sureste de la Ciudad de México (CDMX), con el propósito de reducir los tiempos de viaje y costos de viaje, los congestionamientos viales, los accidentes y la contaminación ambiental.
- Mejorar la economía de los pueblos de Milpa Alta y Tláhuac con la posibilidad de que más personas los visiten desde el centro de la ciudad.
- Mejorar la calidad de vida de las personas del área de influencia del proyecto.

Problema identificado

El problema central identificado que pretende atender el proyecto de inversión es:

- Los usuarios de transporte de la Alcaldía Milpa Alta y la zona sur de la Alcaldía Tláhuac presentan movilidad deficiente.

Las causas directas del problema central son las siguientes:

- Vialidades con congestión.
- Falta de accesibilidad.
- Bajo nivel del servicio de transporte público.

Descripción del proyecto de inversión

El proyecto del Sistema de Transporte Eléctrico (STE) Cablebús de la Línea 6, se integra por cabinas o góndolas con tecnología monocable para el soporte y la propulsión en forma continua entre dos o más estaciones, las cuales estarán dotados con pinzas desembragables que les permitirán a los vehículos desengancharse del cable propulsor cuando ingresen a una estación y circular dentro de la misma con una menor velocidad, de tal forma que los usuarios puedan abordar y/o descender de los vehículos de forma segura, asimismo, los vehículos a través de la pinza se engancharán nuevamente en el monocable para continuar su recorrido. A continuación, se presentan los datos generales del proyecto de inversión:

- Ubicación: Alcaldías Milpa Alta y Tláhuac de la CDMX.
- Operador: Servicios de Transporte Eléctricos del Gobierno de la CDMX.
- Tecnología: Telecabinas monocables de pinzas desembragables.
- Número de cabinas: 270.

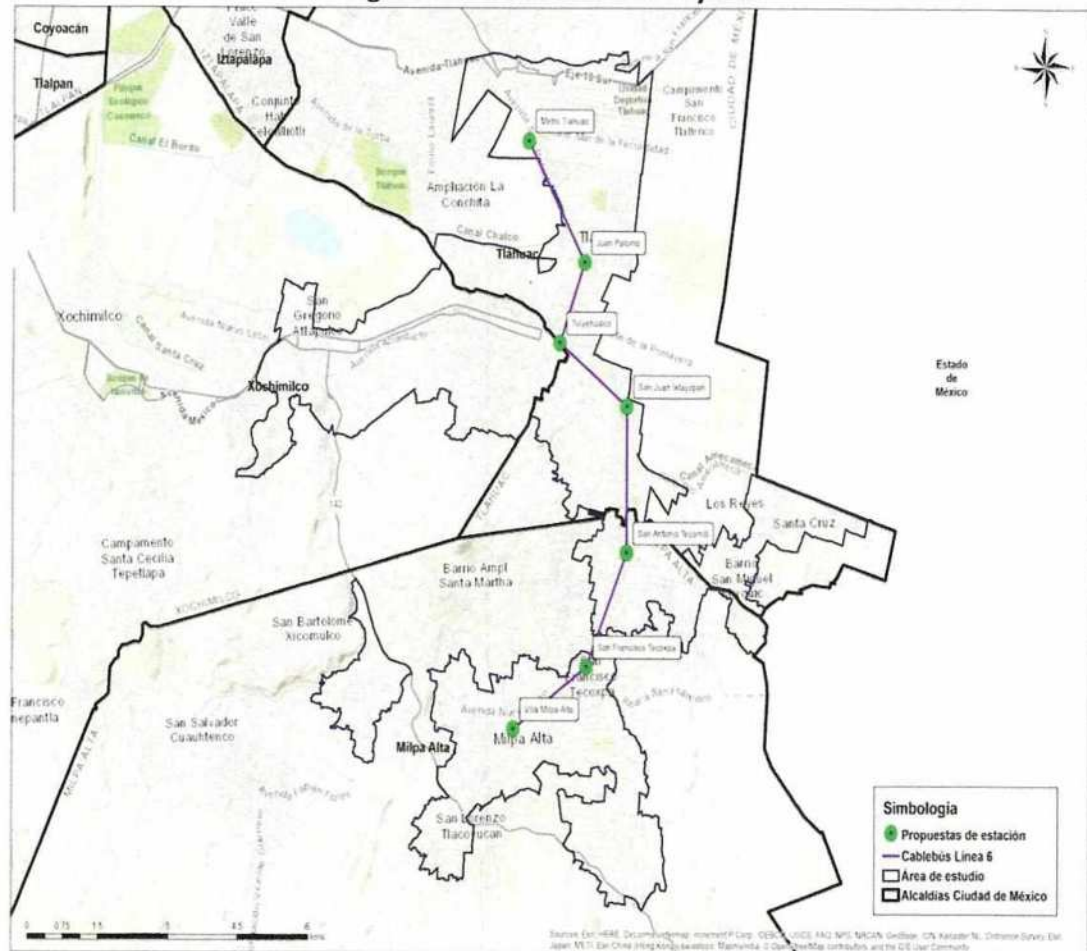
7 X

- Capacidad de las cabinas: 10 pasajeros.
- Estaciones: 7.
- Torres: 73.
- Longitud: 12.30 Km.
- Capacidad horaria máxima (pasajeros, horas, sentido): 2,000 pasajeros.
- Velocidad de ejercicio con motor principal: 6 m/s; 21.6 km/h.

El servicio que brindará el Cablebús consistirá en 7 estaciones sobre la línea troncal de Milpa Alta – Tláhuac, las cuales estarán integradas en edificios que se destinarán al embarque y desembarque de pasajeros, partirá desde la estación inicial Villa Milpa Alta, 5 estaciones intermedias: San Francisco Tecoxpa, San Antonio Tecomitl, San Juan Ixtayopan, Santiago Tulyehualco, Juan Palomo, hasta la estación terminal Metro Tláhuac.

El proyecto se localiza en la Ciudad de México, el trazo se ubica en las Alcaldías Milpa Alta y Tláhuac. La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto y la identificación de las estaciones.

Figura 1.1. Ubicación del Proyecto



La siguiente tabla presenta las coordenadas del proyecto:

Tabla 1.1 Coordenadas geográficas del proyecto

	Latitud	Longitud
Inicio	19°11'51.56"	99° 1'0.6"
Final	19°17'6.2"	99° 0'48.75"

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Obras y Servicios.

La siguiente tabla presenta las coordenadas de las estaciones:

Tabla 1.2 Coordenadas geográficas de las estaciones

Estación	Latitud	Longitud
1- MILPA ALTA	19°11'51.56"	99° 1'0.6"
2- SAN FRANCISCO TECOXA	19°12'11.34"	99° 0'14.78"
3- SAN ANTONIO TECÓMITL	19°13'14.89"	98°59'43.88"
4- SAN JUAN IXTAYOPAN	19°14'36.46"	98°59'41.61"
5- TULYEHUALCO	19°15'12.87"	99° 0'31.08"
6- JUAN PALOMO	19°15'57.13"	99° 0'11.66"
7- TLÁHUAC	19°17'6.2"	99° 0'48.75"

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Obras y Servicios.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del proyecto de inversión

Horizonte de evaluación

El horizonte de evaluación del proyecto es de 33 años, considerando 4 años como periodo de inversión.

Descripción de los principales costos del proyecto de inversión

Se estima un **costo de inversión** del proyecto por 4,312.97 millones de pesos (mdp) de 2025 sin IVA, lo que representa 3,955.7 mdp en valor presente.

En adición, se tendrán 1,128.6 mdp por **costos de operación y mantenimiento**, 86.6 mdp por **reinversiones, adquisiciones y mantenimiento mayor**, todo en valor presente.

La inversión del proyecto se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 1.3 Monto de inversión con IVA por año (pesos de 2025)

Componente	Año				Costo total
	2025	2026	2027	2028	
Construcción de estaciones	0.00	599,483,680.75	308,824,926.45	0.00	908,308,607.20
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico	29,815,103.65	178,890,621.88	89,445,310.94	0.00	298,151,036.47

Componente	Año				Costo total
	2025	2026	2027	2028	
Sistema eléctrico	0.00	83,261,538.02	20,815,384.51	0.00	104,076,922.53
Obra inducida	10,998,425.43	84,844,996.14	14,140,832.69	0.00	109,984,254.26
Proyecto ejecutivo y estudios	47,842,372.47	31,894,914.98	0.00	0.00	79,737,287.46
Sistema electromecánico	1,337,725,874.69	1,364,752,237.49	300,275,345.80	0.00	3,002,753,457.99
Liberación de derecho de vía	22,893,586.08	0.00	0.00	0.00	22,893,586.08
Supervisión de obra	50,724,637.68	82,317,330.12	28,815,664.34	7,203,916.09	169,061,548.23
Certificación de proyecto	0.00	8,795,728.43	13,193,592.65	0.00	21,989,321.08
Transferencia de Tecnología y Capacitación	0.00	0.00	211,826,607.32	70,608,869.11	282,435,476.43
Monto total de inversión	1,500,000,000.00	2,434,241,047.83	987,337,664.70	77,812,785.19	4,999,391,497.72

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Obras y Servicios (2025).

Tabla 1.4 Inversión del proyecto por componente (pesos de 2025)

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	P.U.	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
Construcción de estaciones.						
1	Construcción de Estación Terminal Retorno-Tensión (Estación No. 1), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	65,956,673.85	65,956,673.85	76,509,741.67
2	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 2), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores, y sistema de recaudo.	Estación	1	83,778,300.38	83,778,300.38	97,182,828.44
3	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 3), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	86,193,380.61	86,193,380.61	99,984,321.51
4	Construcción de Estación Doble Motriz (Estación No. 4), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	152,966,184.97	152,966,184.97	177,440,774.57
5	Construcción de almacén para estacionamiento de cabinas, incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación y áreas exteriores.	Estación	1	33,530,028.25	33,530,028.25	38,894,832.77
6	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 5), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	100,100,911.59	100,100,911.59	116,117,057.44
7	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 6), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores, y sistema de recaudo.	Almacén	1	134,828,099.71	134,828,099.71	156,400,595.66
8	Construcción de Estación Terminal Retorno-Tensión (Estación No. 7), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	92,189,441.87	92,189,441.87	106,939,752.57
9	Sistema de recaudo	Estación	7	4,783,091.45	33,481,640.15	38,838,702.57
Subtotal Construcción de estaciones					783,024,661.38	908,308,607.20
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico.						
10	Construcción de cimentación para pilonas, a base de concreto estructural reforzado con acero.	Cimentación	73	3,520,914.46	257,026,755.58	298,151,036.47

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	P.U.	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
Subtotal Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico					257,026,755.58	298,151,036.47
Sistema eléctrico.						
11	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación Retorno-Tensión (Estación No. 1).	Estación	1	4,110,365.80	4,110,365.80	4,768,024.33
12	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 2).	Estación	1	5,220,994.93	5,220,994.93	6,056,354.12
13	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 3).	Estación	1	5,371,500.75	5,371,500.75	6,230,940.87
14	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación Doble Motriz con almacén (Estación No. 4).	Estación	1	9,532,727.13	9,532,727.13	11,057,963.47
15	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 5).	Estación	1	6,238,206.67	6,238,206.67	7,236,319.74
16	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 6).	Estación	1	8,402,376.53	8,402,376.53	9,746,756.77
17	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación Retorno-Tensión (Estación No. 7).	Estación	1	5,745,170.36	5,745,170.36	6,664,397.62
18	Gestoría y tramites con CFE para realizar solicitud de presupuesto de obra, contrato de CFE y coordinación de visitas para 7 estaciones.	Lote	1	319,958.01	319,958.01	371,151.29
19	Dictamen y constancia de cumplimiento de proyecto de acuerdo con NOM-001-SEDE-2012, para realizar contrato con CFE. Incluye: visitas al sitio para 7 estaciones.	Lote	1	1,323,411.78	1,323,411.78	1,535,157.66
20	Suministro, instalación pruebas en fábrica y pruebas en sitio, flete y maniobras de descarga en sitio, refacciones básicas, capacitación y puesta en marcha, acometida en 23 KV a través de línea aérea, poste de concreto de alta resistencia de 12 m de altura, herrajes, crucetas y aisladores, cortacircuitos, fusibles y apartarrayos, transformadores de corriente tipo poste monofásico 10 KVA, 23,000V-220/127V para 73 pilonas.	Pilonas	73	595,298.26	43,456,772.98	50,409,856.66
Subtotal Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico					89,721,484.94	104,076,922.53
Obra inducida.						
21	Incluye la reposición de los siguientes servicios públicos por la localización de torres y estaciones: líneas de alta tensión de CFE, líneas de media tensión de CFE, fibra óptica, sistemas de alcantarillado, red de agua potable, alumbrado público y equipamiento urbano.	Lote	1	94,814,012.29	94,814,012.29	109,984,254.26
Subtotal Obra inducida					94,814,012.29	109,984,254.26
Proyecto ejecutivo y estudios						
22	Incluye: topografía, mecánica de suelos, estudios geofísicos, estudios hidrológicos, proyecto de perfil de línea, proyecto arquitectónico, proyecto estructural, proyectos mecánicos-eléctricos-hidrosanitarios, voz y datos, alumbrado, aire acondicionado, PCI, fuerza y obra inducida. MIA. Dictamen	Lote	1	68,739,040.91	68,739,040.91	79,737,287.46
Subtotal Proyecto ejecutivo					68,739,040.91	79,737,287.46
Sistema electromecánico.						
23	Fabricación del sistema electromecánico para teleférico con sistema de cabina desembagable.	Lote	1	1,491,389,761.74	1,491,389,761.74	1,730,012,123.62
24	Sistema de control	Lote	1	215,690,776.47	215,690,776.47	250,201,300.71
25	Cabinas	Lote	1	239,226,739.22	239,226,739.22	277,503,017.50

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	P.U.	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
26	Logística, transporte de contenedores desde el puerto de Veracruz hasta el sitio.	Lote	1	183,513,861.37	183,513,861.37	212,876,079.19
27	Montaje e instalación del sistema electromecánico en estaciones y torres, incluye puesta en marcha.	Lote	1	458,759,428.43	458,759,428.43	532,160,936.98
Subtotal Sistema electromecánico					2,588,580,567.23	3,002,753,458.00
Liberación de derecho de vía.						
28	Incluye tramites y adquisición de predios. a/	Lote	1	22,893,586.08	22,893,586.08	22,893,586.08
Subtotal Liberación de derecho de vía					22,893,586.08	22,893,586.08
Supervisión de obra.						
29	Incluye la coordinación y supervisión de todos los trabajos que se ejecutaran en la etapa de construcción, así como el aseguramiento de la calidad y tiempo de los trabajos conforme a normativa, proceso y proyecto ejecutivo autorizado.	Lote	1	145,742,713.99	145,742,713.99	169,061,548.23
Subtotal Supervisión de obra					145,742,713.99	169,061,548.23
Certificación de proyecto.						
30	Certificación del Proyecto.	Lote	1	18,956,311.28	18,956,311.28	21,989,321.08
Subtotal Certificación de proyecto					18,956,311.28	21,989,321.08
Transferencia de Tecnología y Capacitación.						
31	Transferencia de Tecnología y Capacitación.	Lote	1	243,478,858.99	243,478,858.99	282,435,476.43
Subtotal Transferencia de Tecnología y Capacitación					243,478,858.99	282,435,476.43
Monto de inversión total					4,312,977,992.67	4,999,391,497.74

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

En la siguiente tabla se presenta la distribución de recursos por fuente de financiamiento considerando también el Impuesto al Valor Agregado.

Tabla 1.5 Distribución de la Inversión con IVA por fuente de financiamiento (pesos 2025)

Fuente	Año				Costo total
	2025	2026	2027	2028	
1. Recursos de Deuda	1,500,000,000	2,434,241,048	987,337,665	77,812,785	4,999,391,498
Total	1,500,000,000	2,434,241,048	987,337,665	77,812,785	4,999,391,498

Fuente: Secretaría de Administración y Finanzas.

En la siguiente tabla, se muestra el desglose de los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 1.6 Integración Costos de Operación y Mantenimiento sin IVA Promedio Anual

Integración Costos de Operación y Mantenimiento Promedio Anual	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Costos de Operación (Promedio Anual)	111,373,971.35
Costos de Mantenimiento Ordinario (Promedio Anual)	34,131,855.38
Total anual	145,505,826.73
Costos de Mantenimiento Extraordinario (Promedio Quinquenal)	20,000,000.00
Total cada 5 años	165,505,826.73

Costos Promedio Anual de Operación	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Servicios personales	48,649,626.07
Mantenimiento Edificios	7,907,612.59
Recaudos	7,864,632.90
Costos Fijos de Operación	42,211,026.92
Gastos Indirectos	3,418,092.17
Seguros y Fianzas	1,322,980.72
Total	111,373,971.35

Costo Promedio Anual de Mantenimiento Ordinario	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Mantenimiento electromecánico	34,131,855.38
Total	34,131,855.38
Costo Promedio Quinquenal de Mantenimiento Extraordinario	
Mantenimiento de overhaul	20,000,000.00
Total	20,000,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en costos paramétricos e información de Servicios de Transportes Eléctricos.

La siguiente tabla muestra los montos de reinversión y el momento adecuado para realizarlas.

Tabla 1.7 Reinversiones del Proyecto sin IVA (pesos 2025).

Año	Concepto	Periodicidad	Total
242	Renovación sistema de recaudo.	15 años	33,481,640.15
242	Reemplazo de sistemas de control.	15 años	215,690,776.47
247	Reemplazo de cabinas.	21 años	239,226,739.22
Total			488,399,155.84

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

El estudio de demanda contempla la movilidad de la Zona de Impacto del Estudio (ZIE): Corresponde a las personas que actualmente se desplazan en transporte público en la red de transporte convencional que usarían el servicio del Cablebús al constituirse como una alternativa factible para mejorar las condiciones de viaje.

Beneficios cuantificados y valorados:

- Ahorro en tiempo de viaje de transporte público.
- Ahorro en costos de operación en vehículos de transporte público.
- Incremento en la plusvalía del valor de los predios en la zona de influencia cercana a las estaciones.
- Valor residual.

Los beneficios fueron estimados en 6,383.95 mdp de en valor presente, tal y como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1.8 Beneficios del Proyecto en Valor Presente (mdp de 2025)

Beneficios del proyecto	Monto estimado (mdp)	%
Ahorros de tiempo de viaje de transporte público	4,944.69	77.5
Ahorros en costo de operación vehicular de transporte público	680.19	10.7
Incremento en el valor de los terrenos	172.56	2.7
Valor residual	586.50	9.2
Total	6,383.95	100.0%

Se identificaron los siguientes beneficios, pero no fueron cuantificados ni valorados en la evaluación socioeconómica:

- Disminución de CGV por la disminución de tránsito de vehículos de transporte público.

Descripción de los principales beneficios del proyecto de inversión

- Disminución de CGV por la disminución de tránsito de vehículos privados.
- Beneficios por liberación de vehículos de transporte público.
- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero por la circulación de vehículos de transporte público y privado.
- Disminución de accidentes en los cruces de las avenidas.

Por lo anterior, se considera que los beneficios del proyecto están subestimados.

Monto total de la inversión (sin IVA)

4,312,977,993 pesos

Monto total de inversión (con IVA)

4,999,391,498 pesos

Riesgos asociados al proyecto de inversión

- Falta de permisos, licencias o autorizaciones previas al inicio de la construcción.
- Necesidad de adquisición de terrenos adicionales.
- Rechazo del proyecto por parte de los habitantes, transportistas actuales y otros actores relevantes.
- Condiciones geotécnicas del terreno.
- Catástrofes naturales que afecten las instalaciones en la ejecución.
- Diseño o ejecución constructiva deficientes.
- Accidentes y negligencias.
- Atraso en la fecha de término de la obra por parte de la empresa constructora.
- Volatilidad en precios de insumos y mano de obra.
- Variaciones en la tarifa.
- Catástrofes naturales que afecten la operación.
- Efectos ambientales y socioculturales latentes.

Indicadores de rentabilidad

Valor Presente Neto (VPN)

1,220,921,054 pesos de 2025

Tasa Interna de Retorno (TIR)

12.14%

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

11.19%

Conclusiones

Conclusiones del análisis del proyecto

El estudio permite concluir que el proyecto “**Línea 6 Milpa Alta – Tláhuac del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México**” es una solución técnica, legal y ambientalmente factible y socioeconómicamente rentable, con base en los puntos sustantivos siguientes:

- Generar ahorros en CGV de las personas que viven en la Zona de Impacto del Estudio.
- Cumplir con las normas técnicas mexicanas aplicables, ya que se consideraron los elementos constructivos, operativos y de servicio para que fueran compatibles con las Líneas 1, 2 y 3 del Cablebús que operan con éxito actualmente.
- Garantizar la seguridad y operación del Cablebús Línea 6, mediante la certificación de la obra electromecánica (no incluye obra civil) por parte de una empresa externa de los elementos siguientes: Sistemas de señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión, subestación eléctrica de alta tensión, subestaciones de rectificación, distribución, tracción y catenaria.

Con respecto a los indicadores de rentabilidad del Proyecto, los resultados permiten concluir que es conveniente para el país su realización ya que presenta un Valor Presente Neto (VPN) de 1,220,921,054 pesos del año 2025 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 12.14%. Además, de una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) de 11.19% correspondiente al año 2025, lo que permite concluir que conviene iniciar su operación lo antes posible.

II. Situación actual del proyecto de inversión

a) Diagnóstico de la situación actual

El Gobierno de la Ciudad de México tiene contemplado ampliar la red de transporte público del STE Cablebús mediante el desarrollo de un Teleférico Urbano en la Zona Suroriente de la Ciudad de México (CDMX) denominado **Proyecto de Construcción de la Línea 6 del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac**, donde los usuarios podrán hacer conexión con el Sistema de Transporte Colectivo (STC Metro) de la Línea 12. El proyecto tendrá una longitud de 12.31 km, en el cual se tiene previsto habilitar 5 estaciones intermedias y 2 estaciones/terminales extremas.

La **CDMX** cuenta con una extensión de 1,494 km², es la capital de la República Mexicana y se compone de 16 demarcaciones territoriales (alcaldías). En cuanto a los límites territoriales, colinda al Norte, Este y Oeste con el Estado de México y al Sur con el Estado de Morelos (Ver Figura 2.1).

Figura 2.1. Ciudad de México

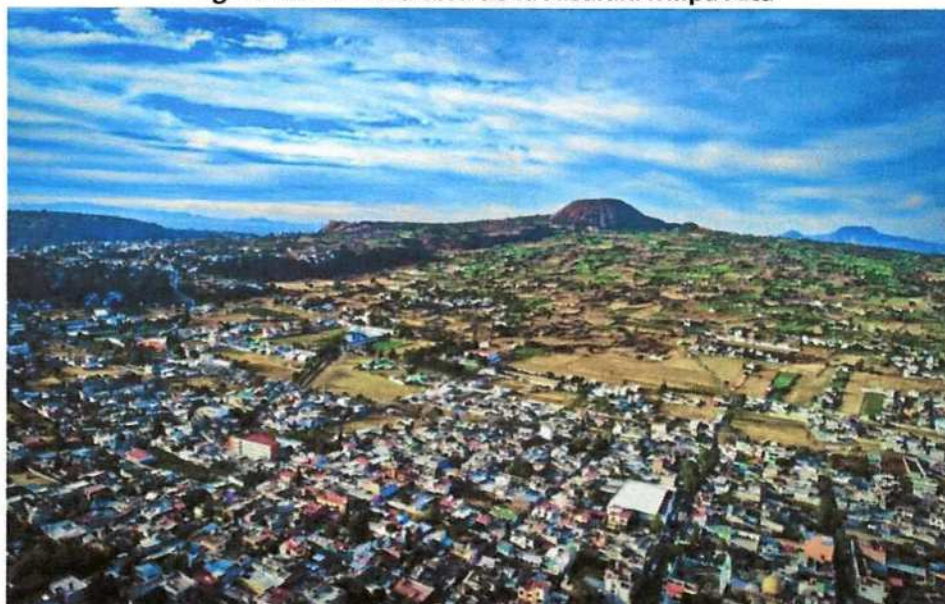


Zona de Estudio

La zona de estudio del proyecto Línea 6 del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac está contenida dentro de las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac.

La **Alcaldía de Milpa Alta** se ubica al sureste de la CDMX, cuenta con una extensión de 228.41 km², que representa el 15.8% de la superficie de la ciudad, lo cual la hace la segunda demarcación más extensa de la capital. Su densidad poblacional es de 662 habitantes por kilómetro cuadrado. Con respecto a sus límites territoriales, Milpa Alta limita al Norte con las Alcaldías de Xochimilco y Tláhuac, al Sur con el Estado de Morelos, al Poniente con la Alcaldía Tlalpan y al Oriente con los municipios de Chalco, Tenango del Aire y Juchitepec del Estado de México. Es una alcaldía que combina características rurales y urbanas, concentrando su población principalmente en 12 pueblos originarios: Villa Milpa Alta, San Pablo Oztotepec, San Pedro Atocpan, San Bartolomé Xicomulco, San Agustín Ohtenco, San Lorenzo Tlacoyucan, San Jerónimo Miactlán, San Francisco Tecoxpa, Santa Ana Tlacotenco, San Antonio Tecómitl, San Juan Tepenáhuac, San Salvador Cuauhtenco; estas zonas habitadas se encuentran en un entorno geográfico y ecológico particular que influye en su desarrollo urbano y en la calidad de vida de sus habitantes (Ver Figura 2.2).

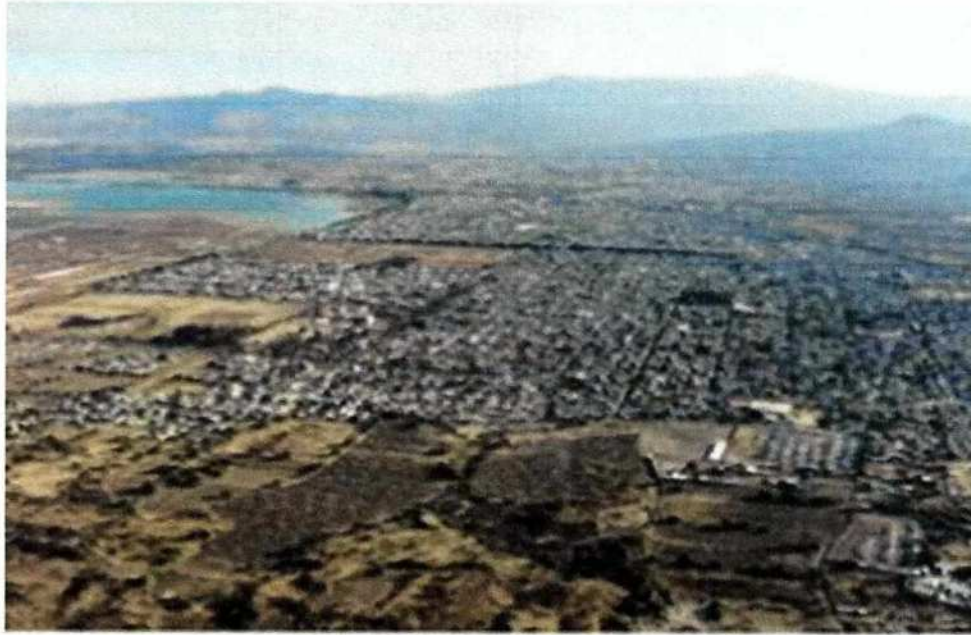
Figura 2.2. Panorámica de la Alcaldía Milpa Alta



Fuente: **México Desconocido 2025**. Panorámica de Milpa Alta, región con un transporte deficiente. Foto: Alcaldía Milpa Alta.
Consultado el 12 de mayo de 2025 en la página electrónica <https://www.mexicodesconocido.com.mx/las-5-lineas-de-cablebus.html>

La **Alcaldía Tláhuac** se ubica al sureste de la CDMX, cuenta con una extensión de 85.34 km², que representa el 5.71% de la superficie de la ciudad. Su densidad poblacional es de 4,597 habitantes por kilómetro cuadrado. En cuanto a los límites territoriales, al Norte y Noreste limita con la Alcaldía Iztapalapa, al Sur con la Alcaldía de Milpa Alta, al Suroeste y Oeste con la Alcaldía Xochimilco y al Oriente con el municipio de Valle de Chalco Solidaridad del Estado de México. Su territorio combina áreas urbanas, agrícolas y zonas de conservación ecológica. Las zonas pobladas se encuentran principalmente en la planicie lacustre, donde se han desarrollado asentamientos urbanos y actividades agrícolas (Ver Figura 2.3).

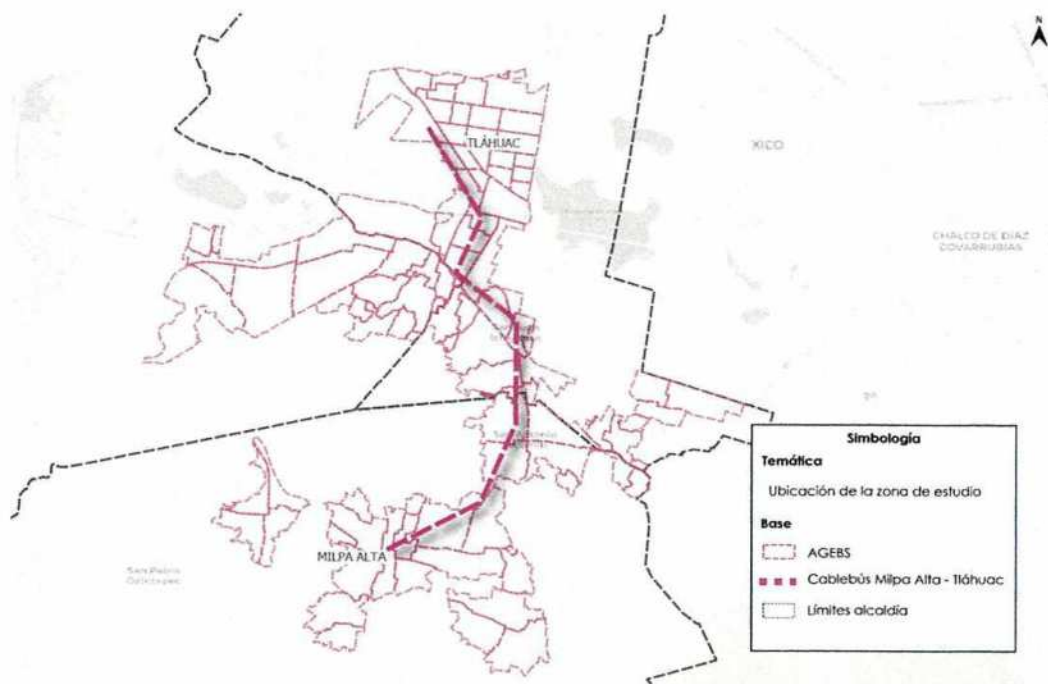
Figura 2.3. Panorámica de la Alcaldía Tláhuac



Fuente: Alcaldía Tláhuac. Dirección de Comunicación Social 2020.

Dentro del Estudio de Demanda de la Línea 6 del Cablebús, se definió como área de estudio las AGEBS de la zona de Milpa Alta y Tláhuac, donde se evaluaron diversos puntos clave con el objetivo de generar un diagnóstico completo de la zona (Ver Figura 2.4).

Figura 2.4. Zonificación del Área de Estudio



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Caracterización socioeconómica de la zona de estudio

A continuación, se presentan las características socioeconómicas para las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac, y en la zona de estudio.

Población

De acuerdo con los últimos datos disponibles del INEGI, en 2020, la CDMX tenía 9.2 millones de habitantes, de los cuales, 152.6 mil habitantes se ubicaban en la Alcaldía Milpa Alta y 392.3 mil habitantes en la Alcaldía Tláhuac. Cabe resaltar que, la Alcaldía Milpa Alta es la de menor población y la segunda más extensa de la CDMX (Ver Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Distribución de la población dentro la Zona de Estudio, 2020

Entidad	Población total (habitantes)	Participación población (%)	Superficie (km ²)	Participación superficie (%)	Densidad (Hab/km ²)
Milpa Alta	152,685	1.65	228.41	15.28	668
Tláhuac	392,313	4.25	85.34	5.71	4,597
CDMX	9,209,944	100.0	1,494.00	100.0	6,164

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

La **alcaldía Milpa Alta** concentró una población de 152,685 habitantes (INEGI, 2020), lo que representó el 1.65% de la población total de la CDMX y, de los cuales, 48.7% eran mujeres y 51.3% hombres. La población juvenil y adulta (de 15 a 64 años) ocupa el primer lugar de la demarcación, con el 69.17% del total; por lo que se encuentra entre las dos demarcaciones de la CDMX con población más joven, con una media de edad de 30 años. En cuanto a la población adulta mayor (65 años y más), ésta representó solamente el 7% de la población total de la alcaldía. El 4.1% habla alguna lengua indígena, por lo que la alcaldía ocupa el primer lugar en población hablante de una lengua indígena dentro de la CDMX.

La **alcaldía Tláhuac** concentró una población de 392,313 habitantes (INEGI, 2020), lo que representó el 4.25% de la población total de la Ciudad de México, y de los cuales, 51.5% eran mujeres y 48.5% hombres. Las personas mayores de edad (18 años y más), representaban el 73.6% de la población de Tláhuac. La población adulta mayor (65 años y más) representó solamente el 11.8% de la población total de la alcaldía. En tanto que la población indígena representó el 1.94% de la población total de la demarcación, en la cual, se registraron 7,592 personas que hablan al menos una lengua indígena.

Milpa Alta se caracteriza por ser la alcaldía con la menor población y con el mayor número de localidades (244) de la CDMX. Además, el 15.70% de sus habitantes viven en 234 localidades de menos de 2,500 personas, equivalente al 95.90% del total; por lo que es una de las 7 alcaldías que cuenta con localidades rurales. Por su parte, Tláhuac es la cuarta demarcación más despoblada y la cuarta con mayor número de localidades (52), de las cuales, el 88.46% son localidades rurales en la que habita el 1.78% de la población. Lo anterior también implica que el 84.3% de la población de Milpa Alta se concentra en el 4.1% de sus localidades urbanas (10); y el 98.22 de% la población de Tláhuac se ubica en el 11.54% de sus localidades urbanas (6), en donde solo hay una localidad con más de 250 mil habitantes (Ver Tabla 2.2).

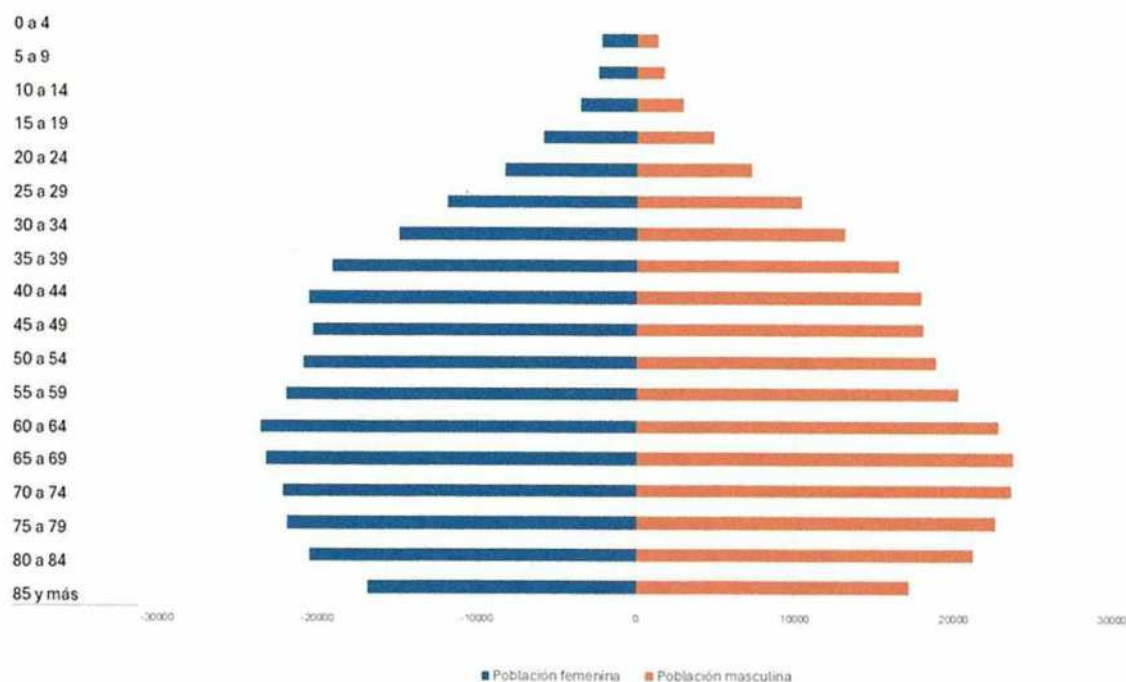
Tabla 2.2 Localidades y Población por Tamaño de Localidad en la Zona de Estudio, 2020

Alcaldía	Localidades / Población	Total	Tamaño de la localidad (habitantes)									Tipo de localidad	
			1-249	250-499	500-999	1000-2499	2500-4999	5000-9999	10000-14999	15000-29999	250000-499999	Rural	Urbana
Milpa Alta	Localidades	244	210	19	3	2	3	1	2	4	0	234	10
Milpa Alta	Población	152,685	13,883	6,257	1,649	2,186	13,299	9,234	25,634	80,543	0	23,975	128,710
Tláhuac	Localidades	52	38	6	1	1	2	0	2	1	1	46	6
Tláhuac	Población	392,313	2,821	1,879	856	1,436	7,969	0	25,554	28,027	323,771	6,992	385,321

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

Ahora bien, conforme con la pirámide poblacional por grupos quinquenales de edad para Milpa Alta y Tláhuac (Ver Figura 2.5), en 2020, los grupos con mayor densidad se encuentran entre los 35 y 64 años, por lo que se identifica una tendencia de envejecimiento progresivo de la población, que irá requiriendo servicios especializados acordes con su edad, como médicos y de movilidad.

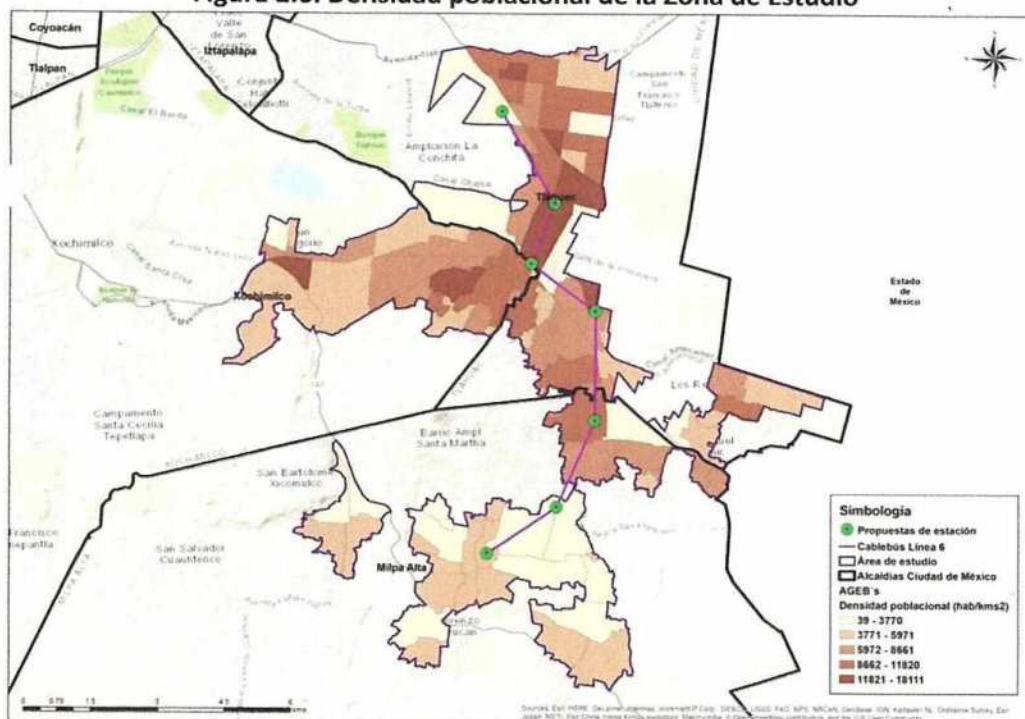
Figura 2.5. Pirámide poblacional de la Zona de Estudio



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Con relación a la densidad poblacional en la zona de estudios Milpa Alta - Tláhuac, como se observa en la Figura 2.6, en Milpa Alta la población se concentra en el norte de la zona, principalmente en los límites del sur de Tláhuac, con una densidad de baja a media. Mientras que, en el territorio de Tláhuac destaca una densidad de media alta a alta en la zona sur de la alcaldía.

Figura 2.6. Densidad poblacional de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

Con respecto a la evolución demográfica de los últimos 30 años, se observa un incremento en la población de las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac, con crecimientos del 140% y 90%, respectivamente. No obstante, la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) en el conjunto de ambas demarcaciones presenta una disminución en la velocidad de crecimiento, tanto para el periodo 1990-2020, como década por década; siguiendo la tendencia de la CDMX, pero con tasas superiores a la de la ciudad, por partir de bases poblaciones menores (Ver Tabla 2.3).

Tabla 2.3 Población y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Zona de Estudio, 1990-2020

Alcaldía	AÑO				TCMA		
	1990	2000	2010	2020	1990-2000	2000-2010	2010-2020
Milpa Alta	63,654	96,773	130,582	152,685	4.28%	3.04%	1.58%
Tláhuac	206,700	302,790	360,265	392,213	3.89%	1.75%	0.85%
CDMX	8,235,744	8,605,239	8,851,080	9,209,944	0.44%	0.28%	0.40%

Fuente: Elaboración propia con información de los Censos de Población y Vivienda del INEGI.

Ahora bien, para el periodo 2020-2060, se estimó que las alcaldías de Milpa Alta y Tláhuac continuarán con su crecimiento demográfico, pero a un ritmo desacelerado siguiendo la tendencia de su crecimiento de los últimos 30 años. Es así como, considerando un ritmo de reducción de una quinta parte de la TCMA en una década con respecto a la TCMA de la década anterior, la población de Milpa Alta en 2060 ascendería a 203 mil habitantes y la de Tláhuac alcanzaría los 522 mil habitantes, lo que corresponde a un crecimiento del orden del 33% con respecto a las poblaciones de 2020 (Ver Tabla 2.4).

Tabla 2.4 Pronóstico de la Población en la Zona de Estudio, 2030-2060

Año	Alcaldía		TCMA	
	Milpa Alta	Tláhuac	Periodo	Valor
2030	168,205	432,190	2020-2030	0.97%
2040	181,763	467,026	2030-2040	0.78%
2050	193,401	496,929	2040-2050	0.62%
2060	203,252	522,241	2050-2060	0.50%

Fuente: Elaboración propia con información de los Censos de Población y Vivienda del INEGI.

Aunque el incremento poblacional en Milpa Alta y Tláhuac que se dará en las siguientes 4 décadas será más moderado con respecto al crecimiento presenciado recientemente, este implicará desafíos relevantes en términos de mayores servicios públicos (principalmente en Milpa Alta), así como de una mayor y mejor infraestructura y expansión del transporte público que hagan más eficiente la conectividad de los habitantes de la zona de estudio entre sí y con otras zonas de la ciudad.

Economía

Unidades económicas y personal ocupado:

De acuerdo con los últimos Censos Económicos disponibles del INEGI, en 2018, el número de unidades económicas en la CDMX ascendía a 427,959, las cuales ocupaban 4,297,134 personas. En particular, las alcaldías de la zona de estudio concentraban 23,834 unidades económicas (5.57% del total) y ocupaban a 60,875 personas (1.42% del total). La **alcaldía Milpa Alta** concentraba 6,951 unidades (1.62%) y su personal ocupado ascendía a 14,483 (0.34%), mientras que en la **alcaldía Tláhuac** existían 16,883 unidades (3.95) que ocupaban a 46,392 personas (1.08%); por lo que su peso relativo dentro del contexto económico de la Ciudad de México es limitado (Ver Tabla 2.5).

Con respecto al crecimiento de las unidades económicas, en el periodo 2003-2018, se observa que en la alcaldía Milpa Alta se incrementó al doble, al pasar de 3,446 a 6,951 unidades; en tanto que la alcaldía Tláhuac también presentó un crecimiento -aunque ligeramente menor respecto a Milpa Alta- del 67.11%, al pasar de 10,103 a 16,883 unidades. De tal manera que, ambas alcaldías presentaron crecimientos medios anuales por encima del crecimiento medio de la CDMX, superando Milpa Alta a Tláhuac (Ver Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Unidades Económicas y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Zona de Estudio 2003-2018

Alcaldía	AÑO				TCMA		
	2003	2008	2013	2018	2003-2008	2008-2013	2013-2018
Milpa Alta	3,446	4,481	5,928	6,951	5.39%	5.76%	3.24%
Tláhuac	10,103	12,362	14,810	16,883	4.12%	3.68%	2.65%
CDMX	342,475	382,056	415,481	427,959	2.21%	1.69%	0.59%

Fuente: Elaboración Propia con datos de los Censos Económicos 2004, 2009, 2014 y 2019 del INEGI.

Con respecto a la distribución de las unidades económicas por sector económico (Ver Tabla 2.6), en 2018, en la **alcaldía Milpa Alta**, el sector terciario concentraba la mayor proporción de unidades económicas y personal ocupado, con el 91.60% de las unidades (6,367) y el 87.12% del personal; le sigue el sector secundario, que concentraba el 8.39% de las unidades (583) y el 12.88% del personal ocupado; mientras que el restante 0.01%

de las unidades (1) se ubicaban en el sector primario. Cabe destacar que, dentro del sector terciario, el 61.25% de las unidades (3,900) se dedicaban al comercio al por menor, mientras que el 98.97% de las unidades del sector secundario (577) se ubicaban en industrias manufactureras.

En la **alcaldía Tláhuac**, el 89.55% de las unidades económicas (15,119) y el 75.58% del personal ocupado se concentraban en el sector terciario; mientras que el restante 10.45% de las unidades (1,764) y el 24.42% del personal ocupado se ubicaba en el sector secundario. Dentro del sector terciario, principal sector económico en la demarcación, el 54.21% de las unidades (8,196) se dedicaban al comercio al por menor; mientras que el 98.75% de las unidades del sector secundario (1,742) se ubicaban en industrias manufactureras.

Tabla 2.6 Unidades Económicas y Personal Ocupado por Sector Económico en la Zona de Estudio, 2018

Alcaldía	Sector Primario		Sector Secundario		Sector Terciario		Total	
	Unidades económicas	Personal ocupado1/	Unidades económicas	Personal ocupado	Unidades económicas	Personal ocupado	Unidades económicas	Personal ocupado1/
Ciudad de México	24		34,337	557,878	393,598	3,739,154	427,959	4,297,032
Milpa Alta	1		583	1,859	6,367	12,579	6,951	14,438
Tláhuac	0	0	1,764	11,330	15,119	35,062	16,883	46,392

1/ Para las celdas que aparecen vacías, se omitieron los datos absolutos de las variables económicas, con el fin de garantizar el principio de confidencialidad y reserva (INEGI), por lo que la suma del Personal ocupado no coincide con el total de personal ocupado de la CDMX y Milpa Alta.

Fuente: Elaboración Propia con datos de los Censos Económicos 2019 del INEGI.

Cuando se analizan las unidades económicas por tamaño según el número de empleados (Ver Tabla 2.7), destaca que, en la zona de estudio, tanto las unidades económicas como el personal ocupado se concentraban en el estrato de 0-10 empleados. En Milpa Alta, el 99.02% de las unidades y el 89.41% del personal se ubicaban en este estrato; mientras que, en Tláhuac, el 97.63% de las unidades y el 69.35% del personal lo hacían. En particular, dentro de este estrato, en Milpa Alta, la mayor proporción de los micronegocios se dedicaban al comercio al por menor, con el 55.96% del total de unidades y el 45.67% del total del personal ocupado de la alcaldía. Esto quiere decir que, la estructura empresarial de la zona de estudio se caracteriza por estar conformada primordialmente por microempresas, empresas que se caracterizan por tener recursos limitados, pocos empleados y una organización sencilla; donde la presencia de empresas medianas es baja o muy baja, y las grandes empresas son inexistentes en el caso de Milpa Alta.

Tabla 2.7 Unidades Económicas y Personal Ocupado por Estrato en la Zona de Estudio, 2018

Alcaldía	Estrato	Unidades económicas	Personal ocupado	Unidades económicas (%)	Personal ocupado (%)
Milpa Alta	0 a 10	6,883	12,949	99.02%	89.41%
	11 a 50	64	1,047	0.92%	7.23%
	51 a 250	4	487	0.06%	3.36%
	Total	6,951	14,483	100.00%	100.00%
Tláhuac	0 a 10	16,483	32,172	97.63%	69.35%
	11 a 50	351	7,442	2.08%	16.04%
	51 a 250	44	4,676	0.26%	10.08%
	251 y más	5	2,102	0.03%	4.53%
	Total	16,883	46,392	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia con datos de los Censos Económicos 2019 del INEGI.

En la siguiente tabla, resume características relevantes de la actividad económica en la zona de estudio Milpa Alta - Tláhuac, respecto al tipo de actividad, las zonas con mayor actividad económica, el tamaño de las unidades económicas y la probabilidad de unidades económicas con más de 50 empleados, a partir del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2020 del INEGI.

Tabla 2.8 Actividad Económica de la Zona de Estudio

Sector	Milpa Alta	Tláhuac
Actividad económica	Comercio local, agricultura, producción artesanal (nopal, mole, etc.).	Comercio, manufactura, servicios y crecimiento urbano acelerado.
Zonas con mayor actividad económica	Centro de Milpa Alta (corredores comerciales, mercados y oficinas).	Avenidas principales (Av. Tláhuac y Av. La Turba).
Tamaño de las unidades económicas	Predominan micro y pequeños negocios (menos de 10 empleados).	Mayor presencia de unidades económicas medianas y grandes.
Probabilidad de encontrar UE +50 empleados	Baja: Predominan comercios familiares y talleres artesanales.	Media-Alta: Mayor presencia de supermercados, fábricas y servicios.
Excepciones de UE +50 empleados	Mercados municipales, cooperativas agrícolas y centros educativos.	Tiendas departamentales, centros logísticos y dependencias de gobierno.

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Población Económicamente Activa:

De acuerdo con los últimos datos del Censo de Población y Vivienda 2020, la población económicamente activa (PEA) de Milpa Alta ascendía al 67.0% de su población de 12 años y más, de la cual, el 98.6% (82,107 personas) se encontraba ocupada. Por su parte, la PEA de Tláhuac ascendió al 63.2%, de la cual, el 97.9% (202,179) se encontraba realizando algún trabajo. Esto quiere decir que la zona de estudio sigue un patrón similar al de la CDMX, en la cual, la PEA y su población ocupada eran del 64.4% y 97.8%, respectivamente.

En cuanto al nivel educativo de la población ocupada (Ver Tabla 2.9), resalta que, en Milpa Alta, el 82.1% de la población ocupada contaba como máximo con estudios de educación media superior, mientras que solo el 17.9% contaba con estudios (concluidos o no) de educación superior o posgrado. En el caso de Tláhuac, el nivel educativo presenta cierta mejoría, ya que la población ocupada hasta con estudios de educación media superior se reduce a 75.0% y la población con algún grado de educación superior o posgrado aumenta a 25.0%. Sin embargo, la escolaridad de la población ocupada de la zona de influencia es significativamente menor que la de la CDMX, en la que la población con estudios hasta de educación media superior baja al 60.7%, y aquella con algún grado de educación superior o posgrado sube a casi el 40%. Con base en lo anterior, podría esperarse que, en la zona de estudio, ante un menor nivel de estudios entre la población ocupada, menores son las oportunidades de obtener ingresos más altos, lo que incide en el bienestar y calidad de vida de los hogares.

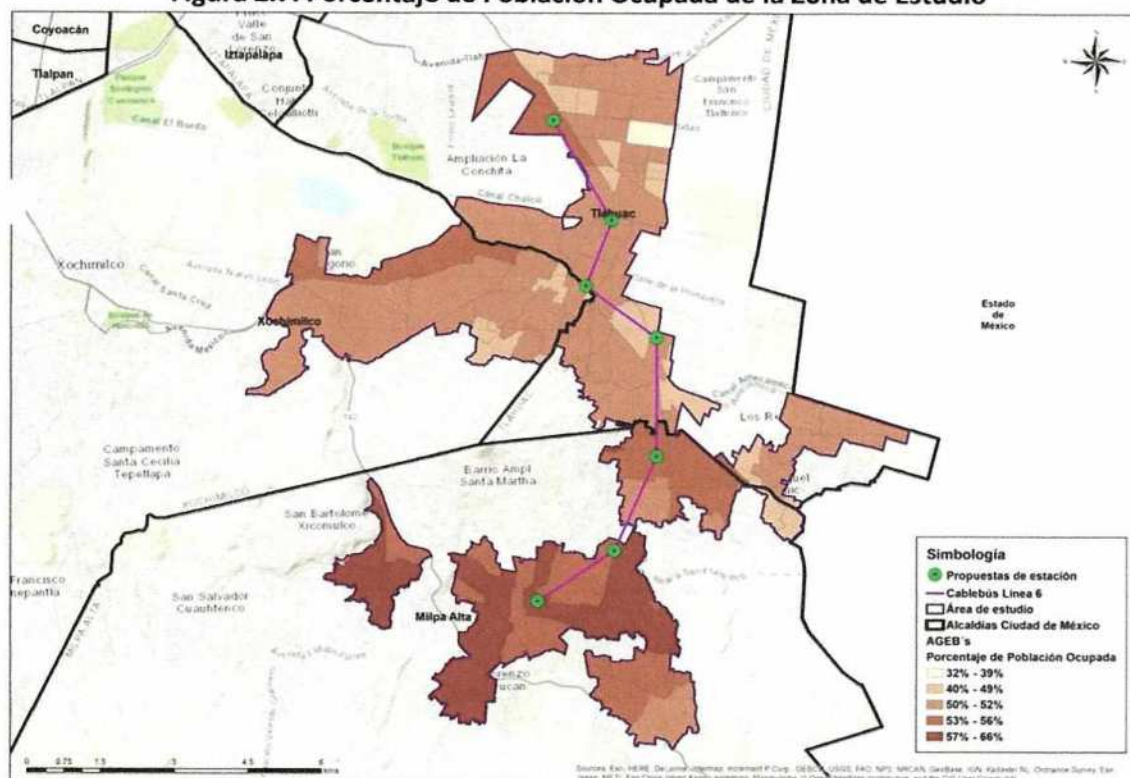
Tabla 2.9 Población Económicamente Activa y Población Ocupada de la Zona de Estudio, 2020

Alcaldía	Población total	Población de 12 años y más	Población económicamente activa (PEA)	PEA		Población no económicamente activa
				Población ocupada	Población desocupada	
CDMX	9,209,944	7,915,499	5,099,957	4,985,469	114,488	2,798,579
%	-	86.0	64.4	97.8	2.2	35.4
Milpa Alta	152,685	124,381	83,292	82,107	1,185	40,847
%	-	81.5	67.0	98.6	1.4	32.8
Tláhuac	392,313	326,890	206,502	202,179	4,323	119,860
%	-	83.4	63.2	97.9	2.1	36.7

Fuente: Elaboración Propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

Con respecto a la población ocupada en 2020 se observa que, en las manzanas que conforman la zona de estudio del trazo Milpa Alta - Tláhuac, existe un mayor porcentaje de población ocupada en Milpa Alta que en Tláhuac. En la zona de Milpa Alta, el porcentaje de ocupación de la población oscila entre el 50% y 66%, predominando equiparablemente las áreas con un porcentaje de ocupación entre el 53%-56% y el 57%-66%. En la zona de Tláhuac, el porcentaje de población ocupada es más homogéneo, concentrándose en un rango de 50%-52%, sin que se supere el 56% de ocupación y teniendo una pequeña área con una población ocupada entre el 32-39% (Ver Figura 2.7)

Figura 2.7. Porcentaje de Población Ocupada de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración Propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

Parque Vehicular:

De acuerdo con datos del INEGI, en 2023, el parque vehicular en la CDMX ascendió a 6,471,738 vehículos de motor registrados en circulación, de los cuales, 222 mil se ubicaban en la zona de estudio: 62,369 en la alcaldía Milpa Alta y 159,643 en la alcaldía Tláhuac, cifras que representan el 2.47% y 0.96%, respectivamente, del parque vehicular de la CDMX; de manera que estas dos demarcaciones se caracterizan por tener pocos vehículos en comparación con el resto de las alcaldías de la ciudad, al ocupar las posiciones 14 y 16 (Ver Tabla 2.10).

No obstante, cabe destacar el crecimiento significativo del parque vehicular en ambas alcaldías en los últimos 33 años, por encima del crecimiento en la CDMX. En este tenor, en el periodo 1990-2023, la ciudad ha experimentado una tasa de crecimiento de su parque vehicular del 227.26%, mientras que Milpa Alta y Tláhuac han crecido a tasas de 805.87% y 718.51%, respectivamente, tasas significativamente más altas.

Cuando se analiza la tasa de crecimiento media anual de las últimas tres décadas, podemos observar que, la alcaldía Tláhuac ha seguido la tendencia (primero creciente y después decreciente) de la CDMX, pero con tasas casi del doble de la ciudad. En tanto que, la alcaldía Milpa Alta ha presentado únicamente tasas de crecimiento positivas, cuadruplicando la tasa de la CDMX en el periodo 2010-2020.

Si bien es cierto que las altas TCMA para las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac se deben en gran parte por la baja cantidad de vehículos automotores en las demarcaciones, es un hecho que dicho incremento impone presión sobre las vialidades existentes que las conectan entre ellas y con el resto de la CDMX.

Tabla 2.10 Parque Vehicular y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de la Zona de Estudio, 1990-2020

Alcaldía	AÑO					TCMA		
	1990	2000	2010	2020	2023	1990-2000	2000-2010	2010-2020
Milpa Alta	6,885	10,249	18,630	58,956	62,369	4.06%	6.16%	12.21%
Tláhuac	19,504	30,062	71,593	147,473	159,643	4.42%	9.06%	7.49%
CDMX	1,977,554	2,511,543	4,166,756	6,145,553	6,471,738	2.42%	5.19%	3.96%

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Indicadores del INEGI.

Desarrollo Social**Nivel socioeconómico:**

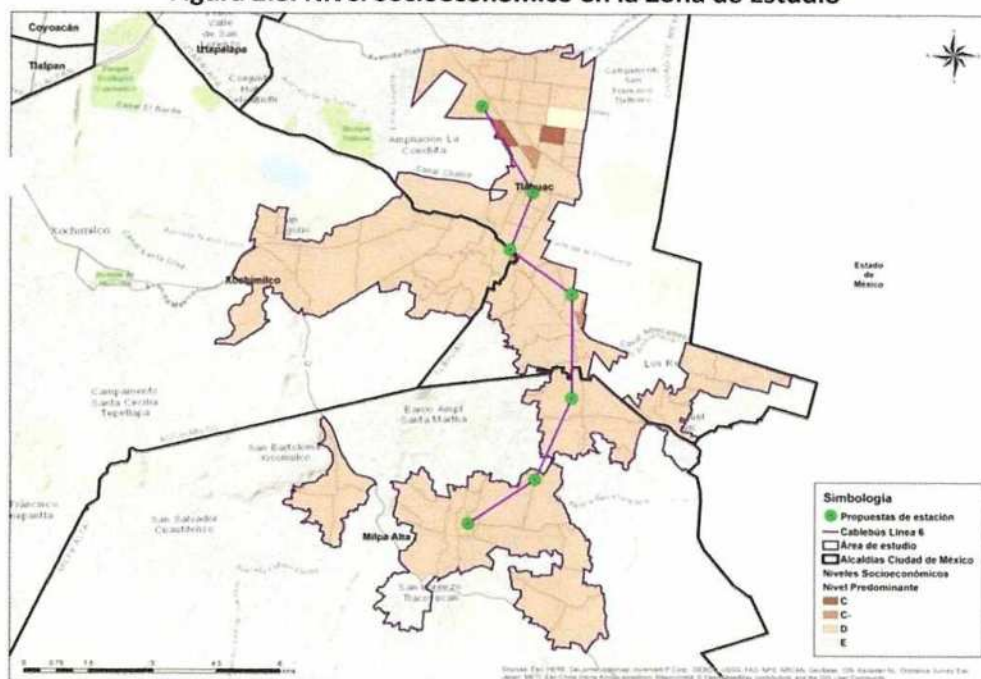
Para medir el bienestar económico y social de los hogares, la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI) calcula su Índice Socioeconómico, el cual, clasifica en 7 niveles qué tan satisfechas están sus necesidades de espacio, salud e higiene, comodidad y practicidad, conectividad, escolaridad, planeación y futuro.

En este tenor, el Índice Socioeconómico de la AMAI, revela que el nivel socioeconómico en la zona de estudio Milpa Alta - Tláhuac es muy homogéneo, al ser preponderantemente nivel D, que corresponde al segundo nivel socioeconómico bajo de la clasificación, y que se caracteriza porque la población tiene un nivel de vida básico, con bajo nivel educativo, baja conectividad y tecnología, con ingresos muy limitados, destinando poco menos de la mitad de su gasto (46%) a alimentación, por lo que los hogares podrían experimentar desafíos en términos de una buena calidad de vida.

Solo en la parte norte de la zona de estudio, en Tláhuac, se identifican algunas áreas con niveles socioeconómicos C y C- (niveles intermedios en la clasificación de la AMAI), lo que indica mejoría en las condiciones de educación, vivienda y acceso a servicios, así como una reducción en el gasto en alimentación e incremento en el gasto de transporte, incluidos autos privados en el nivel C. Finalmente, en la zona no se

observan áreas con nivel socioeconómico A/B, correspondiente a aquel con alto poder adquisitivo y estándar de vida elevado (Ver Figura 2.8).

Figura 2.8. Nivel Socioeconómico en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia con información de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI).

La infraestructura de transporte que se planea construir en el trazo de Milpa Alta - Tláhuac, atravesará principalmente zonas de bajo nivel socioeconómico. Esto podría representar una oportunidad significativa para mejorar la conectividad y ofrecer mejores opciones de movilidad a las comunidades que actualmente tienen un acceso limitado a transporte eficiente y favorecer el desarrollo económico y social en estas áreas.

Rezago social:

El Índice de Rezago Social (IRS) del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), agrega 11 indicadores de cuatro carencias sociales de la medición multidimensional de la pobreza (rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a los servicios básicos en la vivienda y la calidad y espacios en la vivienda) a partir de información de los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI. El IRS permite ordenar en 5 grados de mayor a menor rezago social a las entidades federativas, municipios y localidades.

En 2020, en el *índice de rezago social según entidad*, la CDMX presentó un muy bajo grado de rezago social, al ocupar la posición 30 entre las 32 entidades federativas. Y si bien, cada una de las 16 alcaldías de la ciudad también tuvieron un muy bajo grado en el *índice de rezago social según municipio*, destaca que Milpa Alta y Tláhuac ocuparon la primera y tercera posición de las alcaldías con mayor rezago social, respectivamente, con valores del IRS por encima del IRS de la CDMX (Ver Tabla 2.11).

Tabla 2.11 Indicadores, Índice y Grado de Rezago Social de la Ciudad de México y Zona de Estudio, 2020

Indicador	CDMX	Milpa Alta	Tláhuac
Índice de rezago social	-1.11535	-0.849953	-1.182614
Grado de rezago social	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
Población de 15 años o más analfabeta (%)	1.4	2.8	1.7
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (%)	5.2	4.2	5.0
Población de 15 años y más con educación básica incompleta (%)	17.5	23.2	20.2
Población sin derechohabencia a servicios de salud (%)	27.2	30.1	27.3
Viviendas con piso de tierra (%)	0.6	2.6	1.8
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario (%)	0.3	0.9	0.3
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (%)	1.1	10.5	2.1
Viviendas que no disponen de drenaje (%)	0.2	1.5	0.2
Viviendas que no disponen de energía eléctrica (%)	0.1	0.4	0.2
Viviendas que no disponen de lavadora (%)	17.2	32.4	22.7
Viviendas que no disponen de refrigerador (%)	6.3	20.2	9.2
Población total	9,209,944	152,685	392,313

Fuente: Elaboración propia con información de indicadores, índice y grado de rezago social, según entidad y municipios del CONEVAL (2020).

C

Quando analizamos el índice y grado de rezago social según localidad al interior de la CDMX, las localidades de las alcaldías de Milpa Alta y Tláhuac presentaban, en 2020, grados de rezago bajo y medio. En el caso de la alcaldía Milpa Alta, de las 213 localidades existentes en 2020, casi la mitad (103) presentaban un grado bajo de rezago social, equivalente al 48.36% del total; cerca de la otra mitad de las localidades (91) tenía un grado medio de rezago social, correspondiente al 42.72% del total; y el restante 8.92% de las localidades (19), presentaba un alto grado de rezago (Ver Tabla 2.12).

En el caso de la distribución del grado de rezago social en las 46 localidades de la alcaldía Tláhuac en 2020, se observa que, este sigue un patrón similar al de Milpa Alta, donde casi la mitad de las localidades (21) presentaban un grado medio de rezago social, equivalente al 45.65%; el 39.13%, correspondiente a 18 localidades, tenían un grado bajo de rezago; y el restante 15.22% de las localidades (7), presentaba un alto grado de rezago.

Tabla 2.12 Grado de Rezago Social y su Distribución en las localidades de la Zona de Estudio, 2020

Alcaldía	Localidades	Grado de Rezago Social			Distribución (%)		
		Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Milpa Alta	213	103	91	19	48.36	42.72	8.92
Tláhuac	46	18	21	7	39.13	45.65	15.22

Fuente: Elaboración propia con información de indicadores, índice y grado de rezago social, según localidad al interior de la Ciudad de México del CONEVAL (2020).

En Milpa Alta, destaca que el 31.8% de la población de 15 años y más no ha concluido la educación básica y el 32% de la población no es derechohabiente de algún sistema de salud, cifras que en algunas localidades llegan al 81.8% y 100%, respectivamente; mientras que en el 56.3% de las localidades toda la población de 6

a 14 años asiste a la escuela. Con respecto a las viviendas, el 36.6% carece de agua entubada, el 45% no tiene lavadora y el 35.1% no tiene refrigerador; no obstante que, existen localidades en las que el 100% de las viviendas carecen de agua entubada, drenaje, lavadora y refrigerador. Ahora bien, en el 74.2% de las localidades, las viviendas disponen de energía eléctrica; en el 63.8%, la totalidad de las viviendas disponen de sanitario; y en el 57.3%, las viviendas disponen de drenaje. Las carencias con mayor varianza entre las localidades de Milpa Alta son la población de 6-14 años que no asiste a la escuela, así como las viviendas que carecen de sanitario, drenaje y energía eléctrica (Ver Tabla 2.13).

Con respecto al IRS en las localidades de Milpa Alta, si bien, este varía de 0.02411 a 10.37637 -donde 6 localidades se acercan al valor más bajo y 3 localidades al valor más alto), la varianza es baja, por lo que los IRS de la mayoría de las localidades se concentran alrededor de la media, asociado a un rezago social medio. Destaca que, las 19 localidades con un alto grado de rezago social corresponden a localidades pequeñas, donde su población es menos de 82 habitantes.

Tabla 2.13 Indicadores e Índice de Rezago Social en las localidades de Milpa Alta, 2020.

Indicador	Máximo	Media	Mínimo	Mediana	Moda	Frecuencia absoluta ^{1/}	Frecuencia relativa ^{2/}
Índice de rezago social	10.37637	3.26442	0.02411	3.08718	-	-	-
Población total	27,768	716.1	6.0	72.0	11.0	6	2.8%
Población de 15 años o más analfabeta (%)	40.0	4.9	0.0	4.9	0.0	47	22.1%
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (%)	100.0	4.7	0.0	0.0	0.0	120	56.3%
Población de 15 años y más con educación básica incompleta (%)	81.8	31.8	0.0	30.6	40.0	6	2.8%
Población sin derechohabiencia a servicios de salud (%)	100.0	32.0	0.0	29.9	50.0	4	1.9%
Viviendas con piso de tierra (%)	45.5	4.8	0.0	2.0	0.0	95	44.6%
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario (%)	66.7	2.9	0.0	0.0	0.0	136	63.8%
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (%)	100.0	36.6	0.0	18.8	0.0	49	23.0%
Viviendas que no disponen de drenaje (%)	100.0	5.1	0.0	0.0	0.0	122	57.3%
Viviendas que no disponen de energía eléctrica (%)	66.7	2.7	0.0	0.0	0.0	158	74.2%
Viviendas que no disponen de lavadora (%)	100.0	45.0	0.0	42.9	66.7	12	5.6%
Viviendas que no disponen de refrigerador (%)	100.0	35.1	0.0	31.7	33.3	11	5.2%

1/ Corresponde al número de localidades que reportaron el valor de la Moda en ese indicador.

2/ Corresponde al porcentaje de localidades que reportaron el valor de la Moda en ese indicador.

Fuente: Elaboración propia con información de indicadores, índice y grado de rezago social, según localidad al interior de la Ciudad de México del CONEVAL (2020).

En el caso de las localidades de Tláhuac, realza que el 34.2% de la población de 15 años y más no ha concluido la educación básica y el 37.2% de la población no tiene acceso a sistemas de salud, cifras que en algunas localidades llegan alrededor del 85% en ambos casos; mientras que, en menos de la mitad de las localidades (43.5%) toda la población de 6 a 14 años asiste a la escuela. Con respecto a las viviendas, el 39.5% carece de agua entubada, el 45.2% no tiene lavadora y el 36.9% no tiene refrigerador; aunque que, existen localidades en las que el 100% de las viviendas carecen de agua entubada y refrigerador, y el 87.5% de lavadora. Por su parte, en el 41.3% de las localidades, las viviendas disponen de energía eléctrica; en el 54.35%, la totalidad de las viviendas disponen de sanitario; y en el 52.2%, las viviendas disponen de drenaje. Las carencias con mayor varianza entre las localidades de Tláhuac, como en el caso de Milpa Alta, son la población de 6-14 años que no asiste a la escuela, así como las viviendas que carecen de sanitario, drenaje y energía eléctrica (Ver Tabla 2.14).

En cuanto al valor del IRS entre las localidades de Tláhuac, aunque este varía de 0.82250 a 9.13817 -donde solo 1 localidad está en el valor más bajo y 1 localidad en el valor más alto), la varianza es baja, por lo que los IRS de una mayoría de las localidades se concentran alrededor de la media, correspondiente a un rezago social medio. Como en el caso de Milpa Alta, destaca que, las 7 localidades con un alto grado de rezago social corresponden a localidades pequeñas con menos de 80 habitantes.

Los datos previos permiten señalar que, aunque las localidades de la alcaldía Tláhuac siguen un patrón similar en términos de carencias a las de Milpa Alta, las carencias se presentan con mayor intensidad en las localidades de esta última demarcación. Aunado a ello, las discrepancias en términos de la población que no asiste a la educación primaria y secundaria y las viviendas que carecen de sanitarios, drenaje y energía eléctrica, junto con localidades con alta presencia de dichas carencias, ameritan especial atención por parte del Estado.

Tabla 2.14 Indicadores e Índice de Rezago Social en las localidades de Tláhuac, 2020.

Indicador	Máximo	Media	Mínimo	Mediana	Moda	Frecuencia absoluta ^{1/}	Frecuencia relativa ^{2/}
Índice de rezago social	9.13817	3.68744	0.82250	3.60900	-	-	-
Población total	323,771	8,527.2	13	121	90	2	4.35%
Población de 15 años o más analfabeta (%)	20.8	4.7	0.0	3.4	0.0	6	13.04%
Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela (%)	25.0	4.9	0.0	3.4	0.0	20	43.48%
Población de 15 años y más con educación básica incompleta (%)	83.3	34.2	3.8	30.1	30.1	2	4.35%
Población sin derechohabencia a servicios de salud (%)	86.7	37.2	1.5	32.7	27.8	2	4.35%
Viviendas con piso de tierra (%)	59.1	14.6	0.0	10.7	0.0	7	15.22%
Viviendas que no disponen de excusado o sanitario (%)	20.0	1.8	0.0	0.0	0.0	25	54.35%
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red pública (%)	100.0	39.5	0.0	45.5	0.0	9	19.57%
Viviendas que no disponen de drenaje (%)	40.0	4.8	0.0	0.0	0.0	24	52.17%
Viviendas que no disponen de energía eléctrica (%)	50.0	5.7	0.0	0.2	0.0	19	41.30%
Viviendas que no disponen de lavadora (%)	87.5	45.2	11.1	42.4	80.0	4	8.70%
Viviendas que no disponen de refrigerador (%)	100.0	36.9	0.0	33.9	28.6	3	6.52%

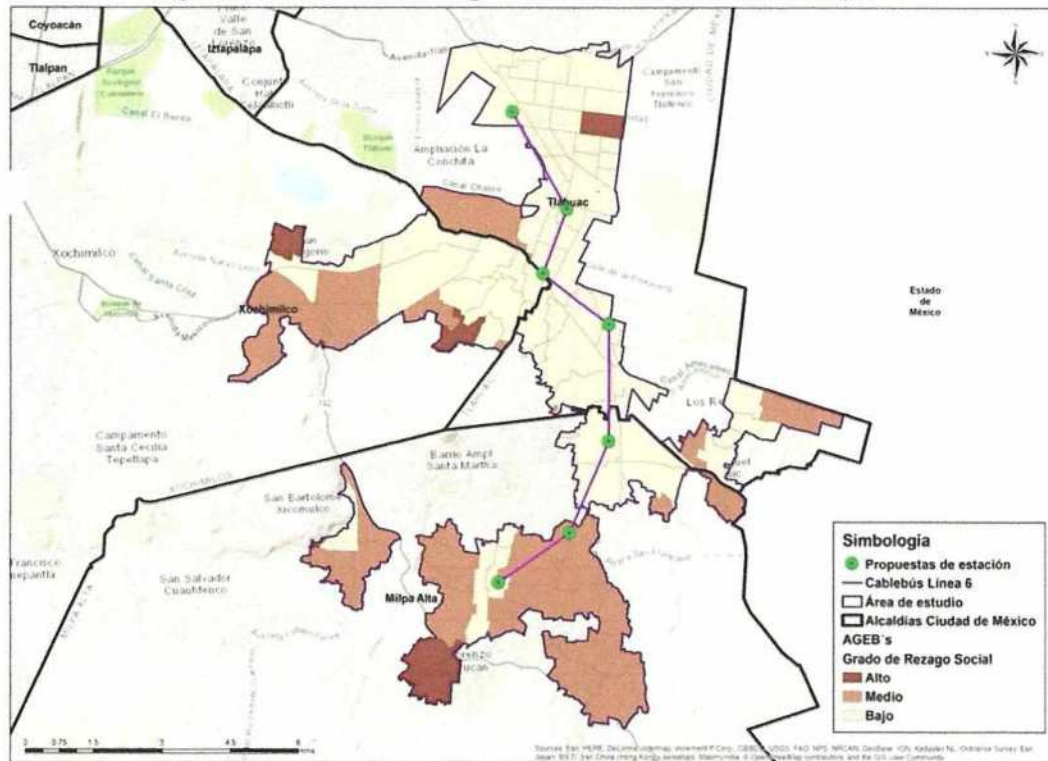
1/ Corresponde al número de localidades que reportaron el valor de la Moda en ese indicador.

2/ Corresponde al porcentaje de localidades que reportaron el valor de la Moda en ese indicador.

Fuente: Elaboración propia con información de indicadores, índice y grado de rezago social, según localidad al interior de la Ciudad de México del CONEVAL (2020).

Por otra parte, cuando se observan las manzanas que conforman la zona de estudio en la alcaldía Tláhuac, se identifica que el grado de rezago social es relativamente homogéneo dentro de su territorio, con un grado bajo. En contraste, en la zona de Milpa Alta el rezago social es más heterogéneo en la zona, al coexistir equiparablemente áreas con grado de rezago social medio y bajo, junto con un área de alto grado de rezago; por lo que las localidades de Milpa Alta enfrentan mayores carencias sociales y pueden requerir intervenciones prioritarias en materia de desarrollo urbano y social (Ver Figura 2.9).

Figura 2.9. Grado de Rezago Social en la Zona de Estudio, 2020



Fuente: Elaboración propia con información del CONEVAL (2020).

Desarrollo Social de la CDMX:

El Consejo de Evaluación de la Ciudad de México (EVALÚA) calcula el Índice de Desarrollo Social (IDS) para la CDMX y sus demarcaciones territoriales a partir de los datos del Censo de Población y Vivienda del INEGI. El IDS resume ocho indicadores agregados (vivienda, educación, bienes durables, energía, adecuación sanitaria, telecomunicaciones, salud y seguridad social) y se calcula con el método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) que forma parte del Método de Medición Integrada de la Pobreza (MMIP). El IDS se desagrega en cinco estratos a partir de la división en quintiles de las manzanas que conforman la CDMX.

De acuerdo con el IDS 2020, el 46.0% de la población de la CDMX tenía un grado de desarrollo social muy bajo y bajo, el 22.1% de la población tenía un grado de desarrollo social medio, y 32.0% un grado de desarrollo social alto o muy alto. Cuando se analiza el IDS por alcaldía, destaca que la zona de estudio se encuentra entre las tres últimas posiciones de grado de desarrollo social, donde la alcaldía de Tláhuac ocupa la posición 14, con un grado de desarrollo social bajo, y la alcaldía de Milpa Alta ocupa la última posición, al ser la única demarcación con un desarrollo social muy bajo.

Al interior de las alcaldías, destaca que el 73.0% de las manzanas de Milpa Alta y el 31.0% de las manzanas de Tláhuac sufren de un desarrollo social muy bajo (Ver Tabla 2.15).

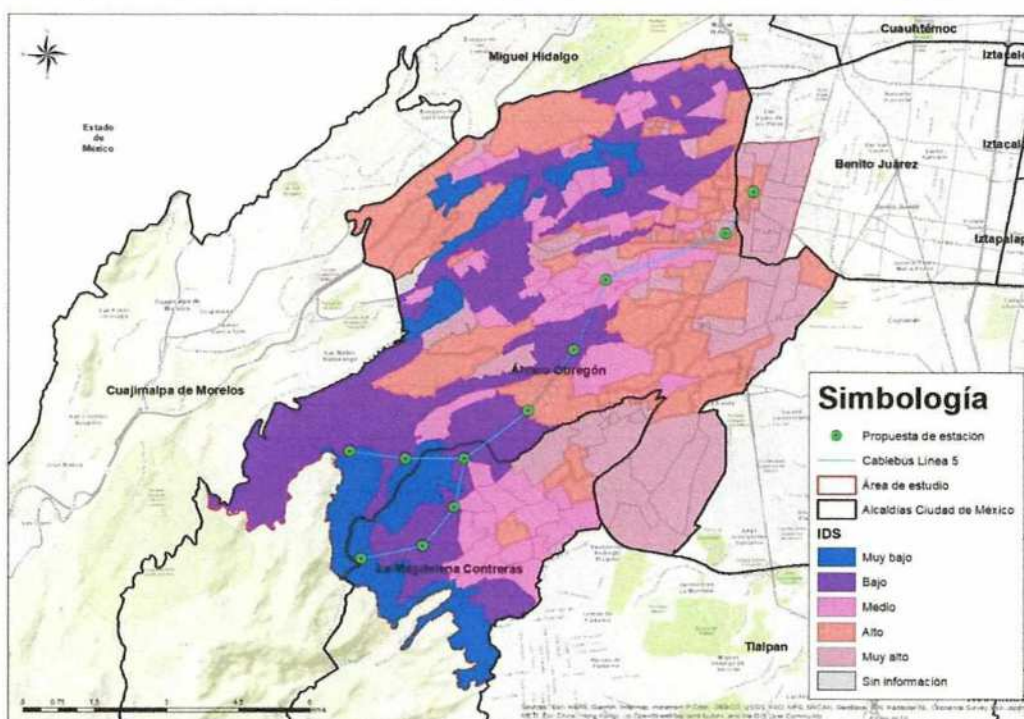
Tabla 2.15 Manzanas y su Distribución por Estrato del Índice de Desarrollo Social de la Zona de Estudio, 2020

Alcaldía	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Total	Sin Información
Milpa Alta	911	251	68	13	5	1248	95
%	73.0%	20.1%	5.4%	1.0%	0.4%	100.0%	-
Tláhuac	980	1005	607	400	167	3159	178
%	31.0%	31.8%	19.2%	12.7%	5.3%	100.0%	-

Fuente: Elaboración propia con información del EVALÚA (2020).

Cuando se observa el grado de desarrollo social en las zonas alrededor del trazo propuesto para el proyecto Milpa Alta – Tláhuac, se identifica que toda el área de Milpa Alta presenta un grado de desarrollo social muy bajo, mientras que, en el área de Tláhuac, se presenta de manera proporcional grados de desarrollo social muy bajo y bajo (Ver Figura 2.10). Lo anterior implica que la zona de estudio enfrenta condiciones significativas de rezago social, pobreza y desigualdad, lo que impide el acceso efectivo a derechos fundamentales y a una buena calidad de vida de sus habitantes.

Figura 2.10. Índice Desarrollo Social por AGEB en la Ciudad de México, 2020



Fuente: Elaboración propia con datos del EVALÚA (2020).

De acuerdo con el método de Necesidades Básicas Insatisfechas de EVALÚA, que identifica las carencias más relevantes en términos de acceso a los derechos económicos, sociales y culturales, en 2020, el 16.8% de la población de la CDMX presentaba pobreza extrema (pobreza muy alta y alta) por necesidades básicas y el 57.4% se encontraba en situación de pobreza (pobreza extrema más pobreza moderada). A nivel alcaldía, destaca que Milpa Alta es la demarcación con la mayor población en pobreza extrema (36.2%) y en pobreza (80.0%); mientras que Tláhuac ocupaba la cuarta posición, con 22.4% de su población en pobreza extrema y 67.6% en pobreza. En particular, si bien, en 2020 Milpa Alta mejoró en todas las dimensiones del NBI respecto a 2015, es la alcaldía con el mayor porcentaje de población en pobreza extrema y en pobreza en cada una de

las dimensiones; mientras que Tláhuac oscila en las posiciones tercera y cuarta en cada una de ellas (Ver Tabla 2.16).

Tabla 2.16 Población en Pobreza por Necesidades Básicas en la Zona de Estudio, 2020

Demarcación territorial	Pobreza extrema ^{1/} (%)	Pobreza ^{2/} (%)	Pobreza por Dimensión del NBI (%)						
			Vivienda	Servicios sanitarios	Salud	Educación	Seguridad social	Internet	Bienes durables
Milpa Alta	36.2	80.0	69.1	66.5	67.6	32.1	63.6	47.3	46.4
Tláhuac	22.4	67.6%	56.9	41.5	51.3	28.6	47.6	27.4	38.2
CDMX	16.8	57.4	48.9	27.0	40.4	23.1	40.8	20.5	32.9

1/ Corresponde a la suma de los estratos de pobreza muy alta y alta.

2/ Corresponde a la suma de pobreza extrema y el estrato de pobreza moderada.

Fuente: Elaboración propia con información del EVALÚA (2020).

Régimen de Tenencia de la Tierra y Uso de Suelo

En la **alcaldía Milpa Alta**, de acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (PDDU) vigente, la tenencia de la tierra se caracteriza por una predominancia de la propiedad comunal, con más del 90% del total (26,913.6 ha), complementada con superficies de propiedad ejidal equivalente al 6.6% (1,892.0 ha) y privadas (Ver Tabla 2.17). La predominancia de la propiedad comunal y ejidal en Milpa Alta tiene implicaciones significativas para el desarrollo urbano y la gestión del territorio.

Tabla 2.17 Superficie y Distribución de la Tenencia de la Tierra en Milpa Alta

Tipo de propiedad	Superficie (ha)	Distribución (%)
Comunal	26,913.6	93.20%
Ejidal	1,892.0	6.55%
Pública (vialidad)	70.7	0.24%
Privada	n.d.	-
Total ^{1/}	28,876.3	100%

1/ La suma de estas superficies excede la extensión territorial de la alcaldía debido a que algunas tierras comunales de los pueblos originarios de Milpa Alta se encuentran en la alcaldía de Xochimilco.

Fuente: Elaboración propia con información del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Milpa Alta (2011).

Aunado a ello, de conformidad con el Programa General de Desarrollo Urbano (PGDU) y el Programa General de Ordenamiento Ecológico (PGOE) vigentes en la CDMX, y como se establece en el PDDU de Milpa Alta, la totalidad de la superficie de la alcaldía está catalogada como Suelo de Conservación con el fin de proteger los ecosistemas y proveer servicios ambientales a la CDMX y la ZMVM; por lo que no puede destinarse al desarrollo habitacional, industrial ni comercial. Por ello, en la alcaldía no se pueden llevar a cabo proyectos de urbanización y desarrollo inmobiliarios, realizar actividades industriales o extractivas, actividades agropecuarias de alto impacto o cambiar el tipo de uso de suelo.¹

¹ Cabe precisar que, con base en la incorporación del Suelo Rural como una categoría en la clasificación primaria del tipo de suelo establecida en la Constitución Política de la Ciudad de México, en el Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial (PGOT), pendiente de publicarse, se cambió el 20% del Suelo de Conservación de la CDMX a Suelo Rural, principalmente en las alcaldías de Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco y Tlalpan. Sin embargo, en el Acuerdo celebrado el 9 de diciembre de 2022, entre la Alcaldía Milpa Alta, la Secretaría de Gobierno de la CDMX y los pueblos originarios, se estableció que el PGOT no tendrá efectos legales y administrativos sobre el territorio comunal y ejidal de Milpa Alta; además de que se mantendrá vigente y seguirá aplicando lo dispuesto en el PGOE con relación al ordenamiento territorial y zonificación primaria del suelo.

No obstante, lo anterior de acuerdo con el PDDU de Milpa Alta, el 10% de la superficie de la alcaldía está ocupada por los núcleos urbanos de los 12 pueblos originarios, el 41% está dedicada al desarrollo de actividades agropecuarias y el 49% de la superficie restante son zonas boscosas; lo que representa retos para la preservación ecológica de la demarcación, la cual debe coexistir con el ordenamiento territorial y urbano de los pueblos rurales que habitan en ella. Esto es, a causa de las interacciones que ocurren en Milpa Alta entre el área urbana y el Suelo de Conservación, se han desencadenado diversos procesos (como los asentamientos irregulares) que provocan el deterioro de sus recursos naturales que impacta en la calidad de vida de sus habitantes. Las características de los suelos presentes en la alcaldía hacen indispensable que las actividades productivas se desarrollen bajo esquemas que promuevan la conservación del medio ambiente, pues la mayoría de estos suelos presentan limitaciones para un aprovechamiento agrícola o forestal óptimo. Esto hace necesario proteger las zonas que aún se conservan y que poseen un alto valor ambiental para la región.

Por su parte, en la **alcaldía de Tláhuac**, de conformidad con el PDDU vigente, la tenencia de la tierra también se caracteriza por una mezcla de propiedad social (ejidal), pública y privada; en la que poco más del tercio de la tierra de la alcaldía (3,066.16 ha) es propiedad de 7 núcleos ejidales, lo que también influye en la evolución histórica y el desarrollo urbano de la alcaldía (Ver Tabla 2.18).

Tabla 2.18 Superficie y Distribución de la Tenencia de la Tierra en Tláhuac

Alcaldía	Tipo de propiedad	Superficie (ha)	Distribución (%)
Milpa Alta	Ejidal	3,066.16	35.93%
	Pública	3,403.66	39.88%
	Privada	2,064.80 ^{1/}	24.19%
	Total	8,534.62	100.00%

1/ Dato aproximado.

Fuente: Elaboración propia con información del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tláhuac (2011).

Además, conforme con el PGDU vigente en la CDMX, la superficie de la alcaldía Tláhuac se clasifica como Suelo Urbano y Suelo de Conservación. El 24.19% de la superficie se clasifica como Suelo Urbano, correspondiente a 2,064.8 ha, mientras que el restante 66.49% de la superficie, equivalente a 6,469.82 ha, es Suelo de Conservación ubicado especialmente en el sur (en el límite con Milpa Alta y Xochimilco) y oriente de la alcaldía (Ver Tabla 2.19); elemento fundamental a considerar para poder desarrollar proyectos urbanos estratégicos que permitan la integración de la alcaldía e impulsen su desarrollo económico y social.²

Tabla 2.19 Distribución del Uso de Suelo en Tláhuac

Alcaldía	Uso de suelo	Superficie (ha)	Distribución (%)
Tláhuac	Suelo Urbano	2,064.80	24.19%
	Suelo de Conservación	6,469.82	75.81%
	Total	8,534.62	100.00%

Fuente: Elaboración propia con información del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tláhuac (2008).

² Cabe precisar que, con base en la incorporación del Suelo Rural como una categoría en la clasificación primaria del tipo de suelo establecida en la Constitución Política de la Ciudad de México, en el Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial (PGOT), pendiente de publicarse, se cambió el 20% del Suelo de Conservación de la CDMX a Suelo Rural, principalmente en las alcaldías de Milpa Alta, Tláhuac, Xochimilco y Tlalpan. En este tenor, en el caso de Tláhuac, se mantiene el Suelo de Conservación al norte de la alcaldía, mientras que el territorio al sur de la alcaldía, se modificaría a Suelo Rural; sin embargo, el trazo propuesto para las estaciones de la ruta Milpa Alta – Tláhuac que cruzarían Tláhuac, lo harían en territorio con Suelo Urbano o en poblados en suelo de conservación.

Problemática que se pretende resolver

Problema central:

Un elemento importante en un diagnóstico de una intervención pública es la definición de la problemática a atender. En este caso, se ha identificado que el problema central que se pretende resolver con el Proyecto es: *“Los usuarios de transporte de la Alcaldía Milpa Alta y la zona sur de la Alcaldía Tláhuac presentan movilidad deficiente”*.

Causas del problema central:

Las causas directas identificadas que generan el problema público central son: la congestión de las vialidades, la falta de accesibilidad y el bajo nivel del transporte público, las cuales se detallan a continuación.

1. Vialidades con congestión:

La alcaldía de Milpa Alta y la zona sur de Tláhuac cuentan con pocas rutas de acceso y salida que no están integradas a grandes ejes viales ni al sistema de transporte público de la CDMX, obstaculizando la integración social y económica con el resto de la ciudad, fenómeno que se ha presentado históricamente en la zona de estudio debido al desarrollo endógeno y aislado de los pueblos originarios que conforman Milpa Alta, pero que también están presentes en Tláhuac. El acelerado crecimiento del parque vehicular en ambas alcaldías en los últimos 30 años ha incidido en el uso intensivo de las carreteras que comunican con otras áreas de la CDMX y de las vías locales, las cuales se han vuelto insuficientes para satisfacer la demanda actual de infraestructura vial, dificultando la movilidad de las personas al interior de la zona y hacia otras zonas de la CDMX, provocando un congestionamiento de las vías existentes.

Lo anterior, resalta la necesidad de una planificación urbana que considere las particularidades del entorno natural y social, que busque fortalecer la infraestructura urbana, pero respetando y adaptándose a las condiciones biofísicas del territorio, al tipo de suelo y a los usos y costumbres de la población que habitan en la zona de estudio.

Infraestructura vial deficiente e insuficiente

La red vial de Milpa Alta está conformada por vías primarias, secundarias e interurbanas que conectan entre sí a los pueblos originarios y a estos con las alcaldías de Xochimilco y Tláhuac, puntos intermedios para comunicarse con el resto de la CDMX, el suroriente del Estado de México y el nororiente de Morelos. La alcaldía se caracteriza por contar con pocas rutas de acceso y, al ser tres sus rutas principales de acceso:

- 1.- Carretera Xochimilco-Oaxtepec. Es la vía más transitada y corta para ingresar a Milpa Alta. Inicia en San Gregorio Atlapulco (Xochimilco), atraviesa San Pedro Atocpan y Villa Milpa Alta, y continúa hacia el Estado de Morelos.
- 2.- Ruta desde Santa María Nativitas. Conecta con Santa Cecilia Tepetlapa y se incorpora a la carretera hacia San Bartolomé Xicomulco, extendiéndose hacia Oztotepec, Atocpan y Villa Milpa Alta.
- 3.- Acceso desde Tláhuac. Desde San Antonio Tecómitl, la carretera se bifurca hacia Mixquic y, por otra parte, hacia Tecoxpa y la cabecera delegacional.

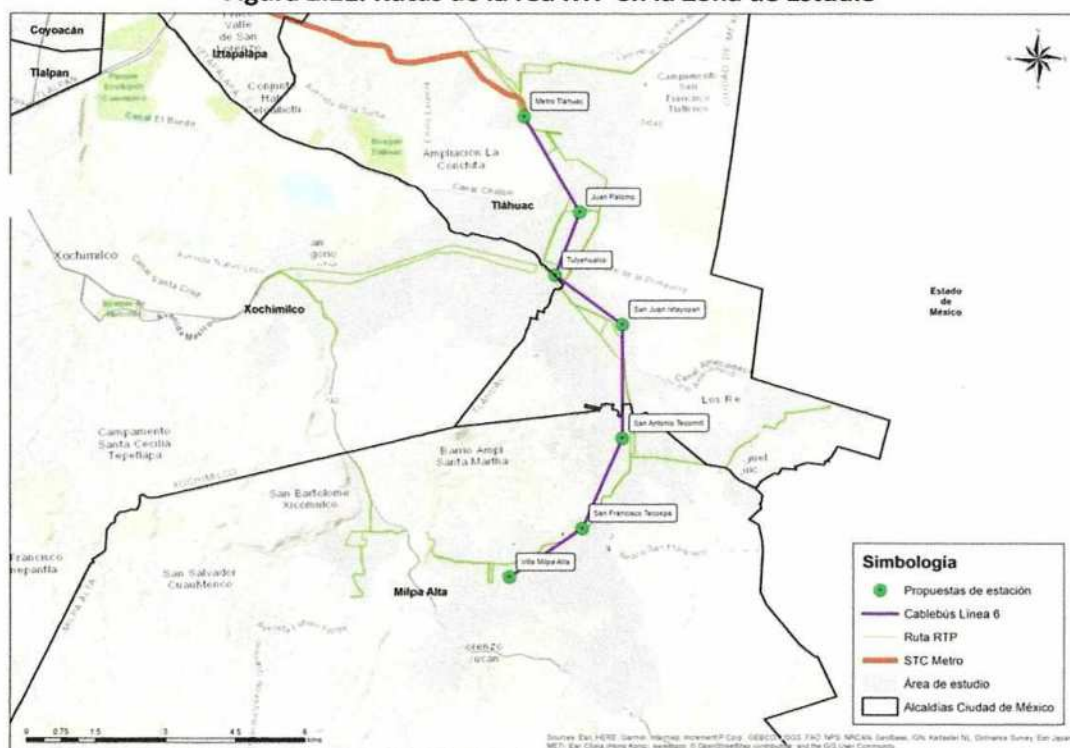
La estructura vial de Milpa Alta se caracteriza por ser deficiente, con vías estrechas, mal señalizadas, sin nomenclatura adecuada y sin paraderos formales. La mayoría de los poblados están construidos sobre terrenos irregulares y con pendientes pronunciadas, lo que deriva en calles mal trazadas, caminos estrechos y con poca continuidad. La existencia de pocas vialidades principales, junto con el crecimiento del parque

vehicular, genera congestión, como en Av. México o Av. 5 de Mayo. Además, la alcaldía cuenta con caminos rurales como vías secundarias, muchas de las cuales son de terracería, lo que dificulta el tránsito durante la temporada de lluvias.

El sistema de transporte en Milpa Alta, de acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano (2011), se componía de 8 rutas de transporte colectivo con 24 trayectos urbanos y dos suburbanos, 9 rutas de RTP, 32 sitios de taxis. Y si bien, una de las rutas se dirige hacia Ciudad Universitaria, la mayoría de ellas se dirigen hacia Xochimilco y a la terminal del metro Taxqueña. Si bien, la red comunica a todos los pueblos entre sí, no todos están comunicados con el resto de la CDMX, algunos poblados como San Lorenzo Tlacoyucan, Santa Ana Tlacotenco y San Juan Tepenáhuac las rutas solo llegan a Villa Milpa Alta, lo que limita su acceso al transporte, obligando a realizar transbordos costosos y prolongados.

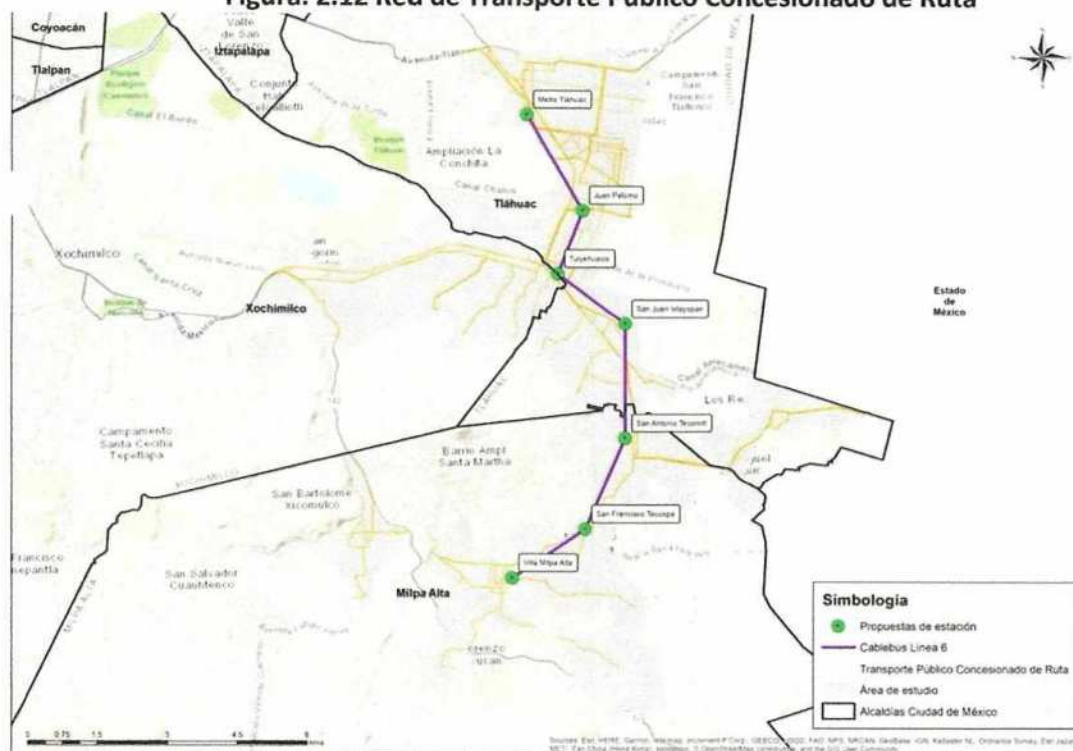
La baja presencia de la red RTP ha generado una mayor dependencia de la red de transporte público concesionado (Ver Figuras 2.11 y 2.12). Además, la mayoría de las rutas se concentran en los centros de los pueblos, generando una saturación de las vías en horas pico y complicaciones viales. Aunado a ello, las tradiciones locales y festividades, celebradas en la vía pública, ocasiona cierres temporales que afectan la circulación durante varios días en diversos puntos de la demarcación.

Figura 2.11. Rutas de la red RTP en la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 2.12 Red de Transporte Público Concesionado de Ruta



Fuente: Elaboración propia.

En la alcaldía Tláhuac, aunque el terreno plano en la mayor parte de su territorio facilita el desarrollo urbano y la línea 12 del Metro conecta parcialmente a la delegación con el resto de la CDMX, su conectividad depende casi exclusivamente de la Avenida Tláhuac, y en menor medida de Camino Real a San Juan, lo que limita la vinculación vial con otras zonas, tanto en sentido norte-sur como oriente-poniente, y con otras alcaldías. Además, la cobertura limitada del sistema de transporte urbano (línea 12 primordialmente) ha generado una mayor dependencia de la red de transporte público concesionado, como microbuses y combis.

Además, la transición entre la ciudad consolidada en el norte y centro de la demarcación y las zonas rurales del sur en Mixquic, San Juan Ixtayopan y San Nicolás Tetelco (ubicadas en los límites con Milpa Alta), genera mayores desequilibrios en infraestructura y transporte; toda vez que la estructura rural y menor densidad poblacional en la zona sur, incide en que haya poca oferta de transporte público, con frecuencias bajas y rutas limitadas, requiriendo que la gente camine largas distancias para llegar a paradas o estaciones.

Crecimiento poblacional endógeno y aislado

Históricamente, Milpa Alta ha estado aislada del resto de la ciudad y con serias deficiencias en transporte público. La población se concentra en doce pueblos originarios reconocidos por haber existido y mantenido una tradición a lo largo de toda la historia del Valle de México. Estas zonas habitadas se encuentran en un entorno geográfico y ecológico particular que ha influenciado la forma en que se ha desarrollado su entorno social, económico y urbano.

Los pueblos y localidades de Milpa Alta se caracterizan por estar muchos de ellos dispersos y separados por áreas forestales o agrícolas, lo que afecta su movilidad debido a una falta de infraestructura vial continua entre los núcleos poblacionales, la baja frecuencia del transporte público y el difícil acceso peatonal entre localidades.

El crecimiento demográfico en Milpa Alta principalmente en las últimas tres décadas sobre su Suelo de Conservación ha generado que la alcaldía enfrente problemas relacionados con el avance del área urbana, asociados con el crecimiento desordenado de los pueblos originarios, así como la proliferación de asentamientos humanos irregulares. Lo anterior, ha obstaculizado el acceso de su población a servicios públicos como salud, educación, energía eléctrica y telecomunicaciones, así como a una vivienda digna. Asimismo, aunque el territorio de Milpa Alta posee gran valor ecológico y ambiental para toda la CDMX y tener una vocación primordialmente agrícola, su economía se caracteriza por estar concentrada en micronegocios dedicados al comercio al por menor, muchos de ellos dentro del sector informal sin acceso a seguridad social.

Por su parte, la alcaldía Tláhuac combina zonas urbanas densamente pobladas en el norte y centro de la alcaldía, con áreas de uso agrícola tradicional y ecológico en el sur (en los límites con Milpa Alta y Xochimilco), donde habitan los 7 núcleos ejidales, lo que la convierte en una alcaldía de transición entre lo urbano y lo rural, que enfrenta una distribución desigual de servicios, infraestructura y movilidad, pero también un rezago generalizado con respecto a la mayoría de las alcaldías del resto de la CDMX.

Es por ello por lo que ambas alcaldías (junto con Xochimilco) presentan los grados de desarrollo social más bajos en la CDMX. Lo anterior implica que la zona de estudio enfrenta condiciones significativas de rezago social, pobreza y desigualdad, obligando en muchos de los casos, a que sus pobladores se trasladen a otras zonas de la ciudad alejadas de sus hogares (en términos de distancia o tiempo) para tener mejores puestos de trabajo que les permitan obtener mayores ingresos.

Crecimiento del parque vehicular

Hasta 1970, la alcaldía de Milpa Alta tenía solo 33 mil habitantes y su conexión con la ciudad estaba limitada a dos carreteras. El crecimiento poblacional se aceleró en los años 70 con la construcción de la carretera Xochimilco-Oaxtepec y la expansión de la mancha urbana del sureste del Estado de México. A pesar de que en los 80 su crecimiento demográfico fue menor, desde los 90 la población de Milpa Alta ha continuado creciendo, a la par de las de Tláhuac y Xochimilco.

El aumento de la población ha incrementado, a su vez, la demanda de servicios, movilidad y transporte de mercancías, tanto dentro de la zona como al resto de la CDMX, lo cual ha impulsado el crecimiento significativo del parque vehicular en ambas alcaldías en el periodo 1990-2023, por encima del crecimiento en la CDMX. Mientras que la ciudad ha experimentado una tasa de crecimiento de su parque vehicular en los últimos 33 años del 227.26%, Milpa Alta y Tláhuac han crecido a tasas significativamente más altas del 805.87% y 718.51%. Sin embargo, las vías existentes no se han adaptado a este crecimiento, lo que ha generado una saturación de la infraestructura vial.

2. Falta de accesibilidad:

Milpa Alta enfrenta grandes obstáculos para su integración territorial con el resto de la CDMX, debido a su ubicación geográfica y condiciones del terreno, que junto a su organización alrededor de sus 12 pueblos originarios regidos bajo usos y costumbres y con propiedad mayoritariamente social (comunal y ejidal) de la tierra sobre un Suelo de Conservación, ha dado lugar a un crecimiento urbano no planificado y al surgimiento de asentamientos irregulares, generando por un lado, una alta presión sobre la infraestructura vial existente, pero por el otro, limitando la viabilidad y factibilidad de su crecimiento.

De esta manera, los factores biofísicos de la alcaldía Milpa Alta, como el relieve montañoso y su clima extremo, que la hacen susceptible a deslizamientos de tierra en áreas con pendientes pronunciadas y a inundaciones en zonas bajas, junto con la dispersión poblacional y sus formas de organización, y las restricciones ambientales asociadas a su Suelo de Conservación, condicionan profundamente la conectividad, el acceso y el desarrollo de una red de transporte eficiente.

Condiciones orográficas y climáticas extremas

El territorio de Milpa Alta se caracteriza por tener un relieve escarpado debido a las formaciones volcánicas, resultado de su ubicación en el Eje Neovolcánico dentro de la Sierra del Ajusco-Chichinauhtzin. La altitud promedio de Milpa Alta es de 2,420 metros sobre el nivel del mar, con variaciones que van desde los 2,300 hasta los 3,600 metros con pendientes del 15% en las zonas habitadas y de hasta 25% en las laderas montañosas. Las zonas pobladas, como Villa Milpa Alta, San Pedro Atocpan y San Pablo Oztotepec, se localizan en valles y laderas con altitudes que oscilan entre los 2,250 y 2,700 metros sobre el nivel del mar; estas áreas presentan pendientes variables, lo que condiciona el uso del suelo y la expansión urbana. Los pueblos localizados en zonas altas como San Jerónimo Miactlán, San Juan Tepenáhuac y Santa Ana Tlacotenco presentan acceso limitado debido a caminos estrechos y pendientes pronunciadas.

Su clima se divide entre semifrío subhúmedo con lluvias en verano en la zona boscosa y a las laderas de la zona montañosa (70% del territorio) y templado húmedo con lluvias en verano en el Valle de Milpa Alta y las laderas bajas de la zona montañosa. Esta condición provoca lluvias intensas en cortos periodos, que suelen generar inundaciones en áreas centrales como San Pedro Atocpan, Villa Milpa Alta y San Antonio Tecómitl.

La geografía de Milpa Alta tiene un papel clave en la movilidad dentro de la alcaldía y hacia otras zonas de la CDMX, ya que dificulta la construcción de vialidades rectas o rápidas y limita el acceso a zonas altas o aisladas, especialmente durante lluvias o deslaves; lo que aumenta los tiempos de traslado entre pueblos o hacia otras alcaldías. Las condiciones climáticas y orográficas extremas en Milpa Alta también implican desafíos en términos de infraestructura y servicios urbanos, debido a que las lluvias intensas provocan deslaves y deterioro de caminos rurales; la presencia de niebla en zonas altas afecta la visibilidad y reduce el tránsito vehicular; y las pendientes pronunciadas dificultan el tránsito seguro, especialmente para transporte pesado. La existencia de zonas de riesgo ocasionadas por desastres naturales como deslaves, sismos y hundimientos afectan la movilidad ante la Necesidad de cierres temporales o desvíos en caminos y la alta vulnerabilidad de los caminos rurales no pavimentados o mal conservados.

Por su parte, el territorio de la alcaldía de Tláhuac se caracteriza por ser plano en el norte y centro, pero en las zonas del sur que colindan con Milpa Alta y las partes elevadas de San Juan Ixtayopan y San Nicolás Tetelco, el terreno es más accidentado, lo que dificulta el trazo de vialidades rectas y eficientes y complica el acceso con transporte público y servicios de emergencia, aumentando los tiempos de traslado a zonas urbanizadas o centrales. Además, al ser la zona sur de Tláhuac, una donde prevalece el uso agrícola tradicional y ecológico de las tierras, las vialidades existentes suelen ser estrechas o de terracería

Régimen de tenencia de la tierra comunal y ejidal y Uso de Suelo de Conservación

La tenencia de la tierra en Milpa Alta se caracteriza por una predominancia de la propiedad comunal, con más del 90% del total (26,913.6 ha), complementada con superficies de propiedad ejidal equivalente al 6.6% (1,892.0 ha). Mientras que, en Tláhuac poco más del tercio de la tierra de la alcaldía, esto es, el 35.9% (3,066.16 ha) es propiedad ejidal. Este régimen mixto refleja la historia y las prácticas agrarias de la región, lo que puede obstaculizar la planificación para el desarrollo urbano y la ordenación del trazo urbano existente. Como ya se señaló, el crecimiento demográfico ha da pie al crecimiento de la mancha urbana y el surgimiento de asentamientos irregulares en la zona.

Por un lado, la presencia de tierras comunales y ejidales puede limitar la expansión urbana ante la necesidad de llevar a cabo procesos específicos, como parte de los usos y costumbres que suelen regir a la población, para su incorporación al desarrollo urbano. La existencia de asentamientos en tierras de propiedad social también puede generar desafíos legales y sociales en términos de su regularización y la provisión de servicios. Además, las tierras de propiedad social suelen estar vinculadas a prácticas agrícolas tradicionales y a la conservación de recursos naturales, como en el caso de los 12 pueblos originarios.

En las alcaldías de Milpa Alta y Tláhuac se presentan esta combinación de factores, en los 12 pueblos originarios de la primera, y en el límite sur y oriente de la segunda, especialmente hacia Mixquic, San Francisco Tlaltenco y Tetelco. Por un lado, el 75.8% del territorio de Tláhuac está clasificado como Suelo de Conservación, dentro del cual, en el sur de la alcaldía, se ubica el territorio ejidal en los límites con Milpa Alta; mientras que, en Milpa Alta el 100.0% de su superficie es Suelo de Conservación, que corresponde a casi la totalidad de la tierra propiedad comunal y ejidal de sus habitantes. Estas condiciones imponen fuertes restricciones a la movilidad eficiente de sus habitantes, toda vez que restringe legalmente la urbanización y la apertura de nuevas vialidades y las rutas deben evitar áreas protegidas, son estrechas o de terracería, lo que genera trayectos más largos o con desvíos y reduce la conectividad vial entre pueblos.

Trazo urbano mal planeado

Tantos las condiciones geográficas y climáticas (principalmente en Milpa Alta), como la presencia del suelo de conservación y la propiedad social de la tierra, han incidido en un trazo urbano mal planeado en la zona de estudio. La alcaldía Milpa Alta se distingue por contar con un trazo urbano de carácter irregular, lo cual se debe principalmente a las condiciones geográficas de la zona. La mayoría de sus asentamientos se han desarrollado sobre una topografía accidentada, compuesta por colinas, barrancas y terrenos con una gran variedad de pendientes. Esta configuración natural ha influido directamente en la manera en que se ha construido y expandido el tejido urbano, dando lugar a una estructura desarticulada y poco uniforme. En este contexto, es común observar que las vialidades presentan una notable falta de continuidad y coherencia en su diseño. Algunas avenidas pueden reducir su tamaño hasta convertirse en calles angostas o incluso en callejones, generando interrupciones en la conectividad urbana e impidiendo la circulación de transporte público de alta capacidad. Esta situación afecta no solo la movilidad cotidiana de los habitantes, sino también la prestación de servicios y la respuesta ante emergencias.

La zona sur de Tláhuac también ha sufrido una expansión urbana desordenada, lo que implica que zonas como San Francisco Tlaltenco, Mixquic o Tetelco han crecido sin una planeación formal, lo que ha traído como consecuencia que cuenten con calles estrechas, sin banquetas o pavimentación adecuada, así como áreas desconectadas del sistema vial principal, lo que dificulta el paso de transporte público, ambulancias o servicios públicos.

3. Bajo nivel del servicio de transporte público:

El incumplimiento de la regulación de movilidad y una supervisión deficiente por parte de las autoridades contribuyen de manera directa a la existencia de rutas desorganizadas y a un sistema de transporte público ineficiente y de baja calidad, al estar fragmentado, ser inseguro y poco confiable para los usuarios, lo que afecta la movilidad urbana y obstaculiza cualquier intento de modernización o integración del transporte público.

Rutas desorganizadas y baja calidad de la operación

Una regulación deficiente genera rutas no planificadas ni optimizadas, ya que al no cumplirse los lineamientos técnicos ni haber una supervisión efectiva, los recorridos de las rutas se trazan de forma arbitraria, sin considerar criterios de demanda, conectividad o eficiencia, lo que genera sobreposición de servicios en algunas zonas y desatención en otras. Otro de los principales inconvenientes es la prolongada espera en las terminales, ya que los tiempos de salida de las unidades no siguen una programación constante ni eficiente, lo que genera demoras significativas y afecta la regularidad del servicio.

La ausencia de vigilancia promueve que los conductores realicen ascensos y descensos de forma improvisada y desordenada, lo que a su vez incrementa los tiempos de viaje, entorpece la circulación vial y agrava la exposición de los usuarios a situaciones de inseguridad. La ausencia de paraderos claramente establecidos

tanto para las rutas concesionadas como para las unidades de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP), también contribuye a realizar ascensos y descensos no autorizados.

La falta de una regulación y supervisión eficientes incentiva la competencia desleal y la conducción riesgosa, ya que, al no sancionarse prácticas indebidas, los operadores compiten por pasajeros sin importar la seguridad, haciendo paradas bruscas, adelantamientos peligrosos o incluso “carreras” entre unidades.

Tanto la falta de supervisión como el incumplimiento de los operadores, también impide garantizar que las unidades estén en condiciones adecuadas y que los conductores cumplan con los requisitos de capacitación, documentación y seguridad. Como se señala en el PDDU de Milpa Alta (2011), en numerosos casos, los conductores son menores de edad o personas que no cuentan con la capacitación adecuada ni con la experiencia necesaria para garantizar un manejo seguro. Esta falta de profesionalización provoca que los tiempos de recorrido varíen considerablemente entre una unidad y otra, ya que dependen del criterio y las prácticas individuales de cada operador. Esta inconsistencia representa un riesgo, especialmente en aquellos tramos del recorrido que atraviesan zonas con pendientes pronunciadas, donde una conducción inadecuada puede comprometer seriamente la seguridad de los pasajeros.

Persistencia de rutas hombre-camión y taxis “piratas”

Por otro lado, la ausencia del cumplimiento y del control normativo en materia vial, junto con la baja cobertura de la red de transporte público formal, ha sido suplida por servicios informales, que operan sin control ni estándares de calidad. En Milpa Alta, de acuerdo con el PDDU, se ha sumado la presencia de sitios de taxis pirata, particularmente en pueblos más alejados como San Antonio Tecómitl, San Salvador Cuauhtenco, San Pablo Oztotepec y San Lorenzo Tlacoyucan, donde predominan vehículos en mal estado.

Asimismo, en Milpa Alta y la zona sur de Tláhuac ha proliferado el modelo hombre-camión, caracterizado por su informalidad y baja calidad en la prestación del servicio; debido a que la unidad de transporte público es propiedad de su propio conductor, quien decide de manera independiente los horarios y condiciones de servicio. Esta modalidad genera una falta de coordinación, competencia desleal entre operadores, servicio irregular y problemas de seguridad, debido a la escasa regulación, el mantenimiento limitado de las unidades y la falta de capacitación profesional de los conductores.

Vehículos de baja capacidad

Aunado a ello, el hecho de que, en la zona de estudio, las secciones viales resultan ser demasiado estrechas, representa un obstáculo importante para la circulación eficiente del transporte público, especialmente para unidades de gran tamaño como autobuses o microbuses, lo que ha impulsado la proliferación de vehículos de baja capacidad (formales o informales), como son las combis, vans, taxis comunales, mototaxis y bicitaxis. Y si bien, en la actualidad en la zona de estudio hay una mayor presencia de personas jóvenes o adultas, su envejecimiento paulatino hará que se demande un transporte más accesible y adecuado para grupos como adultos mayores o con discapacidad, servicio que no se puede atender con el sistema actual.

En conjunto, todas estas condiciones reflejan una urgente necesidad de reestructuración y mejora del sistema de transporte público en la zona de estudio.

Efectos del problema central:

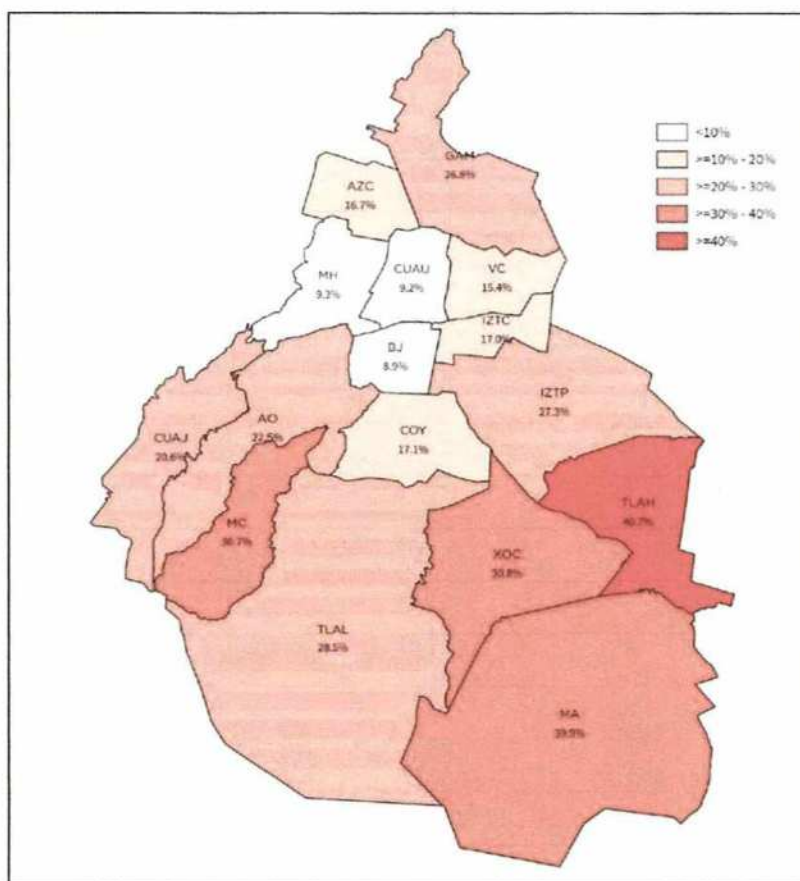
La ausencia de un sistema de transporte en la alcaldía Milpa Alta y en la zona sur de Tláhuac que movilice de manera eficiente a su población, repercute de manera negativa en los usuarios de transporte, tanto público como privado.

Al contar con dos rutas de acceso y salida y pocas alternativas de transporte público que conecten con una amplia variedad de diferentes destinos, el sistema de transporte actual no garantiza su integración de manera

expedita, tanto dentro de la zona de estudio como con el resto de la CDMX y su área metropolitana. Por ello, la población de Milpa Alta y Tláhuac que utiliza el transporte público debe gastar más recursos en términos de dinero y tiempo, ante la necesidad de tener que utilizar distintos medios de transporte para completar sus trayectos, enfrentando altos tiempos de traslado hacia a sus centros de trabajo, educación o atención de servicios especializados cuando se localizan en otras localidades o alcaldías.

De acuerdo con datos del EVALÚA, en 2015, el tiempo de trayecto (viajes de ida y vuelta) de la población de Milpa Alta y Tláhuac a centros de trabajo podía extenderse 2 o más horas (39.9% población de Milpa Alta y 40.7% población de Tláhuac), ubicando a esta población entre las poblaciones que gastaban más tiempo en traslados entre los habitantes de las 16 alcaldías que conforman la Ciudad de México (Ver Figura 2.13).

Figura 2.13. Porcentaje de la población que dedica más de dos horas diarias en los trayectos Casa-Trabajo-Casa Según la Alcaldía, 2015



Fuente: EVALÚA Ciudad de México, a partir de EIC (2015).

El congestionamiento en las vialidades existentes causado por contar con pocas rutas que faciliten el acceso y salida de la zona de estudio, pero también por el incremento del tráfico debido a una mayor presencia del parque vehicular sobre las vías, junto con un servicio deficiente del transporte público que corre en ellas –en términos de calidad, cobertura y tiempos de recorrido–, provoca que los vehículos de motor realicen mayores tiempos de recorrido por un tráfico lento; lo cual afecta negativamente a los vehículos, al sufrir un mayor desgaste mecánico (motor, frenos, sistema de enfriamiento, suspensión y dirección) que reduce su vida útil, además de incrementar el consumo de combustible. Esto, a su vez, incrementa los costos de operación vehicular y reduce la disponibilidad de ingresos de las personas, al tener que gastar más en gasolina o diésel,

en el mantenimiento de los vehículos, o en una sustitución más rápida de los vehículos por la reducción de su vida útil; además de una pérdida de productividad en las flotas comerciales o de transporte público, pues recorridos más largos reducen el número de viajes posibles.

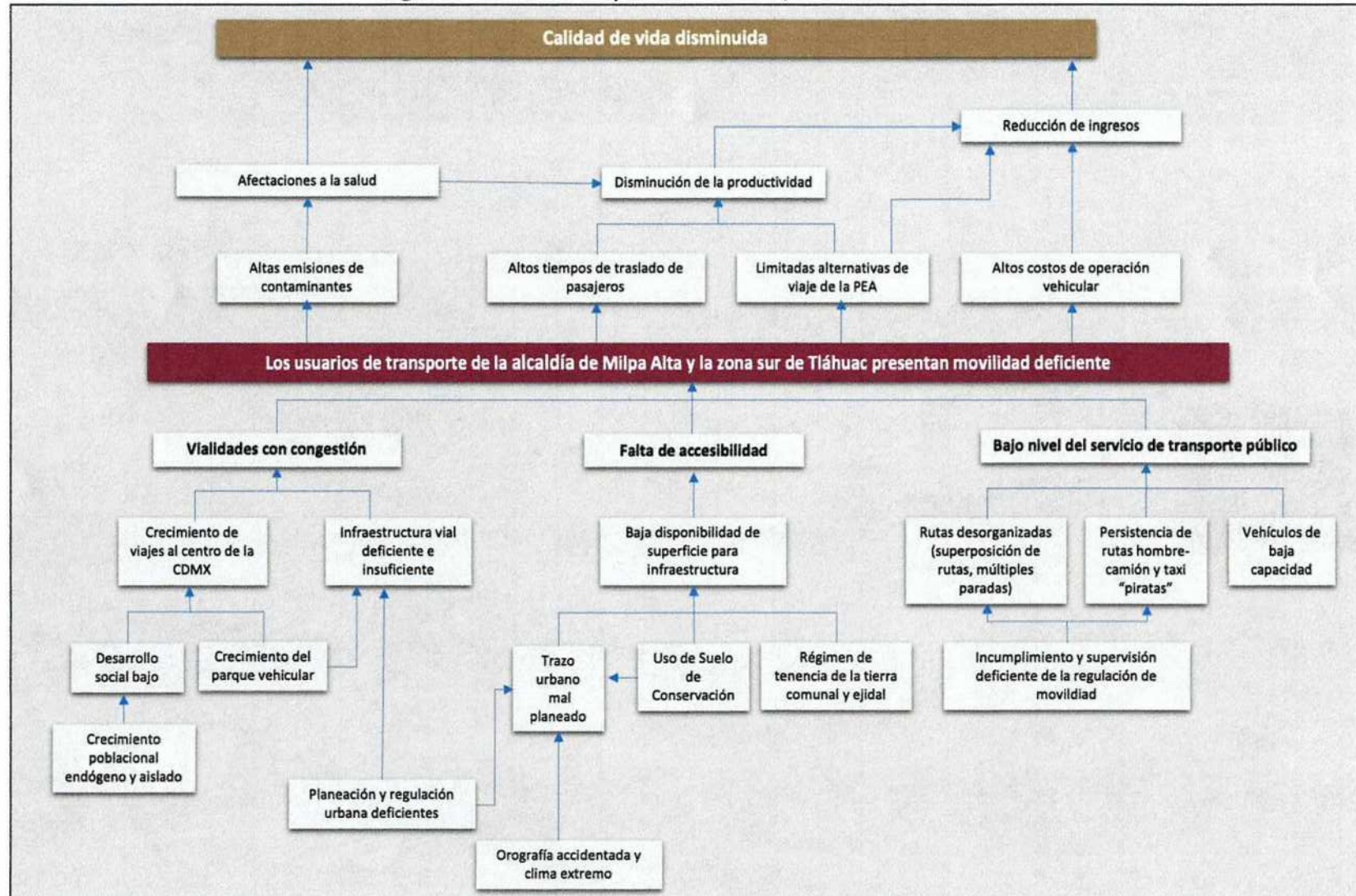
Los altos tiempos de traslado en transporte público o largos tiempo de recorrido en vehículos privados, pueden generar otros tipos de afectaciones, como una mayor exposición al estrés de los conductores y de los pasajeros, lo que se puede traducir en fatiga, accidentes o errores, disminuyendo la productividad de las personas con la consecuente afectación en los ingresos y calidad de vida.

Mayores tiempos de recorrido por parte de los vehículos de combustión también impactan negativamente al ambiente, al generar mayores emisiones de dióxido de carbono y otras partículas contaminantes. En un tráfico denso, la eficiencia energética disminuye e incrementa la contaminación del aire, lo que contribuye a la incidencia de enfermedades respiratorias, cardiovasculares, neurológicas y ciertos tipos de cáncer e incrementar la mortalidad prematura; lo que también incide negativamente en la productividad, los ingresos y la calidad de vida de las personas.

Árbol del Problema:

A continuación, se presenta el Árbol del Problema, desarrollado bajo la Metodología del Marco Lógico, y que presenta de manera esquematizada el problema central que se pretende resolver con el Proyecto; los efectos generados por dicho problema en la parte superior; y, en la parte inferior, las causas (directas e indirectas) que lo generan.

Figura 2.14. Línea 6 Milpa Alta – Tláhuac, Árbol del Problema



Fuente: Elaboración propia, siguiendo el Árbol del Problema de la Guía para la Elaboración de la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) de la SHCP.

Mapeo y análisis de actores:

Como un elemento complementario al Árbol del Problema en seguimiento a la Metodología del Marco Lógico, se generó un mapeo y análisis de actores, el cual, permite identificar a las personas, entes públicos y organizaciones relacionados con la problemática que el Proyecto puede enfrentar durante su ejecución, lo cual permite, a su vez, identificar elementos para el análisis de riesgos del proyecto. En la siguiente tabla se identifican a los actores involucrados, sus intereses y posición con respecto al Proyecto, y los recursos relacionados con este.

Tabla 2.20 Mapeo y análisis de actores

Actor	Motivación o intereses	Posición	Principios y obligaciones	Recursos disponibles
Secretaría de Hacienda y Crédito Público del Gobierno Federal	Supervisar la correcta asignación y uso de recursos federales; asegurar la rentabilidad social del proyecto al haber inversión federal.	A favor (si el proyecto es rentable)	Rendición de cuentas, responsabilidad fiscal, impulso a la infraestructura con impacto social y económico.	Presupuesto federal, mecanismos de financiamiento, facultades de supervisión y regulación del gasto.
Gobierno de la Ciudad de México (GCDMX)	Reducir desigualdades en infraestructura y movilidad.	A favor	Justicia territorial, acceso equitativo al transporte.	Estructura institucional, marco legal y financiero.
Jefe de Gobierno de la de la Ciudad de México	Impulsar políticas de movilidad y conectividad para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la CDMX, con énfasis en grupos vulnerables.	A favor	Inclusión territorial, sostenibilidad, y beneficio social.	Apoyo político, estructura gubernamental, coordinación interinstitucional.
Secretaría de Obras y Servicios del GCDMX	Construcción y supervisión del proyecto de movilidad, al formar parte de las atribuciones de la Dirección General de Obras para el Transporte.	A favor	Garantizar el desarrollo sustentable, la conectividad y la equidad en la movilidad.	Presupuesto asignado, personal técnico, marco normativo.
Secretaría de Finanzas del GCDMX	Asignar y monitorear la ejecución de recursos para desarrollar el proyecto.	A favor	Eficiencia en el gasto público y mejora de servicios urbanos.	Control del Presupuesto de Egresos de la CDMX.
Alcaldes de Milpa Alta y Tláhuac	Ampliar el acceso a transporte seguro y eficiente para aumentar la conectividad y oportunidades económicas para los habitantes.	A favor	Mejora de la calidad de vida, desarrollo local, ordenamiento territorial.	Gestión local, difusión comunitaria, permisos de obra.
Pueblos originarios de Milpa Alta y comunidades ejidales de Tláhuac	Preservación del territorio (paisaje, espacios de convivencia comunitaria), costumbres y autonomía; búsqueda de participación en decisiones que afecten su entorno.	En contra	Defensa de derechos colectivos, territoriales y culturales reconocidos por la Constitución y tratados internacionales.	Legitimidad comunitaria, organización tradicional, capacidad de movilización social y política.
Líderes comunitarios y ejidales	Mejora de la movilidad y conectividad con otras zonas de la CDMX; atracción de otros proyectos de integración urbana y de carácter social.	A favor	Mejora de la calidad de vida. Acceso efectivo a derechos como la movilidad, la seguridad ciudadana, al empleo, la salud, la educación.	Capacidad de movilización social y política.
	Protección del territorio, reconocimiento político.	En contra	Defensa del ejido o comunidad, influencia local.	Capacidad de movilización, alianzas políticas.
	Búsqueda de reconocimiento político y legitimidad en la comunidad.	A favor	Defensa y soporte de los intereses colectivos.	

Handwritten signature/initials.

Actor	Motivación o intereses	Posición	Principios y obligaciones	Recursos disponibles
Vecinos afectados por el trazo o construcción	Indemnización justa o reubicación digna.	Parcialmente a favor o en contra	Derecho a la propiedad, seguridad jurídica.	Capacidad de organización o protesta si no hay acuerdos claros.
Automovilistas locales	Disminución del tráfico (mayor fluidez vial) y del tiempo de viaje.	A favor	Derecho a la movilidad (libre tránsito y menor congestión).	Opinión pública, usuarios potenciales.
Concesionarios del transporte local (combis, microbuses)	Mantener rutas y fuentes de ingreso actuales.	En contra	Protección de su fuente de ingreso, oposición a competencia directa.	Potencial de movilización o protesta.
Empresa constructora	Rentabilidad del proyecto y cumplimiento contractual.	A favor	Eficiencia técnica y cumplimiento de plazos.	Capital financiero, tecnológico y humano.

Fuente: Elaboración propia.

b) Análisis de la oferta existente

Caracterización de la red vial

Alcaldía Tláhuac

La vialidad principal de la alcaldía Tláhuac es la Avenida Tláhuac, que comunica a la demarcación con las entidades vecinas Iztapalapa y Coyoacán, en ella se concentran las rutas de transporte delegacional y las de cruce con destino a Milpa Alta, parte de Xochimilco y Valle de Chalco en el Estado de México. Esta avenida inicia en la Avenida Ermita Iztapalapa, Delegación Iztapalapa, continúa hacia el sur por medio del par vial que forma con F.F.C.C. San Rafael Atlixco, cruza la cabecera de Tláhuac, hasta llegar a Tulyehualco, donde se conecta con la Avenida División del Norte y se convierte en Avenida del Comercio cruzando San Juan Ixtayopan, para llegar a San Antonio Tecomitl en la Alcaldía Milpa Alta donde continúa por la Avenida 5 de mayo a los poblados de Tetelco y Mixquic. Al oriente se comunica desde San Pedro Tláhuac con Valle de Chalco, a través de la Calzada Tláhuac-Chalco y por el Eje 10 Sur al poblado de Santa Catarina y la Carretera México-Puebla.

Como vialidades de nivel secundario cuya función es establecer comunicación con la Avenida Tláhuac, se encuentran:

- Avenida La Turba que conecta con Piraña a Canal de Chalco y con Guillermo Prieto para comunicarse con Avenida Tláhuac.
- Avenida Emiliano Zapata y Vidal que permiten la comunicación del Eje 10 con la Avenida Tláhuac, a través de San Francisco Tlaltenco.
- Avenida Estanislao Ramírez, Riachuelo Serpentino, Rivera-Cuitláhuac, Reforma Agraria-Canal Nacional-Rafael Castillo, que conforman la red secundaria en las Colonias Selene y el centro en la cabecera delegacional.

Alcaldía Milpa Alta

- La vía principal es la carretera federal Xochimilco-Oaxtepec que comienza en el poblado de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco entra al territorio de Milpa Alta por San Pedro Atocpan, y continúa atravesando la demarcación con dirección sur-oriente hasta llegar al Estado de México y posteriormente al pueblo de Oaxtepec, Morelos.
- Otra vía es por la avenida de la comunidad de Santa María Nativitas hacia el poblado de Santa Cecilia Tepetlapa y atravesarlo, para incorporarse a la Carretera a San Bartolomé Xicomulco y continuar al poblado del mismo nombre o al de San Salvador Cuauhtenco. De ahí la avenida sigue hacia el oriente, y con diversas ramificaciones llega a Oztotepec, Atocpan, y finalmente a Villa Milpa Alta.
- La otra es por el valle de Milpa Alta, por la carretera que sale de Tláhuac y llega a San Antonio Tecómitl, en la cual la carretera se bifurca y sigue hacia el oriente a Mixquic y hacia el suroeste con

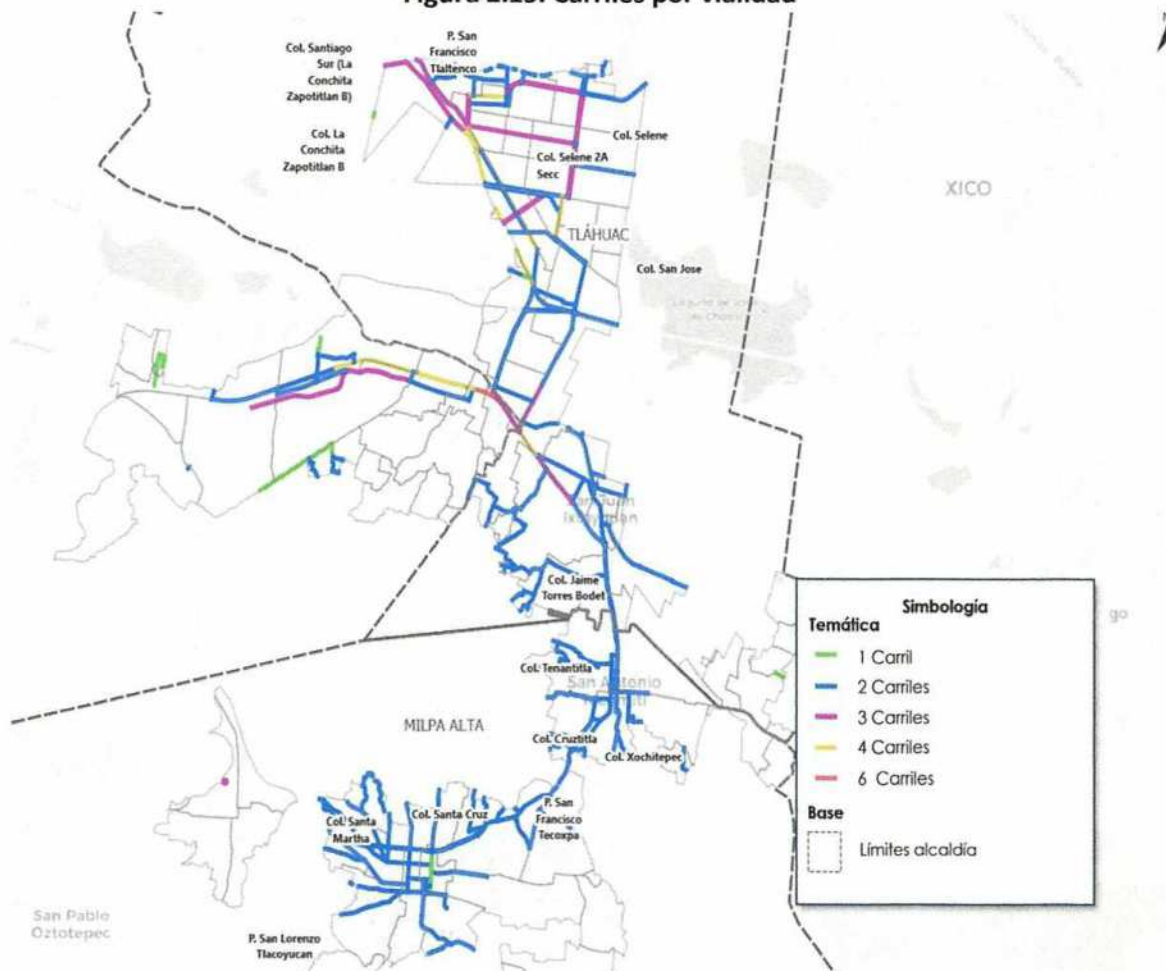
rumbo a Tecoxpa y la cabecera delegacional. Sus ramificaciones hacia las alturas de la sierra conducen a los pueblos de Miacatlán, Tepenahuac y Tlacotenco.

Número de carriles por vialidad

La red vial representada abarca una serie de avenidas principales en la alcaldía Tláhuac, muchas de las cuales forman parte de los corredores estratégicos de conectividad urbana. La mayoría de las vialidades analizadas tienen dos sentidos de circulación, lo que permite una mayor fluidez vehicular y accesibilidad entre colonias como Del Mar, Miguel Hidalgo, Tlaltenco, y José María Morelos.

Las avenidas Tláhuac, Ferrocarril San Rafael Atlixco, Calzada Guillermo Prieto, Avenida de las Torres, entre otras, son de particular relevancia, ya que sirven como ejes estructurantes en la zona. Además, en la siguiente figura se muestra la infraestructura vial diferenciada por número de carriles (de 1 a 6), destacando rutas de mayor capacidad vehicular, lo que permite identificar cuellos de botella potenciales y tramos prioritarios para intervenciones de movilidad. También se incluye la ubicación de la Línea 12 del Metro (estación Tláhuac) y el trazo del Cablebús Milpa Alta - Tláhuac, infraestructura clave para la movilidad intermodal de la zona. Esta combinación de transporte público masivo y vialidades arteriales refuerza el papel de Tláhuac como nodo de integración regional en el sureste de la ciudad.

Figura 2.15. Carriles por vialidad

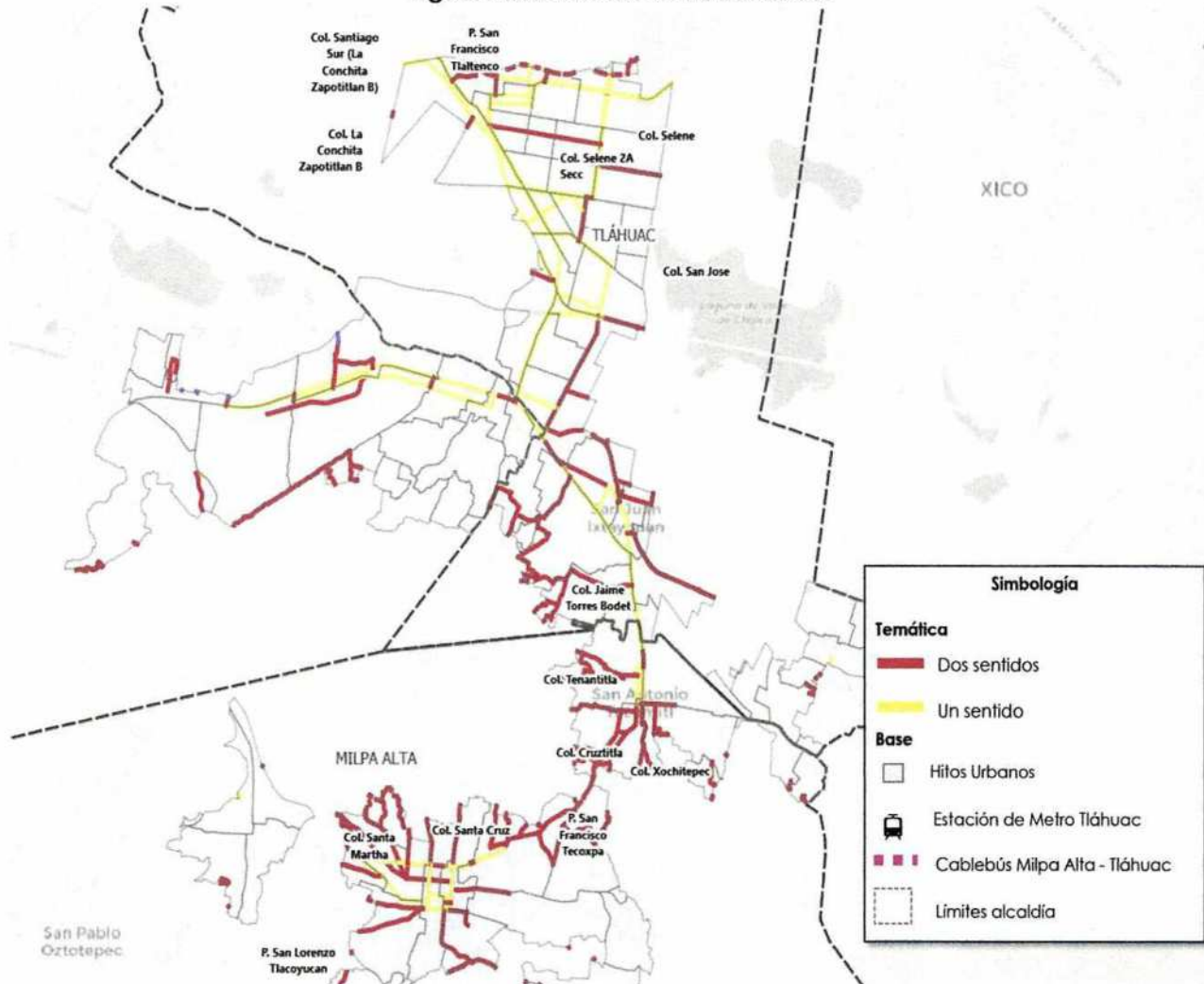


Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Sentido de las vialidades

De las 16 avenidas listadas, 15 operan en doble sentido, este patrón indica una red vial pensada para permitir flujos de tránsito en ambas direcciones, fortaleciendo la accesibilidad interna entre colonias como Del Mar, Miguel Hidalgo, Tlaltenco, José María Morelos y España. La única vialidad en un solo sentido es San Rafael Atlixco (Ver Figura 2.16 y Tabla 2.21).

Figura 2.16. Sentido de las vialidades



Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Tabla 2.21 Sentido de las Vialidades Principales

Nombre	Tipo	Sentido
Tláhuac	Avenida	Dos sentidos
Ferrocarril San Rafael Atlixco	Avenida	Dos sentidos
San Rafael Atlixco	Avenida	Un sentido
Calzada Guillermo Prieto	Avenida	Dos sentidos
Avenida de las Torres	Avenida	Dos sentidos
Cuitláhuac	Avenida	Dos sentidos
Avenida del Trabajo	Avenida	Dos sentidos
México Sur	Avenida	Dos sentidos
Canal de Chalco	Avenida	Dos sentidos
Avenida del Maestro	Avenida	Dos sentidos
Avenida de las Palmas	Avenida	Dos sentidos
División del Norte	Avenida	Dos sentidos
Calzada Tláhuac-Chalco	Avenida	Dos sentidos
Calzada Reforma Agraria	Avenida	Dos sentidos
Tierra y Libertad	Avenida	Dos sentidos
Tláhuac-Tulyehualco	Avenida	Dos sentidos
Calzada de la Mónera	Avenida	Dos sentidos

Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Velocidad de las vialidades

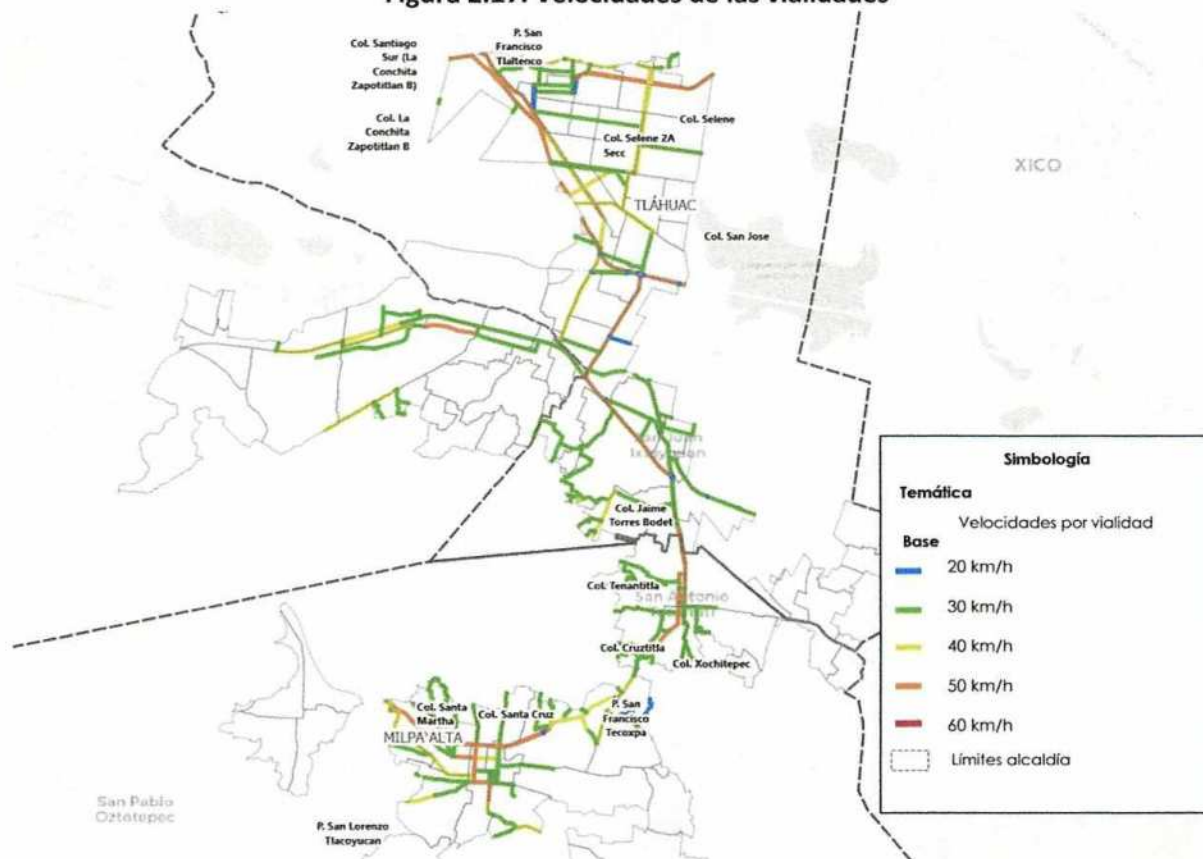
En la Figura 2.17. se observa que las vialidades ubicadas en la parte sur dentro de Milpa Alta tienen límites de velocidad relativamente bajos, entre 30 y 40 km/h. Esto es coherente con el carácter semirrural de la zona, donde las calles suelen ser más estrechas y con menor infraestructura para el tránsito rápido. Por otro lado, las vialidades más importantes que atraviesan el territorio de norte a sur, especialmente aquellas cercanas al trazo del Cablebús, muestran velocidades mayores, de hasta 60 km/h, lo que indica que se trata de rutas troncales o avenidas de alto flujo vehicular.

En la zona de Tláhuac, las velocidades tienden a disminuir conforme se avanza hacia el norte, probablemente debido a una mayor densidad urbana, tráfico y presencia de actividades comerciales. Es importante notar que hay pocas vialidades con un límite tan bajo como 20 km/h, lo que sugiere que estas están reservadas para zonas muy específicas, posiblemente escolares, habitacionales o de difícil acceso.

El trazo del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac aparece como un eje estructurante en la movilidad de la zona. Su presencia sugiere un esfuerzo por mejorar la conectividad entre ambas alcaldías, especialmente considerando que muchas de las vialidades locales tienen velocidades bajas y posiblemente problemas de accesibilidad. Este tipo de transporte puede convertirse en una alternativa eficiente, sustentable y más rápida para los habitantes de estas zonas, donde el transporte público convencional enfrenta mayores desafíos.

El mapa refleja la diversidad en la infraestructura vial del suroriente de la ciudad, destacando la necesidad de soluciones de movilidad integradas que permitan una mejor conexión entre zonas rurales y urbanas. La incorporación del Cablebús se presenta como una respuesta a esta necesidad, en una región donde las velocidades de circulación limitadas podrían obstaculizar los traslados cotidianos de la población.

Figura 2.17. Velocidades de las vialidades



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Características de las vialidades principales

A continuación, en la siguiente tabla se presenta la caracterización de las vialidades principales:

Tabla 2.22 Características de las vialidades principales

ID	Vialidad	Inicia	Termina	Long (km)	N. Carriles p/ Sentido	Ancho Carril (m)	Pavimento	IRI (m/km)	Señalización Horizontal	Señalización Vertical
1	Tláhuac	Est. Zapotitlán	Mixquic	6	2	3.5	Asfalto	3	Parcial	Parcial
2	Ferrocarril San Rafael Atlixco	Av. Tláhuac	Av. del Trabajo	3	1	3	Asfalto	6	Ausente	Parcial
3	San Rafael Atlixco	Av. Tláhuac	Guillermo Prieto	2.5	1	3	Asfalto	5	Parcial	Parcial
4	Calzada Guillermo Prieto	Av. Tláhuac	Canal de Chalco	2	2	3.5	Asfalto	4	Completo	Completo
5	Avenida de las Torres	Canal de Chalco	Reforma Agraria	3.5	2	3.5	Concreto	2.5	Completo	Completo
6	Cuicláhuac	Reforma Agraria	División del Norte	2	2	3	Asfalto	4.5	Parcial	Parcial
7	Avenida del Trabajo	Av. Tláhuac	Canal de Chalco	1.8	2	3	Asfalto	4.5	Parcial	Parcial

8	México Sur	Canal de Chalco	Calzada de la Mónera	2.2	2	3.5	Asfalto	3	Completo	Completo
9	Canal de Chalco	Tláhuac	Chalco	4	2	3.5	Concreto	3	Completo	Completo
10	Avenida del Maestro	México Sur	Reforma Agraria	2	2	3	Asfalto	5	Parcial	Parcial
11	Avenida de las Palmas	Reforma Agraria	Calzada Tláhuac-Chalco	1.5	1	3	Asfalto	6	Ausente	Ausente
12	División del Norte	Calzada Tláhuac	Canal de Chalco	3	2	3.5	Concreto	2.5	Completo	Completo
13	Calzada Tláhuac-Chalco	Tláhuac Centro	Chalco	5.5	2	3.5	Concreto	3	Completo	Completo
14	Calzada Reforma Agraria	Canal de Chalco	Tierra y Libertad	2.5	2	3	Asfalto	4.5	Parcial	Parcial
15	Tierra y Libertad	Reforma Agraria	Calzada de la Mónera	2	1	3	Asfalto	6.5	Ausente	Ausente
16	Tláhuac-Tulyehualco	Tláhuac Centro	Tulyehualco	6	2	3.5	Asfalto	3.5	Completo	Completo
17	Calzada de la Mónera	Tierra y Libertad	Límite delegación	3	2	3	Asfalto	5.5	Parcial	Parcial

Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Traslape de rutas

Alcaldía Tláhuac:

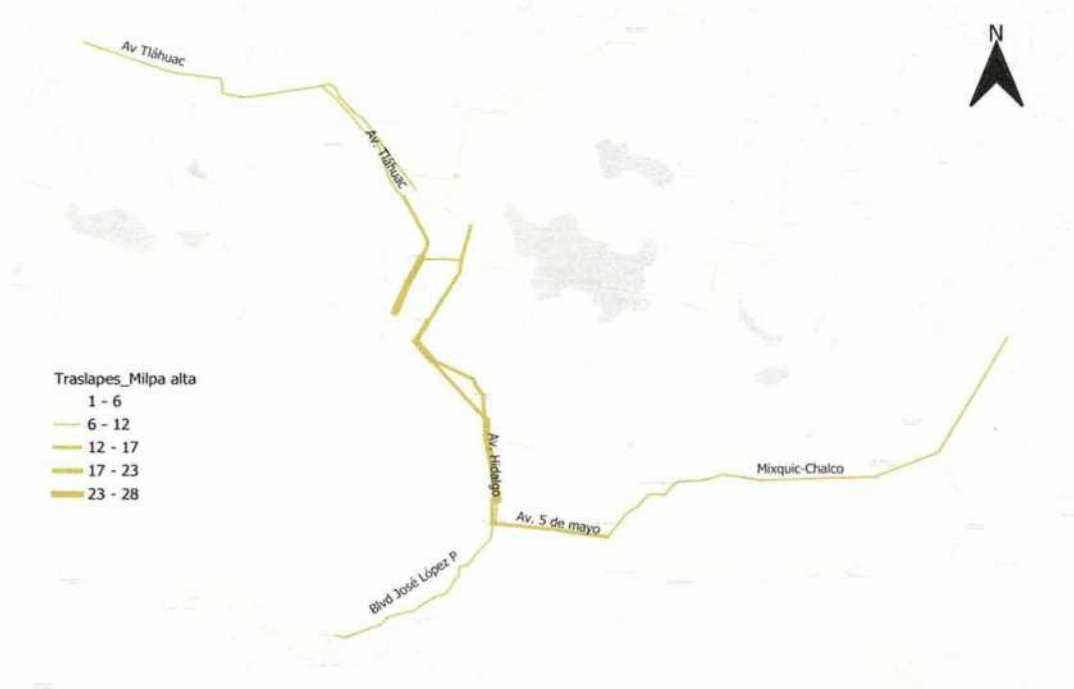
- Avenida Tláhuac concentra el mayor traslape de rutas de transporte público. Coinciden rutas de RTP, microbuses y colectivos, así como el trazado de la Línea 12 del Metro.
- La Carretera Tláhuac-Chalco también tiene una alta densidad de rutas concesionadas y colectivos que conectan con Chalco y municipios del Estado de México.
- El paradero Tláhuac funge como nodo multimodal: articulación entre metro, RTP, rutas concesionadas y ciclovías.
- Existen puntos de saturación y cruces conflictivos donde coinciden transporte público, peatones y vehículos particulares, especialmente en intersecciones sin semaforización o sin bahías de ascenso/descenso.

Alcaldía Milpa Alta:

- El traslape es menor que en Tláhuac, dada la baja densidad de la red vial y la menor cantidad de rutas formales.
- La Carretera Xochimilco-Oaxtepec concentra la mayor parte del tránsito interurbano y es recorrida por rutas como la 25E y la 81, conectando con Xochimilco y Taxqueña.
- En Villa Milpa Alta y San Pedro Atocpan, las rutas concesionadas siguen las avenidas principales y comparten espacio con tránsito agrícola y comercial, generando conflictos por falta de infraestructura adecuada.
- El Corredor Cotaxomil utiliza las vías estructurantes, pero aún sin una jerarquía vial clara ni carriles confinados.

A continuación, se presenta en la siguiente figura y tabla los traslapes de rutas por alcaldía:

Figura 2.18. Traslape de rutas



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Tabla 2.23 Traslape de rutas

Elemento	Tláhuac	Milpa Alta
Ejes con mayor traslape	Av. Tláhuac, Carretera Tláhuac–Chalco	Carretera Xochimilco-Oaxtepec
Conflictos viales	Altos volúmenes y falta de bahías	Rutas mixtas con tránsito rural
Nodo principal	CETRAM Tláhuac	Villa Milpa Alta
Transporte público predominante	Metro, RTP, rutas concesionadas	Microbuses, rutas concesionadas, RTP
Necesidades	Mejor infraestructura para ascenso/descenso y conexión multimodal	Formalización de rutas y mejoramiento vial rural

Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Red de transporte público en la zona de estudio

Está compuesta por unidades tipo combi y camión. Las VAN, con una capacidad aproximada de 17 pasajeros, son las más frecuentes en rutas locales o de menor demanda, mientras que los camiones, con capacidades entre 30 y 45 pasajeros, operan tanto en rutas metropolitanas como en algunas locales, lo que indica una oferta que busca atender diferentes niveles de demanda y escalas territoriales.

Las rutas cubren trayectos variados, desde recorridos cortos y locales, como Tulyehualco a Clínica 25, hasta conexiones metropolitanas más largas, como Taxqueña a Tláhuac. Este esquema muestra una jerarquización funcional en la red que permite atender necesidades de movilidad tanto dentro de comunidades específicas como entre zonas urbanas mayores.

En términos de velocidad promedio, se observa que las unidades circulan generalmente entre 17 y 30 kilómetros por hora, lo que es indicativo de condiciones urbanas con cierto grado de congestión y paradas frecuentes. Las frecuencias de paso de las unidades varían entre 5 y 30 minutos, siendo más frecuentes en rutas locales y de alta demanda, mientras que en algunas rutas la frecuencia es menor, lo que puede provocar mayores tiempos de espera en horarios de baja demanda.

La cobertura horaria es amplia en la mayoría de las rutas, iniciando el servicio entre las 4:00 y 6:00 de la mañana y concluyendo entre las 8:00 y 10:00 de la noche. Sin embargo, algunas rutas operan sin horario fijo o con horarios reducidos, lo que puede afectar la disponibilidad del servicio para ciertos usuarios.

Cabe destacar que, aunque existen varias unidades en operación, algunas rutas de mayor longitud y con vehículos de baja capacidad, como las combis, podrían enfrentar problemas de saturación, especialmente en horas pico. La inclusión de rutas del sistema público RTP con camiones de mayor capacidad y tarifas accesibles refuerza la oferta, complementando el servicio privado y ampliando la cobertura en zonas con menor densidad poblacional o mayor vulnerabilidad.

Asimismo, se presenta la oferta de transporte público en la zona de estudio por Alcaldía:

Alcaldía Tláhuac

- **Metro:** La Línea 12 del Metro tiene cinco estaciones en Tláhuac: Tláhuac, Tlaltenco, Zapotitlán, Nopalera y Olivos.
- **Red de Transporte de Pasajeros (RTP):** Opera rutas que conectan Tláhuac con otras zonas de la ciudad, incluyendo servicios desde Santa Catarina Yecahuizotl.
- **Microbuses y Colectivos:** Varias rutas concesionadas operan en la alcaldía, cubriendo destinos dentro y fuera de Tláhuac.
- **Infraestructura Ciclista:** Se han implementado 19 kilómetros de ciclovías y una bici estacionamiento masivo con capacidad para 408 bicicletas en la estación Tláhuac del Metro.

Alcaldía Milpa Alta

- **RTP y Microbuses:** Servicios que conectan Milpa Alta con estaciones del Metro como Taxqueña y Tláhuac, así como con mercados importantes de la ciudad.

En conclusión, la red de transporte muestra una oferta diversificada que atiende distintos niveles de demanda y distancia, pero existen oportunidades para mejorar, como la adecuación del tipo de unidad en rutas saturadas, el aumento de frecuencias en ciertas rutas y la mejora en la velocidad comercial. También es importante fortalecer la intermodalidad, especialmente en nodos estratégicos como el CETRAM Tláhuac, para optimizar la experiencia de viaje de los usuarios.

Por otra parte, en la siguiente tabla presenta la lista de rutas estudiadas (derroteros), con su identificador y las principales paradas, las cuales fueron en total de **25** rutas de servicio convencional.

Tabla 2.24 Lista de rutas de transporte convencional estudiadas

No.	ID_Ruta	Nombre de la Ruta (Derrotero)
1	Ruta_20	Ruta 20: Milpa Alta - San Pedro Actopan
2	Ruta_21_1	Ruta 21: Milpa Alta - Central de Abasto
3	Ruta_21_2	Ruta 21: Milpa Alta - San Juan Tepenahuac
4	Ruta_21_3	Ruta 21: Milpa Alta - San Lorenzo Tlacoyucan
5	Ruta_30_1	Ruta 30: Casas Ara San Martín - CETRAM Tláhuac
6	Ruta_30_2	Ruta 30: Cetram Tláhuac – Chalco Xico
7	Ruta_30_3	Ruta 30: Milpa Alta - Cetram Tláhuac
8	Ruta_30_4	Ruta 30: CETRAM Tláhuac - Peña Alta
9	Ruta_44_1	Ruta 44: Minerva - Tulyehualco
10	Ruta_44_2	Ruta 44: Taxqueña – Tláhuac
11	Ruta_44_3	Ruta 44: Taxqueña - Tulyehualco
12	Ruta_44_4	Ruta 44: Tulyehualco - Canal San Pablo
13	Ruta_50_1	Ruta 50: Ayotzingo - CETRAM Tláhuac
14	Ruta_50_2	Ruta 50: Ayotzingo - Tulyehualco
15	Ruta_50_3	Ruta 50: Ayotzingo - Tulyehualco - Metro General Anaya
16	Ruta_50_4	Ruta 50: CETRAM Tláhuac - Mixquic
17	Ruta_50_5	Ruta 50: Chalco - Tulyehualco
18	Ruta_50_6	Ruta 50: Metro General Anaya - Mixquic
19	Ruta_51_1	Ruta 51: Clínica 25 – Tulyehualco
20	Ruta_51_2	Ruta 51: Paradero Santa Martha – Tulyehualco
21	Ruta_51_3	Ruta 51: Tlaltenco – Tulyehualco
22	Ruta_94_1	Ruta 94: Paradero La Habana - CETRAM Tláhuac
23	Ruta_RTP141_1	Ruta RTP141: Metro Tláhuac - Villa Milpa Alta
24	Ruta_RTP148_1	Ruta RTP148: Metro Tláhuac - San Nicolás Tetelco
25	Ruta_RTP149_1	Ruta RTP149: Metro Tláhuac - San Andrés Mixquic

Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

A continuación, en la siguiente tabla se presenta la oferta en la situación actual dentro del área de estudio, con los principales parámetros.

Tabla 2.25 Oferta en la Situación Actual

No.	ID_Ruta	Longitud KM	Tiempo Ciclo HMD	Tipo Vehículo	Capacidad Vehículo
1	Ruta_20	19.9	100	Van	17
2	Ruta_21_1	65.11	354	Autobús largo	64
3	Ruta_21_2	7.97	79	Microbús	36
4	Ruta_21_3	6.17	53	Microbús	36
5	Ruta_30_1	18.04	79	Autobús largo	64
6	Ruta_30_2	17.40	88	Van corta	17
7	Ruta_30_3	29.78	176	Autobús largo	64
8	Ruta_30_4	22.16	122	Van corta	17
9	Ruta_44_1	28.21	151	Microbús	36
10	Ruta_44_2	38.93	184	Autobús largo	64
11	Ruta_44_3	43.48	223	Microbús	36
12	Ruta_44_4	61.03	264	Microbús	36
13	Ruta_50_1	35.24	176	Autobús corto	50
14	Ruta_50_2	26.20	125	Van	17
15	Ruta_50_3	60.90	280	Autobús largo	64
16	Ruta_50_4	32.26	171	Microbús	36
17	Ruta_50_5	36.77	211	Van	17
18	Ruta_50_6	75.76	336	Autobús largo	64

19	Ruta_51_1	49.42	312	Autobús corto	50
20	Ruta_51_2	47.27	135	Autobús corto	50
21	Ruta_51_3	29.92	83	Autobús corto	50
22	Ruta_94_1	8.26	64	Autobús largo	64
23	Ruta_RTP141_1	32.11	152	Autobús largo (RTP)	93
24	Ruta_RTP148_1	27.69	96	Autobús largo (RTP)	93
25	Ruta_RTP149_1	15.3	89	Autobús largo (RTP)	93

Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

Sistema tarifario

El sistema de transporte público en Milpa Alta y Tláhuac se compone de una amplia variedad de modos de transporte, cada uno con una tarifa autorizada que varía según el tipo de servicio y la distancia recorrida. (Ver Tabla 2.26). Estas tarifas permiten identificar el costo asociado a la movilidad cotidiana de los usuarios en diferentes zonas de la ciudad.

Tabla 2.26 Tarifas autorizadas del Transporte Público

Modo de transporte	Tarifa
Metro	\$5.00
RTP	\$2.00
	\$4.00
	\$5.00
	\$7.00
Microbús, vagoneta (5 km)	\$6.00
Microbus, vagoneta (5km a 12km)	\$6.50
Autobuses	\$7.00
Microbuses y vagonetas (+12km)	\$7.50
Autobuses (+ 5km)	\$8.00
Taxi Banderazo	\$8.74

Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

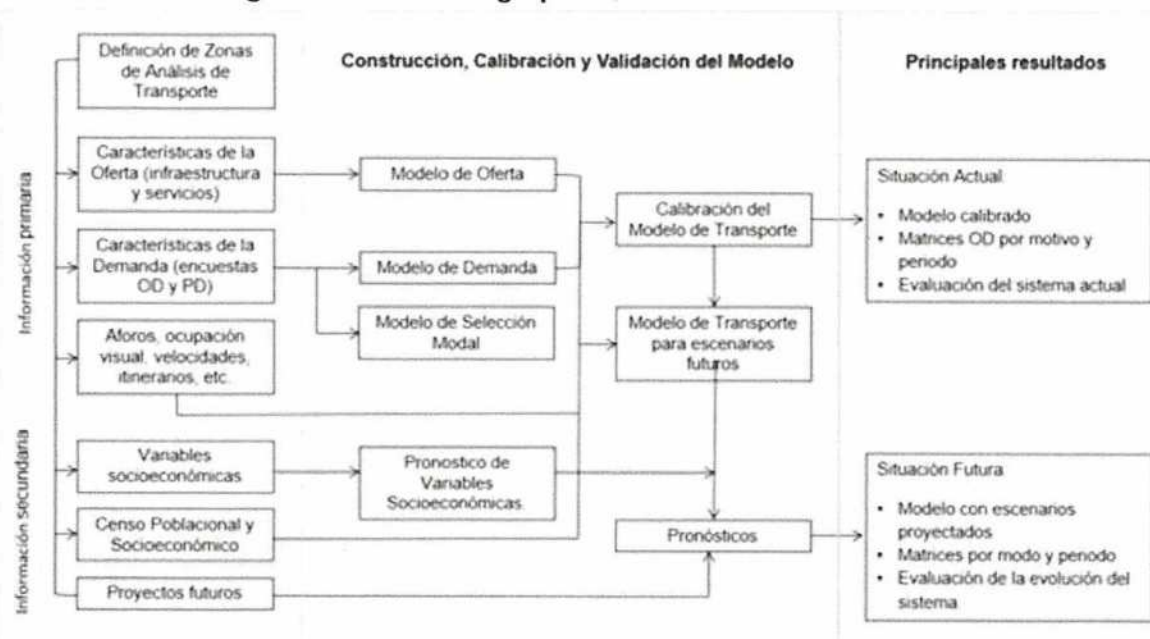
c) Análisis de la demanda actual

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

La estimación de la demanda se basa en el modelo clásico de cuatro etapas: generación, distribución, selección modal y asignación de viajes, adaptado a las necesidades y condiciones del ámbito local.

Se construye un modelo para representar la demanda en la situación actual (año base 2025) y proyectar escenarios futuros, con el objetivo de evaluar la eficiencia del sistema y estimar la captación de demanda en el escenario con proyecto (Ver Figura 2.19).

Figura 2.19. Metodología para la estimación de la demanda



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

A continuación, se presentan los insumos principales para el levantamiento de campo:

Información Primaria:

- Frecuencia y ocupación visual: Permite analizar la variación de la demanda por día y hora, así como la relación oferta-demanda en puntos FOV.
- Validación de derroteros: Incluye revisión de tarifas actuales, ubicación y capacidad de terminales, infraestructura y cierres de circuito, además del inventario de rutas en el área de influencia.
- Tiempos de recorrido: Se miden velocidades de operación y comerciales, así como las principales causas de demora.
- Cierres de circuito: Se evalúa el estado físico y operativo de las unidades, así como el despacho en distintos periodos del día.
- Ascensos y descensos: Identificación de polígonos de carga, capacidad por ruta y principales puntos de abordaje y descenso.

- Encuesta Origen-Destino (OD) a bordo: Se recopilan datos como rango de edad, ocupación, motivo, frecuencia del viaje, modo, tiempo, costo, principales pares origen-destino y zonas de generación y atracción.
- Encuesta de Preferencia Declarada (PD): Se utiliza para determinar el valor del tiempo (VOT) percibido por los usuarios.

Información Secundaria:

Datos censales, bases socioeconómicas, cartografía y características de la oferta del transporte.

- Zonificación:

Se definieron 371 zonas, considerando criterios sociodemográficos, usos de suelo y niveles de conectividad. La zonificación permite desagregar adecuadamente la información espacial de los viajes.

- Modelo de oferta:

Se desarrollan dos redes principales:

Red vial: Caracterizada por atributos como número de carriles, velocidad, capacidad, restricciones de giro y estado del pavimento.

Red de transporte público: Incluye rutas con datos de frecuencia, velocidad y tipo de recorrido (local o de integración).

- Modelo de Demanda

Se construyen matrices OD a partir de encuestas a bordo. Las matrices se expanden utilizando factores basados en aforos y frecuencias observadas en campo.

- Selección Modal

Se aplicaron encuestas de preferencias declaradas (PD) para calibrar funciones de utilidad.

Se estimaron probabilidades de elección modal en función del tiempo y costo de viaje percibido por los usuarios.

- Asignación de Viajes
- Modelo implementado en TRANSCAD.

Se utiliza el método de asignación por estrategias óptimas, minimizando el tiempo generalizado de viaje (incluyendo espera, caminata, transferencias).

- Calibración del Modelo Año base: 2025.
 1. Este modelo, se calibra comparando los resultados del modelo con los datos observados en campo (aforos de pasajeros, frecuencias y tiempos de recorrido).
 2. Se analizan funciones de tránsito, tiempo de detención (dwell time), penalidades de acceso y transferencias.
 3. Coeficientes de la función de costo generalizado ajustados mediante prueba y error; ejemplo: caminata (peso 2.4), espera en origen (peso 1), tiempo en vehículo (1.15).
 4. TFlowFuzzy se utiliza para ajuste de matrices OD conforme a aforos observados.

- Sensibilidad Tarifaria del Teleférico

Este se desarrolla siguiendo los siguientes pasos:

1. Se modela la demanda bajo distintos escenarios tarifarios.
2. Se identifica la Tarifa óptima que equilibra la captación de usuarios y los ingresos del sistema.
3. Se identifican qué tarifas superiores reducen significativamente la demanda.

Puntos FOV

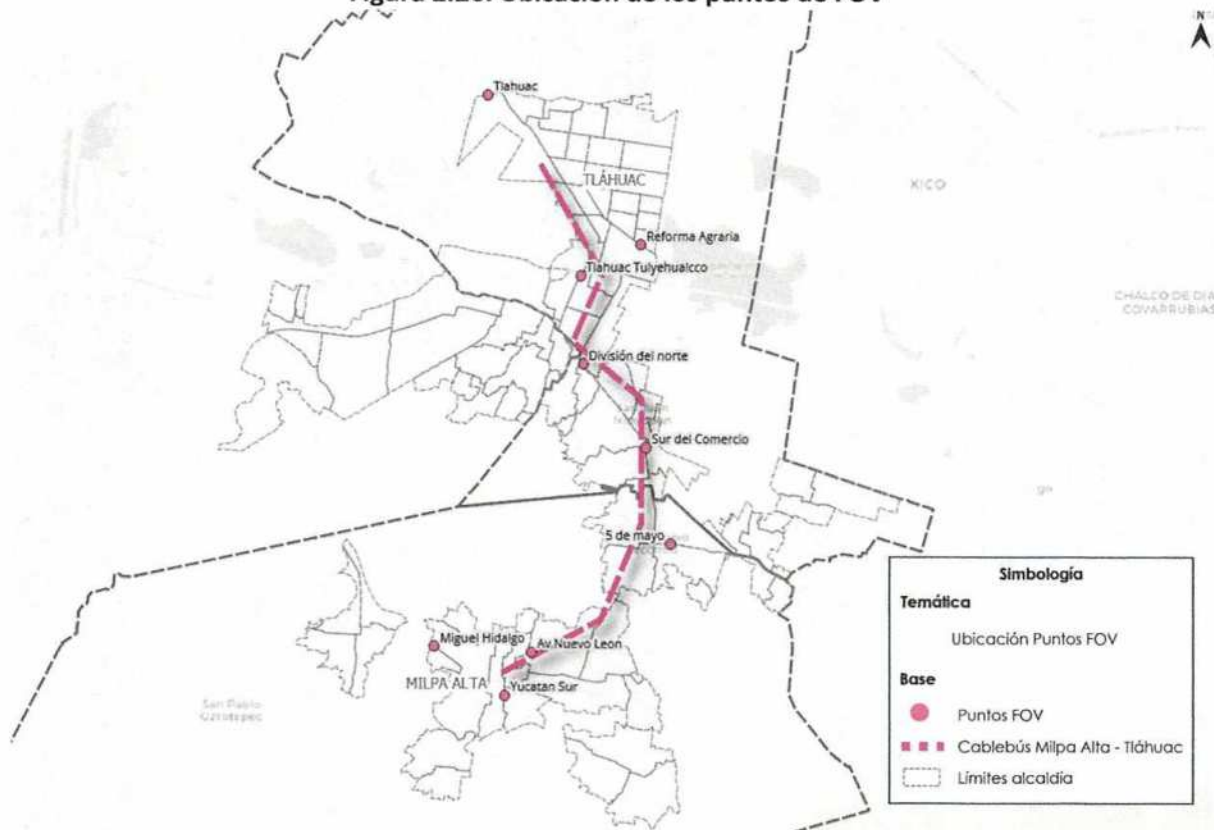
Con el estudio de frecuencia de paso y ocupación de las unidades del transporte público, se estima el número de pasajeros que llevan los vehículos en un punto específico de su ruta, medido durante un periodo de tiempo suficiente para conocer la carga durante el periodo de operación del sistema.

Para determinar la oferta y demanda de las rutas que operan sobre los corredores en estudio, así como las que operan alrededor de sus zonas de influencia e identificar la variación horaria, se llevó a cabo este estudio en 9 estaciones en ambos sentidos cuatro días hábiles y un día de semana

A continuación, se presenta el perfil de demanda encontrado de los estudios de Frecuencia y Ocupación realizados en campo, dicho perfil de demanda responde al día más representativo de los estudios en comento.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de cada una de las estaciones FOV. La planeación de este estudio comenzó con la identificación de las estaciones de aforo. El criterio para determinar su ubicación responde a la concentración de la mayor cantidad de rutas en tramos de la red vial de estudio, de manera que estos puntos son cercanos a los principales accesos y/o salidas de la ciudad. A continuación, se presenta la relación de ubicaciones de las estaciones de aforo y su figura correspondiente.

Figura 2.20. Ubicación de los puntos de FOV



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

4X

En la zona de Milpa Alta y Tláhuac, el sistema de transporte público se caracteriza por una alta presencia de vehículos de capacidad reducida, ver Tabla 2.27, lo cual refleja tanto las condiciones urbanas de la zona como la forma en que se ha estructurado históricamente el servicio. Los microbuses y las vans cortas representan la mayoría de los vehículos en operación, con un total combinado de 94 unidades. Esta cifra representa el 50.8% del total, lo que indica que el servicio está diseñado para atender una demanda dispersa, en trayectos cortos y a través de vialidades estrechas o de difícil acceso. Estos vehículos, al ser más maniobrables y flexibles, resultan más adecuados para zonas periféricas con urbanización irregular y de baja densidad.

Por otro lado, los autobuses cortos y largos tienen una presencia intermedia, con un total combinado de 76 unidades. Esta cifra equivale al 41.1% del total, lo que sugiere la existencia de rutas troncales de capacidad media que podrían conectar puntos clave dentro de la zona o servir como enlace hacia zonas más centrales. En contraste, los autobuses largos de RTP tienen una representación mucho menor con 15 unidades, que representa el 8.1% del total, lo cual permite inferir una baja cobertura de transporte estructurado o masivo. Esto puede deberse tanto a limitaciones físicas de la infraestructura vial como a la ausencia de una planificación integral del transporte en estas demarcaciones.

La diversidad en la tipología vehicular en Milpa Alta y Tláhuac sugiere que existe una red fragmentada y servicios de transporte posiblemente operados por múltiples concesionarios o agrupaciones, ya que muestran distintos niveles de regulación y formalidad. Esto da como resultado un sistema poco homogéneo, con frecuencias variables y una calidad de servicio desigual.

Los datos muestran una fuerte dependencia del transporte colectivo no estructurado, lo que representa una falta en la integración modal, eficiencia operativa y calidad del servicio para los usuarios en Milpa Alta y Tláhuac.

Tabla 2.27 Clasificación de los tipos de vehículos

No.	ID_Ruta	Tipo Vehículo	No. de Unidades	Frecuencia HMD
1	Ruta_20	Van	15	17
2	Ruta_21_1	Autobús largo	16	64
3	Ruta_21_2	Microbús	6	36
4	Ruta_21_3	Microbús	7	36
5	Ruta_30_1	Autobús largo	7	64
6	Ruta_30_2	Van corta	8	17
7	Ruta_30_3	Autobús largo	6	64
8	Ruta_30_4	Van corta	20	17
9	Ruta_44_1	Microbús	13	36
10	Ruta_44_2	Autobús largo	12	64
11	Ruta_44_3	Microbús	9	36
12	Ruta_44_4	Microbús	2	36
13	Ruta_50_1	Autobús corto	3	50
14	Ruta_50_2	Van	6	17
15	Ruta_50_3	Autobús largo	2	64
16	Ruta_50_4	Microbús	4	36
17	Ruta_50_5	Van	4	17
18	Ruta_50_6	Autobús largo	4	64
19	Ruta_51_1	Autobús corto	5	50
20	Ruta_51_2	Autobús corto	4	50
21	Ruta_51_3	Autobús corto	8	50
22	Ruta_94_1	Autobús largo	9	64
23	Ruta_RTP141_1	Autobús largo (RTP)	4	93
24	Ruta_RTP148_1	Autobús largo (RTP)	5	93

25	Ruta_RTP149_1	Autobús largo (RTP)	6	93
----	---------------	---------------------	---	----

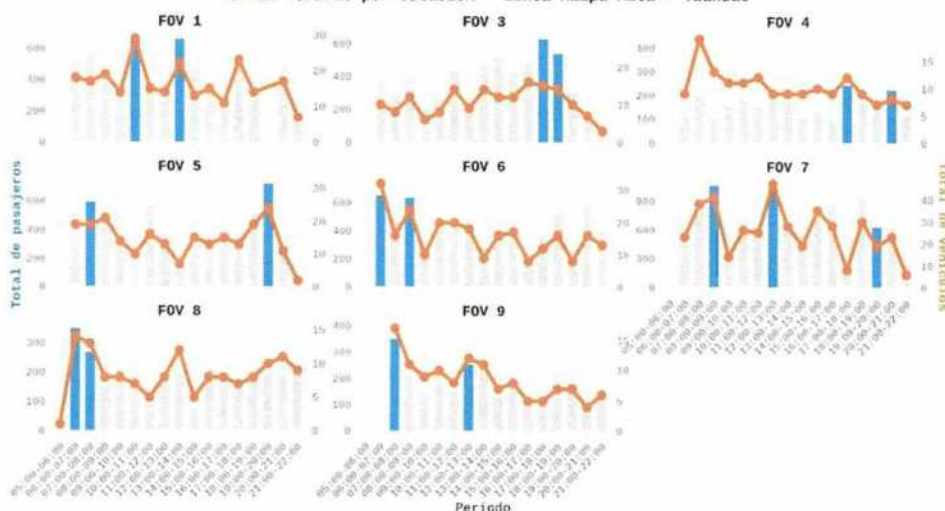
Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Durante el levantamiento de la línea Milpa Alta - Tláhuac, se identificaron dos franjas principales de alta demanda: de 6:00 a 9:00 y de 20:00 a 22:00 horas. Estas horas pico concentran la mayor cantidad de pasajeros, especialmente en estaciones como FOV 1, FOV 5, FOV 6 y FOV 7. Sin embargo, en varias de ellas, la disponibilidad de vehículos no es proporcional a la demanda, lo que puede generar saturación y afectar la calidad del servicio.

En contraste, estaciones como FOV 4, FOV 8 y FOV 9 presentan una demanda más baja y estable, lo que sugiere oportunidades para redistribuir unidades y mejorar la eficiencia operativa (Ver Figura 2.21).

Figura 2.21. Perfil horario por estación

Perfil horario por estación - Línea Milpa Alta - Tláhuac



Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Durante los fines de semana, el sistema de transporte en la zona Milpa Alta - Tláhuac mantiene una operación activa y dispersa, con múltiples unidades en circulación desde las primeras horas del día. El análisis del aforo muestra que los picos de mayor demanda no se concentran exclusivamente en la mañana, como ocurre entre semana, sino que se distribuyen a lo largo del día.

Las horas con mayor número de pasajeros registrados fueron las 11:16, 06:43 y 16:43, todas con un aforo de 19 personas por unidad, seguidas por otros momentos importantes como las 12:25, 18:32 y 19:23. Esto sugiere que la demanda durante el fin de semana es más intermitente pero constante, probablemente influida por actividades sociales, recreativas o familiares.

En cuanto a las estaciones, FOV 6 y FOV 7 se posicionan como las de mayor concentración de pasajeros, seguidas por FOV 1 y FOV 5. Esto es consistente con los hallazgos de los días hábiles, lo que indica que estas zonas tienen un flujo constante de personas incluso en días de menor actividad laboral.

Respecto al tipo de vehículos, predomina el uso de microbuses (MC), con un aforo total de 1,435 pasajeros durante el periodo analizado. Le siguen los autobuses cortos (AC) y las vans cortas (VC). La alta participación de unidades pequeñas reafirma que el servicio está estructurado para operar en vialidades estrechas y con alta flexibilidad, aunque esto también puede traducirse en capacidad limitada y variabilidad en la calidad del servicio.

En conjunto, estos datos muestran que, aunque el volumen total de pasajeros es menor que entre semana, la demanda durante el fin de semana es significativa y variada en el tiempo y espacio, lo que implica la necesidad de mantener un servicio continuo y adaptado, especialmente en las estaciones con mayor tráfico como FOV 6 y FOV 7.

Preferencia Declarada

Los resultados arrojados muestran que el mayor porcentaje de personas encuestadas fueron mujeres con el 52% y hombres con el 48%. La población más activa en el uso del transporte público son las personas de entre 20 a 30 años, seguida de 30 a 40 y 40 a 50 años, lo que indica una mayor fuerza laboral y estudiantil en la zona de Milpa Alta y Tláhuac, lo que hace sentido con los datos arrojados en cuanto a ocupación donde los primeros puestos son los de Empleado, Estudiante y Hogar.

OD (Origen - Destino)

Los resultados de las encuestas Origen y Destino permitieron identificar las zonas atractoras y generadoras de viaje, así como la cantidad de viajes que se realizaron y las zonas dentro o fuera de los municipios, permitiendo conocer los patrones de movilidad en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Se levantó la información en 636 puntos de ascensos y descensos, los cuales coinciden con los puntos de FOV, por lo que concluimos que tanto la ubicación de las estaciones propuestas como los puntos de frecuencia de ocupación visual coincide con los lugares de mayor demanda para los usuarios y habitantes de Milpa Alta y Tláhuac.

Cierres de circuito

La información levantada permitió identificar la operación de vehículos correspondientes a 25 rutas distintas, lo que da cuenta de una alta diversidad y complejidad operativa en la red observada. Asimismo, con base en los conteos realizados y el aforo reportado por unidad, se estima una demanda diaria aproximada de 47,101 pasajeros por día, lo cual refleja una utilización significativa del sistema en los horarios y ubicaciones analizadas. Este volumen de demanda, distribuido entre distintas rutas y tipos de vehículos, proporciona insumos clave para el análisis de eficiencia operativa, asignación modal y potenciales estrategias de reorganización o integración del servicio.

Construcción de los modelos de demanda

La construcción comienza con la delimitación y zonificación del área de estudio. Este proceso se basó principalmente en la agrupación homogénea de variables socioeconómicas —como población, superficie y densidad— así como en los usos de suelo. Además, se consideraron criterios adicionales como:

- Compatibilidad con zonas censales,
- Congruencia con cordones viales internos,
- Límites naturales, y
- Presencia de grandes centros atractores o generadores de viajes.

La zonificación utilizada en el modelo se construyó a partir de los distritos establecidos en la Encuesta Origen - Destino (EOD) 2017, respetando los límites administrativos tanto de las alcaldías de la Ciudad de México como de los municipios conurbados del Estado de México y de Hidalgo.

Con el objetivo de representar de manera más precisa las dinámicas urbanas y de movilidad en el área de influencia directa del proyecto, se incorporó un mayor nivel de desagregación espacial mediante el uso de las

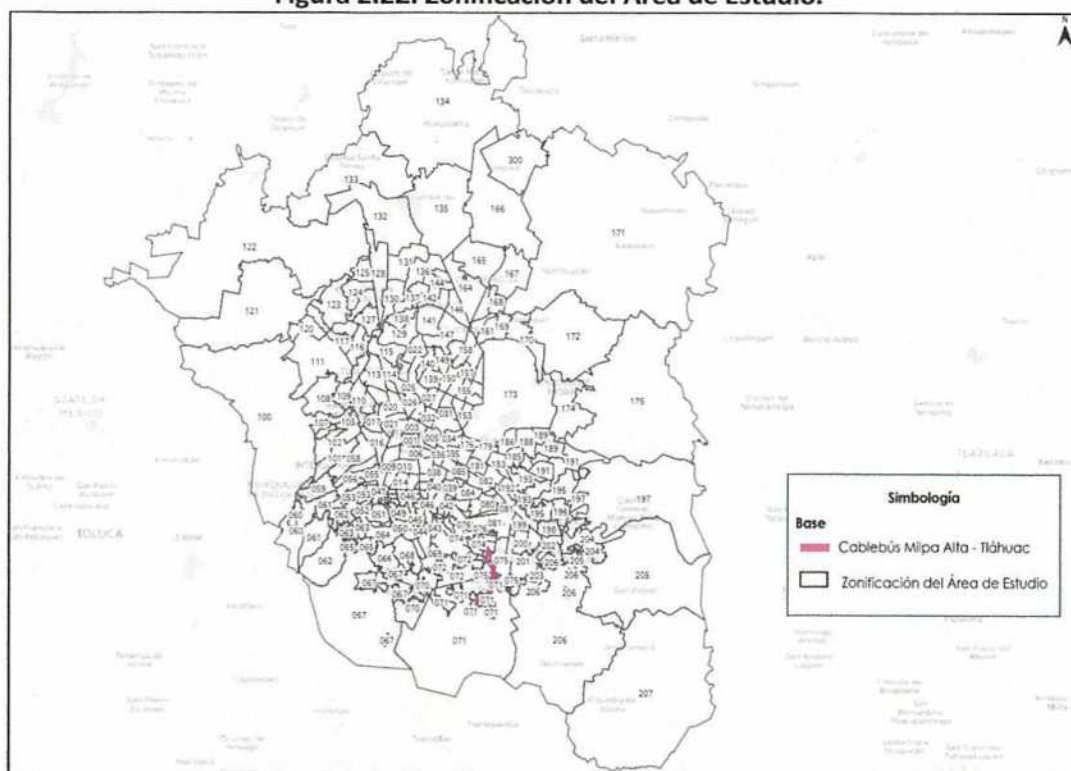
Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBS urbanas). Esto permitió capturar con mayor detalle la estructura urbana, los patrones de desplazamiento y la conectividad del sistema de transporte.

Del total de 194 distritos definidos por la EOD 2017:

- Se conservaron 124 distritos sin modificaciones.
- Los 70 distritos restantes se subdividieron en 247 zonas, utilizando como base las AGEBS urbanas.

Como resultado, la zonificación final que se presenta en la figura está compuesta por un total de **371 zonas**.

Figura 2.22. Zonificación del Área de Estudio.



Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

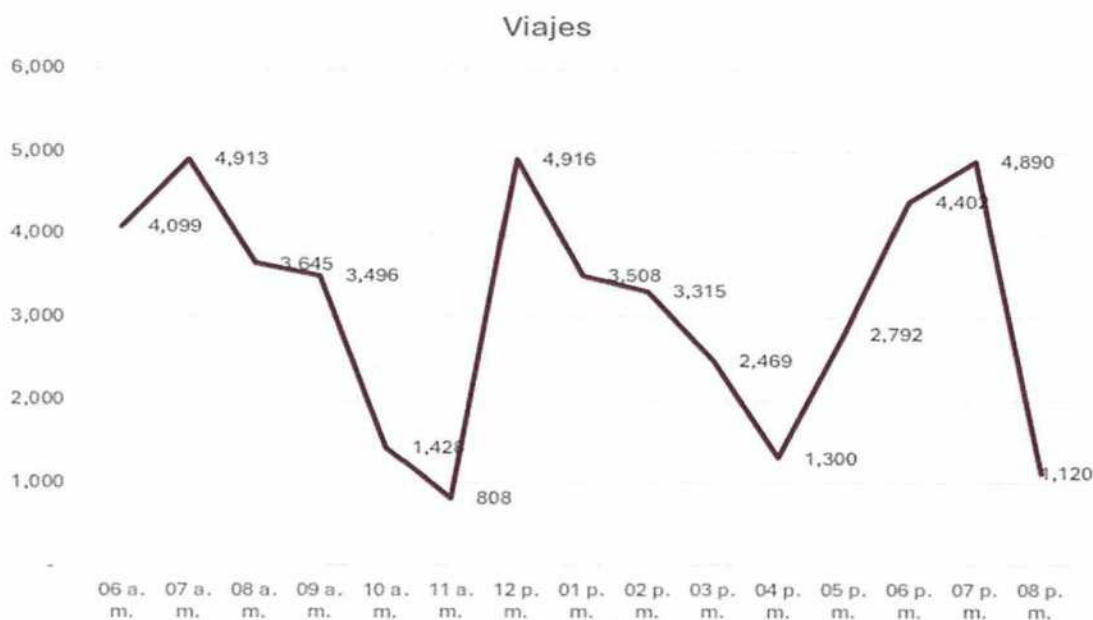
Calibración y validación del modelo

La calibración del modelo de transporte se realizó con base en los estudios de frecuencia de paso, ocupación vehicular, y los conteos de ascenso y descenso de pasajeros, lo que permitió estimar la demanda puntual por ruta. A partir de esta información, se calculó la demanda total diaria a través de factores de expansión, los cuales se derivaron al comparar el volumen de encuestas aplicadas con la magnitud real de viajes observados por ruta.

Estos factores de expansión fueron diseñados para corregir la representatividad de la muestra levantada durante la jornada completa, permitiendo escalar los resultados a una estimación diaria. Para ello, se identificaron cinco periodos pico (HP) y once periodos valle (HV), con una participación del 10% por hora pico respecto al total diario, y proporciones variables para el resto del día.

La siguiente figura muestra el polígono de comportamiento horario de la demanda. Este comportamiento horario resulta clave para validar la consistencia del modelo con las condiciones observadas en campo, asegurando su capacidad para replicar los patrones reales de movilidad en la zona de estudio.

Figura 2.23. Polígono de comportamiento horario de la demanda



Determinación del factor de expansión y validación del modelo

Para estimar el número total de viajes-persona diarios por ruta, se calculó un factor de expansión a partir de las encuestas aplicadas y la estimación total de usuarios observados. Este factor permite escalar los resultados muestrales hacia una representación del universo total de viajes.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$Fe = \frac{1}{hze / Hze}$$

Donde:

- Fe = Factor de expansión.
- Hze = Total de usuarios estimados en la zona de estudio.
- hze = Número de encuestas efectivamente levantadas.

En total, se aplicaron 1,927 encuestas distribuidas entre las 10 rutas prioritarias del corredor Tláhuac – Milpa Alta. Este tamaño muestral permite obtener resultados con un nivel de confianza del 95% y un margen de error inferior al 3%, lo que garantiza alta fiabilidad en los datos recolectados (Ver Tabla 2.28).

Tabla 2.28 Encuestas para la Rutas prioritarias del Corredor del Cablebús Tláhuac – Milpa Alta

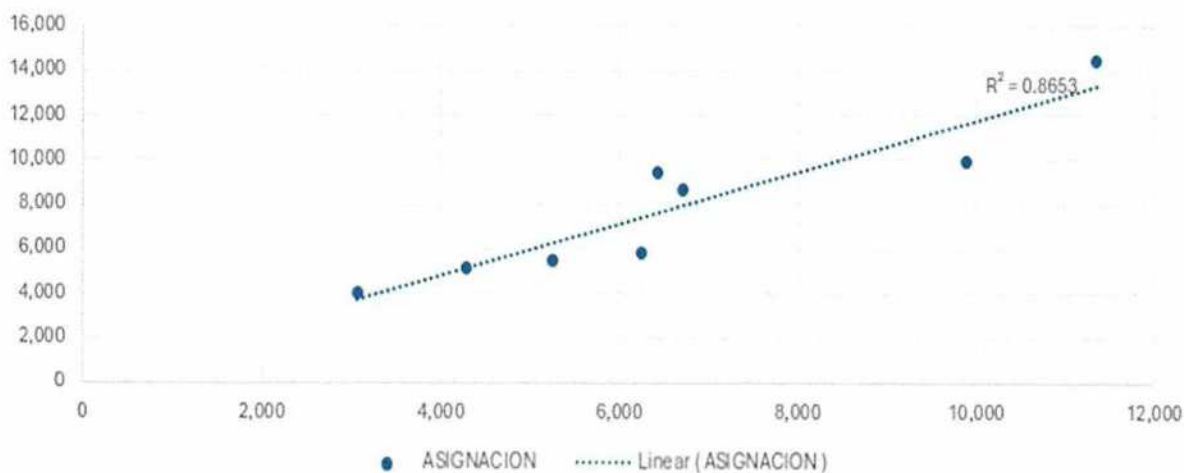
Rutas	Derroteros a estudiar	Usuarios	Muestra	Mue/Viv	Factor exp.	p=.5	p=.75	p=.9
10	25	47,101	1,927	4.09%	24.44	2.2%	1.9%	1.3%

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

El proceso de calibración incluyó la comparación entre la asignación del modelo y los datos observados de frecuencia de paso y ocupación. El resultado de esta validación mostró un coeficiente de determinación $R^2 =$

0.87, lo cual indica que el modelo explica el 87% de la variabilidad observada, lo que representa un gran ajuste entre lo simulado y los datos reales. La siguiente figura muestra la correlación entre el modelo asignado y los datos observados:

Figura 2.24. Determinación de la R2 entre los estudios de campo y la asignación.
Asignación: Tláhuac – Milpa Alta



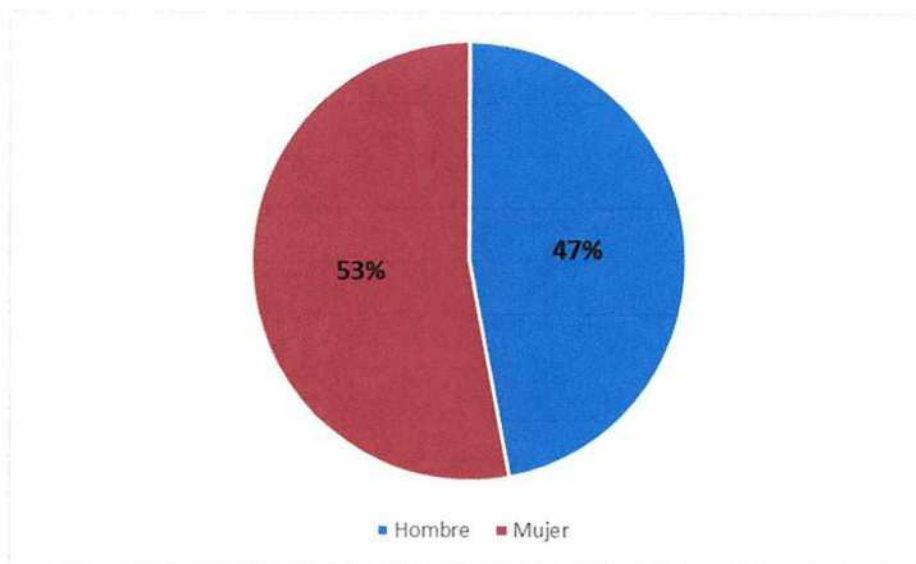
Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA

Sexo y Rango de Edad

En la siguiente figura se presentan los porcentajes de usuarios que viajan en transporte público por género.

Figura 2.25. Repartición por género de usos del transporte

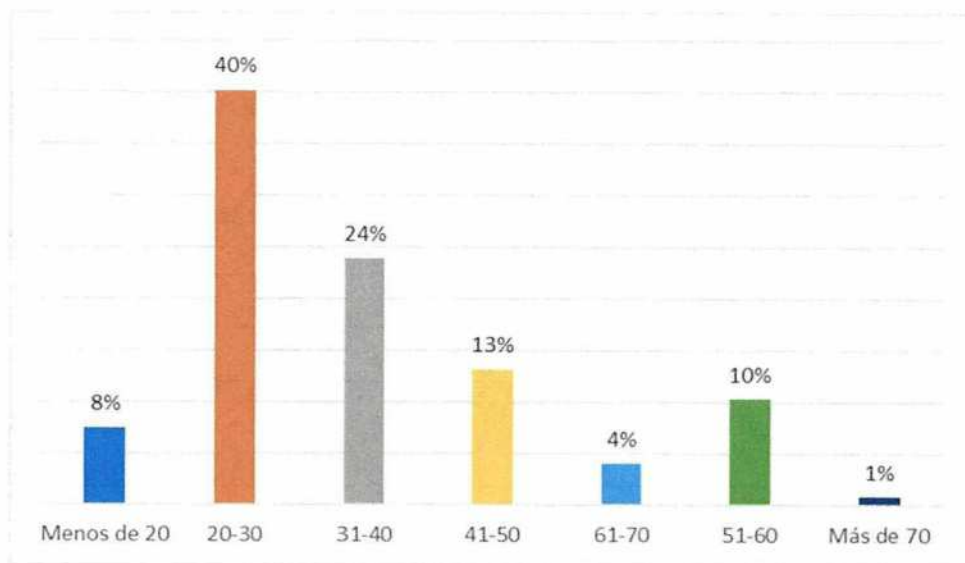


Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Asimismo, se identificó que el 77% son personas de 21 a 50 años, siendo estas personas las que se encuentran en edad de realizar diversas actividades. Existe otro segmento de usuarios que representa un porcentaje

importante en la zona de estudio, que está entre los 51 y 60 años con un 10% como se muestra en la figura siguiente:

Figura 2.26. Rango de Edad

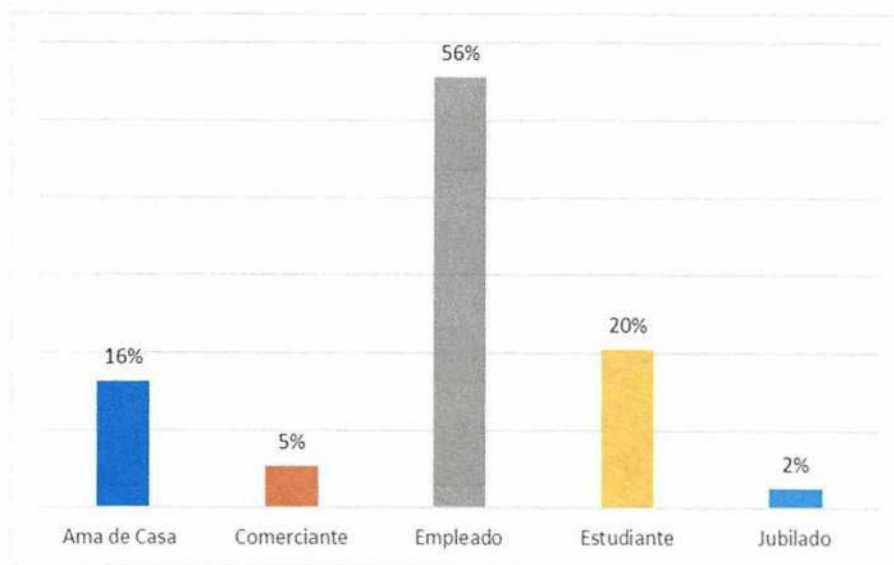


Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Usuarios y Motivo de viaje

En la siguiente figura se observa a los usuarios de transporte público que son principalmente *empleados* con el 56%, en segundo lugar, lo ocupan los *estudiantes* con el 20%; mientras que las *amas de casa* son el tercer lugar con el 16%. Es de resaltar que los jubilados también representan un 2%, un sector que se debe priorizar para facilitar la accesibilidad en el transporte público.

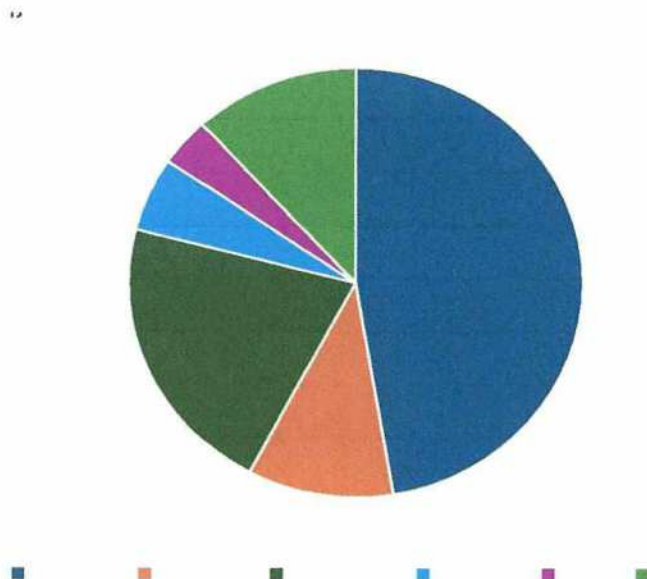
Figura 2.27. Perfil de los usuarios de transporte público



Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

En la siguiente figura se observa la distribución de los motivos de viaje de los usuarios de transporte público, de acuerdo con la encuesta origen destino. En particular, el 47.3% de las personas se desplazaron por motivo de trabajo y un 10.4% su viaje fue para asistir a una escuela o centro educativo. Ambos motivos de viaje se considerarán como “Motivo de viaje trabajo” para fines de la valoración del tiempo, se considera que los viajes a escuela son igualmente viajes obligados y permiten a las personas invertir su tiempo en un uso que será finalmente productivo. La educación se considera principalmente como una inversión para ingresos y trabajos futuros. La ponderación de viajes de trabajo será, entonces, de 57.71% y la de placer de 42.29%.

Figura 2.28. Ponderaciones por motivo de viaje



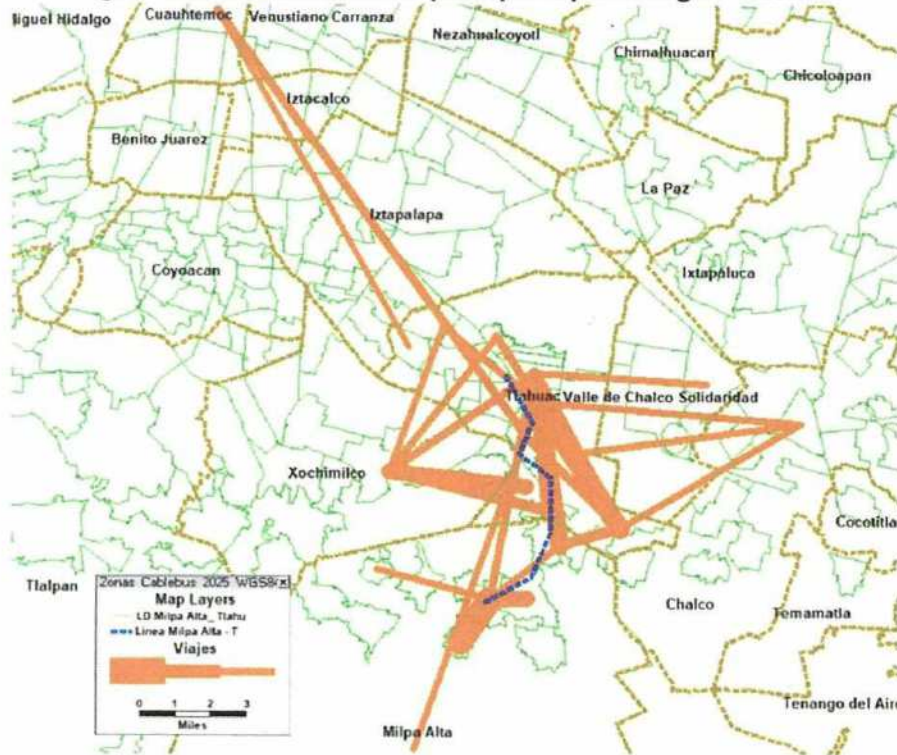
Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Líneas de deseo de viaje

Las líneas de deseo de viaje se desarrollan con la finalidad de ver la magnitud de los viajes que se realizan entre cada par Origen – Destino, que representan la interacción de los usuarios entre las zonas que se consideran más significativas.

Con base en el análisis de los principales pares Orígenes - Destino se encontró que las alcaldías con mayor interacción de viajes son Tláhuac, Milpa Alta, Valle de Chalco, Chalco, Xochimilco y Cuauhtémoc. Se debe resaltar que el mayor flujo de viajes se da de manera intrazona principalmente en Tláhuac y Milpa Alta, lo que es significativo de una movilidad local (Ver Figura 2.27 y Tabla 2.28).

Figura 2.29. Líneas de deseo principales pares origen - destino



Fuente: Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

A continuación, se enlistan los principales pares Origen- Destino que identificaron:

Tabla 2.29 Viajes OD por Alcaldía y Colonia

Orden	Zona	Municipio _ Colonia _ Referencia	Zona	Municipio _ Colonia _ Referencia
1	90	Milpa Arrasan Lorenzo Tlacoyucan	91	Milpa Alta _ Los Ángeles
2	252	Tláhuac-Los Reyes	255	Tláhuac _ La Asunción
3	180	Milpa Alta _ Cruztitla	255	Tláhuac _ La Asunción
4	91	Milpa Alta Los Ángeles	291	Milpa alta San Agustín Ohtenco
5	182	Tláhuac _ El Rosario	256	Xochimilco _ Santa María Nativitas
6	93	Tláhuac _ Jaime Torres Bodet	255	Tláhuac _ La Asunción
7	252	Tláhuac _ Los Reyes	254	Tláhuac _ El Triangulo
8	93	Tláhuac _ Jaime Torres Bodet	256	Xochimilco _ Santa María Nativitas
9	180	Milpa Alta _ Cruztitla	252	Tláhuac _ Los Reyes
10	93	Tláhuac _ Jaime Torres Bodet	254	Tláhuac _ El Triangulo
11	96	Tláhuac _ San Francisco Tlaltenco	255	Tláhuac _ La Asunción
12	180	Milpa Alta _ Cruztitla	254	Tláhuac _ El Triangulo
13	254	Tláhuac _ El Triangulo	256	Xochimilco _ Santa María Nativitas
14	1	Cuauhtémoc _ Centro	253	Tláhuac _ Calyecac
15	91	Milpa Alta _ Los Ángeles	254	Tláhuac _ El Triangulo
16	252	Tláhuac _ Los Reyes	253	Tláhuac _ Calyecac
17	240	Tláhuac _ Atlacapa	255	Tláhuac _ La Asunción
18	253	Tláhuac _ Calyecac	254	Tláhuac _ El Triangulo
19	255	Tláhuac _ La Asunción	342	Chalco _ Casco de San Juan
20	71	Milpa Alta _ La Concepción	255	Tláhuac _ La Asunción
21	75	Tláhuac _ La Lupita	342	Chalco _ Casco de San Juan
22	86	Milpa Alta _ San Bartolomé Xicomulco	91	Milpa Alta _ Los Ángeles
23	91	Milpa Alta _ Los Ángeles	180	Milpa Alta _ Cruztitla
24	96	Tláhuac _ San Francisco Tlaltenco	256	Xochimilco _ Santa María Nativitas

25	240	Tláhuac _ Atlacapa	256	Xochimilco _ Santa María Nativitas
26	252	Tláhuac _ Los Reyes	252	Tláhuac _ Los Reyes
27	252	Tláhuac _ Los Reyes	342	Chalco _ Casco de San Juan
28	254	Tláhuac _ El Triangulo	255	Tláhuac _ La Asunción
29	254	Tláhuac _ El Triangulo	339	Valle de Chalco Solidaridad _ Ampl La Antorcha
30	1	Cuauhtémoc _ Centro	92	Tláhuac _ Agrícola Metropolitana

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

La siguiente tabla presenta la demanda registrada por ruta de transporte (derrotero), incluyendo tanto rutas tradicionales como aquellas operadas por la Red de Transporte de Pasajeros (RTP). La Ruta_30_4 “CETRAM Tláhuac - Peña Alta” registra la mayor afluencia con 8,796 pax/día, seguida por la Ruta_44_2 “Taxqueña – Tláhuac” con 6,558 pax/día y la Ruta_44_3 “Taxqueña – Tulyehualco” con 6,100 pax/día. En contraste, las rutas con menor demanda son la Ruta_51_1 “Clínica 25 – Tulyehualco” con 153 pax/día y la Ruta_50_3 “Ayotzingo - Tulyehualco - Metro General Anaya” con 97 pax/día.

Es importante señalar que, estas rutas se consideran de primer orden, ya que representan los principales corredores sobre los cuales se proyecta el trazo del Cablebús. Por lo tanto, reflejan la demanda base del proyecto.

Tabla 2.30 Demanda Estimada por Ruta en la Situación Actual

No.	ID_Ruta	Demanda diaria pax/día
1	Ruta_20	4,980
2	Ruta_21_1	743
3	Ruta_21_2	1,145
4	Ruta_21_3	1,207
5	Ruta_30_1	1,955
6	Ruta_30_2	2,653
7	Ruta_30_3	558
8	Ruta_30_4	8,796
9	Ruta_44_1	2,135
10	Ruta_44_2	6,558
11	Ruta_44_3	6,100
12	Ruta_44_4	458
13	Ruta_50_1	259
14	Ruta_50_2	711
15	Ruta_50_3	97
16	Ruta_50_4	517
17	Ruta_50_5	614
18	Ruta_50_6	1,035
19	Ruta_51_1	153
20	Ruta_51_2	589
21	Ruta_51_3	1,441
22	Ruta_94_1	1,785
23	Ruta_RTP141_1	1,835
24	Ruta_RTP148_1	222
25	Ruta_RTP149_1	555
Total		47,101 px/día

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Las figuras 2.28 y 2.29 muestran los principales puntos de ascenso y descenso de pasajeros en un día dentro del corredor Tláhuac–Milpa Alta. Se agruparon las paradas que se encuentran a menos de 50 metros de distancia, considerándose como una sola unidad funcional de transporte público.

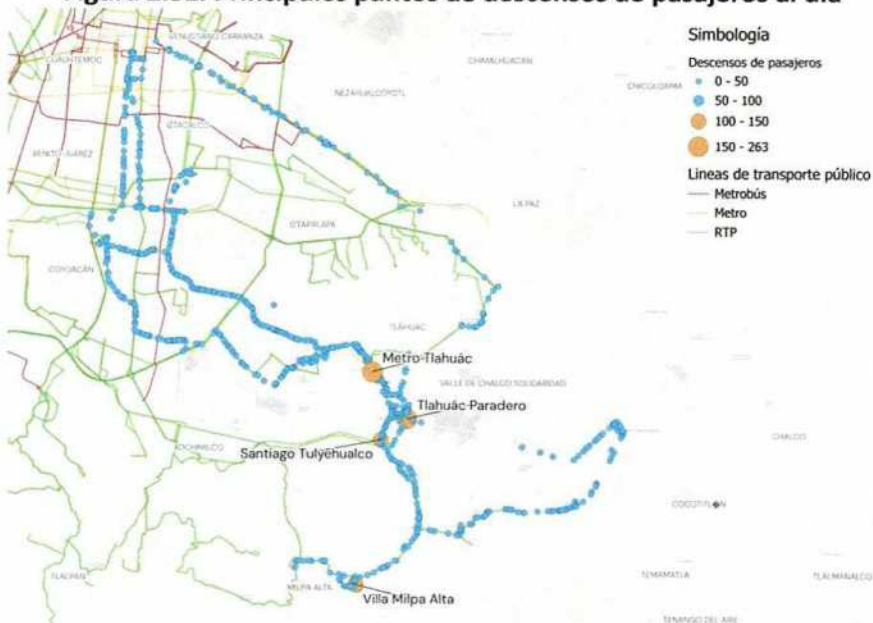
Tanto el mapa de ascensos como el de descensos reflejan una distribución relativamente uniforme de subidas y bajadas a lo largo del recorrido de las rutas. Sin embargo, se identifican varios nodos que concentran una mayor demanda. El punto más destacado es Metro Tláhuac (más de 500 ascensos y descensos combinados al día), que funciona como el principal centro de transferencia, al registrar los mayores volúmenes de ascenso y descenso. Otros puntos relevantes son el paradero de Tláhuac, Santiago Tulyehualco, el pueblo de Villa Milpa Alta y San Pedro Atocpan, todos ellos con una significativa actividad de pasajeros, en más de 300 ascensos y descensos combinados al día. Estos puntos reflejan concentraciones clave de pasajeros y son indicativos de la demanda en dichas áreas.

Figura 2.30. Principales puntos de ascensos de pasajeros al día



Fuente: Estudio de Demanda

Figura 2.31. Principales puntos de descensos de pasajeros al día



Fuente: Estudio de Demanda

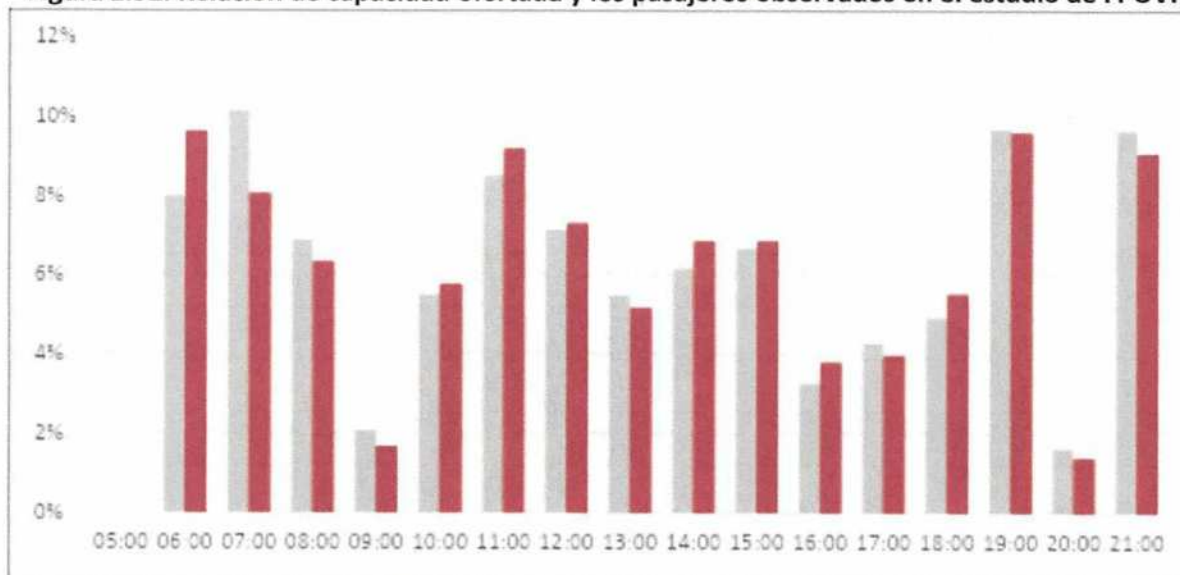
d) Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda

La figura 2.30 muestra la relación entre la capacidad instalada, la oferta y la demanda de pasajeros observada a bordo, con base en el estudio de frecuencia de paso realizado entre las 5:00 y las 18:00 horas. Para obtener la distribución porcentual de la demanda, se calculó el número de pasajeros contabilizados por hora respecto al total registrado durante todo el periodo de observación.

La estimación de la capacidad instalada por hora se realizó asumiendo un índice de rotación promedio igual a 1 en el punto de aforo. Esta capacidad se obtuvo multiplicando la capacidad nominal del vehículo por el número total de unidades registradas cada hora (frecuencia horaria). Posteriormente, se sumaron los valores por hora para obtener la capacidad instalada total durante el periodo de estudio.

La oferta de asientos se calculó dividiendo la suma de asientos disponibles por hora entre el total de asientos ofrecidos a lo largo del día, con lo cual se determinó el porcentaje de asientos ofertados. A partir de este análisis, se identificó que, en el punto y día de máxima carga, la oferta de asientos fue aproximadamente un 15% superior a la demanda observada, lo que indica una cobertura adecuada en términos de capacidad instalada frente a la demanda puntual más alta.

Figura 2.32. Relación de capacidad ofertada y los pasajeros observados en el estudio de FPOV.



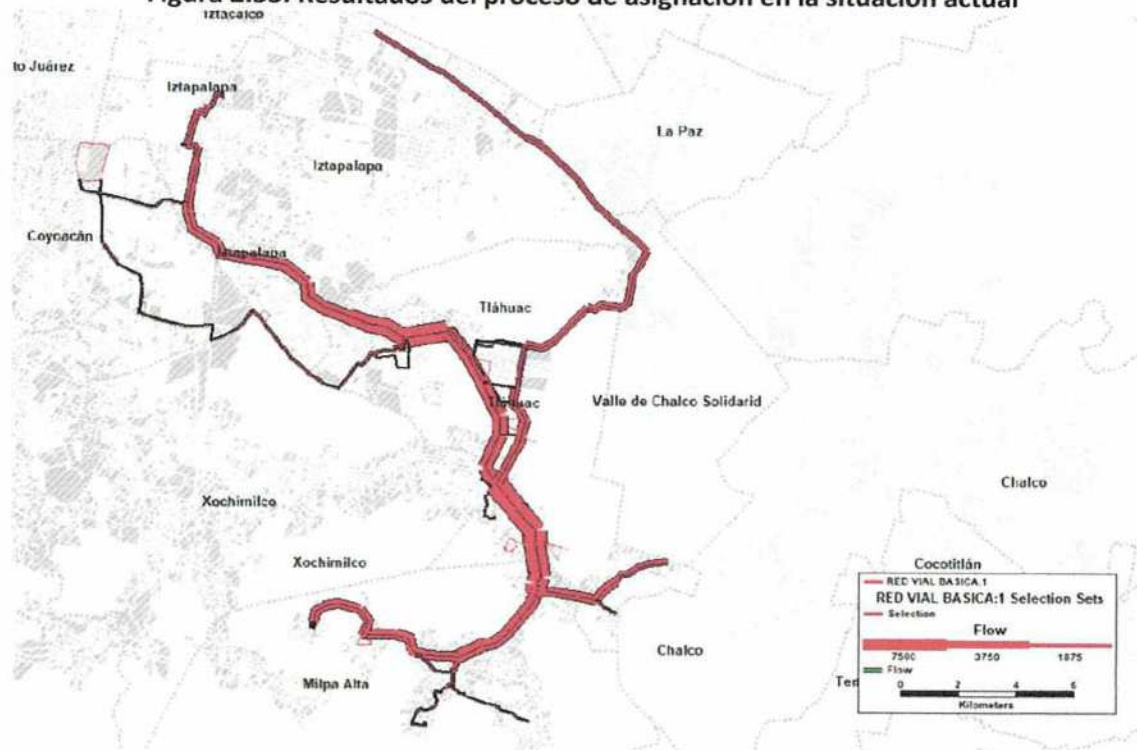
Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

La interacción de oferta y demanda se refleja en que las personas (demanda) utilicen los vehículos de transporte público en el trazo definido (oferta). La información de oferta y demanda se introduce en el software *Transcad* y se genera el modelo de asignación que refleje la situación actual.

Con base en la configuración de la red vial básica del área de estudio, se llevó a cabo el proceso de asignación de demanda utilizando la matriz diaria de viajes generada a partir de la encuesta origen-destino. Este ejercicio permitió estimar un total de 47,100 viajes diarios, distribuidos en función de las condiciones operativas de cada tramo.

En la siguiente figura se muestran los resultados del modelo con la representación espacial de la asignación realizada, permitiendo identificar los corredores con mayor carga de demanda, los flujos predominantes y posibles puntos de saturación vial.

Figura 2.33. Resultados del proceso de asignación en la situación actual



Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda.

Este análisis constituye un insumo clave para evaluar la funcionalidad actual de la red y establecer escenarios de mejora en infraestructura o servicio de transporte público.

Los resultados de la interacción de oferta y demanda se traducen en la metodología de análisis costo-beneficio para proyectos de transporte en costos generalizados de viaje (CGV), los cuales tienen dos componentes, por una parte, los tiempos de viaje y, por otra, los costos de operación vehicular (COV), que en este caso corresponde a los vehículos de transporte público.

Valor del Tiempo de Recorrido

Con respecto al tiempo de viaje, el modelo de demanda permite conocer cuál es el tiempo total de viaje desde que sale de su lugar de origen hasta llegar a su destino. Tal y como se mostró en la sección de demanda, en los pares orígenes destino existen tanto viajes entre los municipios de la zona estudiada, como viajes que llegan hasta la Ciudad de México. En el modelo de transporte en cada uno de los pares de la matriz de viaje (*skim matrix en Transcad*) se obtuvieron tres indicadores para medir el tiempo de viaje, que se utilizarán para conocer los cambios entre la situación actual, el escenario optimizado o sin proyecto y la situación con proyecto. Los indicadores son los siguientes:

- **Tiempos de Recorrido:** Considera el promedio de tiempo de viaje de todas las alternativas existentes entre un par origen-destino.
- **Tiempos de Espera:** Considera el promedio de los tiempos de espera de los usuarios para abordar la primera unidad de transporte.
- **Tiempo de Transferencia:** Considera el promedio de los tiempos de transferencia de los usuarios que realizan uno o más transbordos en la red de transporte.

En la siguiente tabla se presentan los resultados del modelo de asignación en la situación actual, los tiempos están en minutos y representan los promedios de tiempo de la matriz de origen-destino (OD).

Tabla 2.31 Tiempo de Viaje Promedio en la Situación Actual

Viajes al día	Tiempo en vehículo	Tiempo de espera	Tiempo de transferencia	Tiempo promedio de viaje
47,101	41.3	6.76	5.36	53.4

Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Oferta y Demanda (2025).

En promedio las personas tardan 53.4 minutos en su viaje. Estos promedios deben multiplicarse por el valor social del tiempo para obtener el costo del tiempo de viaje de las personas. En esta ocasión el parámetro del costo social del tiempo por hora de viaje tomó como referencia la **Nota número 213, enero-febrero 2025, artículo I del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2025³** y una ponderación del porcentaje de viajes por trabajo estimada a partir del análisis de la Encuesta Origen Destino de los Hogares 2017, efectuada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), con los viajes cuyo origen y destino de la zona de influencia directa del proyecto. El porcentaje de viajes por motivo de trabajo estimada fue de 57.71%, en la memoria de cálculo se encontrarán los cuadros del análisis de dicha estimación.⁴ A continuación, se presentan los datos utilizados.

Tabla 2.32 Parámetros del Valor Social del Tiempo

Parámetro	Valor	Unidad
Proporción con motivo de viaje trabajo	57.71	%
Proporción con motivo de viaje otro	42.29	%
Valor social del tiempo por trabajo	134.108	Pesos por hora
Valor social del tiempo otro (placer)	80.47	Pesos por hora
Valor del tiempo ponderado	111.42	Pesos por hora

Fuente: Estimación propia con base en IMT (2025) y Viality (2025) Encuesta Origen Destino.

El costo social del tiempo de las personas por cada OD se estimó multiplicando el tiempo de viaje de las personas en ese OD, por el parámetro del origen de viaje, multiplicado por el factor de expansión anual siendo el valor total para el año 2025, año del levantamiento, el que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2.33 Costo Social del Tiempo en la Situación Actual en 2025

Valor social del tiempo al día (pesos)	Valor social del tiempo al año (pesos)
4,668,565	1,507,946,472

Fuente: Estimación propia con base en IMT (2025) y datos de EODH 2017.

³ <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=628&IdBoletin=214>, consultado el 03 de junio de 2025. Para el cálculo del valor del tiempo por motivo laboral, se ha optado por seguir la recomendación que “...debido a que los valores de los ingresos reportados por el Censo no contabilizan los impuestos y algunas prestaciones, los valores obtenidos pueden incrementarse con un 30% de su valor, equivalente a las prestaciones que reciben los trabajadores y no son contabilizadas como ingresos, como lo reporta Cervini y Ramírez (2008).

⁴ Cabe señalar que esta ponderación es menor a la utilizada en otros estudios ACB en la Ciudad de México, como el proyecto de la Línea 4 del Cablebús Tlalpan - Universidad 69.7%. https://www.secciones.hacienda.gob.mx/work/models/sci/cartera_publica/

7 X

Costos de operación vehicular

Por su parte, los costos de operación vehicular se estimaron utilizando el programa VOCMEX, definiendo como insumos los datos contenidos en la **Publicación Técnica No.838, Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024 del Instituto Mexicano del Transporte**, que es el reporte más reciente, actualizando considerando el Índice Nacional de Precios al Consumidor de junio de 2024 a abril de 2025.⁵ En adición se consideraron los costos de combustible diésel y gasolina al mes de abril de 2025, descontando el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el Impuesto Especial a Productos y Servicios (IEPS).⁶

Se actualizaron también los datos de altitud, tipo de superficie plana y considerando un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 3.5, pues fue el valor más común en la zona de acuerdo con el Estudio de Oferta y Demanda. En la Tabla 2.34 se presentan los parámetros utilizados como insumos en el programa VOCMEX para determinar los COV.

El programa VOCMEX permite obtener unas salidas, que son tablas que corresponden a los costos de operación por tipo de vehículo por kilómetro recorrido a diferentes velocidades de circulación (Véase Tabla 2.35). Una vez que se tienen las salidas del programa VOCMEX se generan funciones que emulen de forma casi exacta los resultados, con lo cual se pueden obtener resultados a velocidades en decimales que no genera el programa VOCMEX directamente, así como para velocidades superiores a 70 kilómetros por hora.

Las funciones que mejor emularon los resultados del programa VOCMEX fueron funciones de decaimiento exponencial de tercer orden, los parámetros de la función se presentan en la memoria de cálculo, también se presentan las salidas directas del programa VOCMEX para verificar que la aproximación utilizada tiene una calibración o R^2 del 99%.

⁵ <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

⁶ <http://www.cre.gob.mx/ConsultaPrecios/GasolinasyDiesel/GasolinasyDiesel.html>

Tabla 2.34 Insumos empleados en el programa informático VOCMEX para la estimación de los COV

Van y Van corta			
Tabla I. Características de la Carretera			
1 Tipo de superficie	Código: 1-Pav 0-No pav		1
2 Rugosidad promedio (IIR)	m/km	3.5	
3 Pendiente media ascendente	%	4.065	
4 Pendiente media descendente	%	4.065	
5 Proporción de viaje ascendente	%	50	
6 Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	
7 Sobre elevación promedio (peralte)	Fracción	D+	
8 Altitud del terreno	m	2,498	
9 Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-Más de uno		1

Fuente: Elaboración propia, datos de campo, altitud y pendientes según revisión de datos de INEGI rutas.

Tabla II. Tipo de vehículo	
Selección del vehículo, tipo de vehículo:	4

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Vehículo Ligero.

Tabla III. Características del vehículo			
1 Peso del vehículo vacío	kg	1,680.00	
2 Carga útil	kg	1,030.00	
3 Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	
4 Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	
5 Velocidad deseada	km/h	1.00	
6 Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	
7 Área frontal proyectada	m ²	2.58	
8 Velocidad calibrada del motor	RPM	3,700.00	
9 Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	
10 Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Vehículo Ligero.

Tabla IV. Características de los neumáticos			
1 Número de llantas por vehículo	#	4.00	
2 Volumen de hule utilizable por llanta	dm ³	0.00	
3 Costo de renovación/costo llanta nueva	fracción	0.38	
4 Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	
5 Término const del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	
6 Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /k	0.00	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Vehículo Ligero.

Tabla V. Datos sobre la utilización del vehículo			
1 Número de Km conducidos por año	km	80,000.00	
2 Número de horas conducidas por año	horas	5,714	
3 Índice de utilización horaria	fracción	0.60	
4 Vida útil promedio de servicio	años	6.00	
5 ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-Sí 0-No	1.00	
6 Edad del vehículo, en kilómetros	km	75,000.00	
7 Número de pasajeros por vehículo	#	14.00	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Vehículo Ligero.

Tabla VI. Costo unitario en pesos			
1 Precio del vehículo nuevo	\$	669,741.38	
2 Costo del combustible (gasolina, sin IEPs)*	\$/litro	14.46	
3 Costo de los lubricantes**	\$/litro	49.19	
4 Costo por llanta nueva**	\$/llanta	1,184.86	
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	
7 Mano de obra de mantenimiento**	\$/hora	36.22	
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	
9 Tasa de interés anual	%	6.59	
10 Costos indirectos por veh-km**	\$	0.65	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Vehículo Ligero.

*Precio para el mes de abril de 2025.

**Los precios fueron actualizados de la publicación del IMT 2024 a precios de 2025 con la calculadora de inflación de INEGI de junio 2024 a abril de 2025.

Microbús			
Tabla I. Características de la Carretera			
1 Tipo de superficie	Código: 1-Pav 0-No pav		1
2 Rugosidad promedio (IIR)	m/km	3.5	
3 Pendiente media ascendente	%	4.065	
4 Pendiente media descendente	%	4.065	
5 Proporción de viaje ascendente	%	50	
6 Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	
7 Sobre elevación promedio (peralte)	Fracción	D+	
8 Altitud del terreno	m	2,498	
9 Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-Más de uno		1

Fuente: Elaboración propia, datos de campo, altitud y pendientes según revisión de datos de INEGI rutas.

Tabla II. Tipo de vehículo	
Selección del vehículo, tipo de vehículo:	5

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla III. Características del vehículo			
1 Peso del vehículo vacío	kg	17,500.00	
2 Carga útil	kg	7,500.00	
3 Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	
4 Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	
5 Velocidad deseada	km/h	1.00	
6 Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	
7 Área frontal proyectada	m ²	6.98	
8 Velocidad calibrada del motor	RPM	1,700.00	
9 Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	
10 Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla IV. Características de los neumáticos			
1 Número de llantas por vehículo	#	6.00	
2 Volumen de hule utilizable por llanta	dm ³	6.85	
3 Costo de renovación/costo llanta nueva	fracción	0.33	
4 Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	
5 Término const del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	
6 Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /k	12.78	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla V. Datos sobre la utilización del vehículo			
1 Número de Km conducidos por año	km	80,000.00	
2 Número de horas conducidas por año	horas	5,714	
3 Índice de utilización horaria	fracción	0.80	
4 Vida útil promedio de servicio	años	8.00	
5 ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-Sí 0-No	1.00	
6 Edad del vehículo, en kilómetros	km	750,000.00	
7 Número de pasajeros por vehículo	#	40.00	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla VI. Costo unitario en pesos			
1 Precio del vehículo nuevo	\$	1,413,422.43	
2 Costo del combustible (gasolina, sin IEPs)*	\$/litro	14.46	
3 Costo de los lubricantes**	\$/litro	50.26	
4 Costo por llanta nueva**	\$/llanta	3,201.33	
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	102.92	
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	
7 Mano de obra de mantenimiento**	\$/hora	93.90	
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	
9 Tasa de interés anual	%	6.59	
10 Costos indirectos por veh-km**	\$	1.69	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

*Precio para el mes de abril de 2025.

**Los precios fueron actualizados de la publicación del IMT 2024 a precios de 2025 con la calculadora de inflación de INEGI de junio 2024 a abril de 2025.

ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO
PROYECTO “LINEA 6 MILPA ALTA-TLÁHUAC DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO CABLEBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO”

Autobús corto			
Tabla I. Características de la Carretera			
1 Tipo de superficie	Código: 1-Pav 0-No pav	1	
2 Rugosidad promedio (IIR)	m/km	3.5	
3 Pendiente media ascendente	%	4.065	
4 Pendiente media descendente	%	4.065	
5 Proporción de viaje ascendente	%	50	
6 Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	
7 Sobreelevación promedio (peralte)	Fracción	D+	
8 Altitud del terreno	m	2,498	
9 Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-Más de uno	1	

Fuente: Elaboración propia, datos de campo, altitud y pendientes según revisión de datos de INEGI rutas.

Tabla II. Tipo de vehículo	
Selección del vehículo, tipo de vehículo:	5

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla III. Características del vehículo			
1 Peso del vehículo vacío	kg	17,500.00	
2 Carga útil	kg	7,500.00	
3 Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	
4 Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	
5 Velocidad deseada	km/h	1.00	
6 Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	
7 Área frontal proyectada	m ²	6.98	
8 Velocidad calibrada del motor	RPM	1,700.00	
9 Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	
10 Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla IV. Características de los neumáticos			
1 Número de llantas por vehículo	#	6.00	
2 Volumen de hule utilizable por llanta	dm ³	6.85	
3 Costo de renovación/costo llanta nueva	fracción	0.33	
4 Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	
5 Término const del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	
6 Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla V. Datos sobre la utilización del vehículo			
1 Número de Km conducidos por año	km	80,000.00	
2 Número de horas conducidas por año	horas	5,714	
3 Índice de utilización horaria	fracción	0.80	
4 Vida útil promedio de servicio	años	8.00	
5 ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-Sí 0-No	1.00	
6 Edad del vehículo, en kilómetros	km	750,000.00	
7 Número de pasajeros por vehículo	#	40.00	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla VI. Costo unitario en pesos			
1 Precio del vehículo nuevo	\$	1,413,422.43	
2 Costo del combustible (diésel, sin IEP5)*	\$/litro	15.23	
3 Costo de los lubricantes**	\$/litro	50.26	
4 Costo por llanta nueva**	\$/llanta	3,201.33	
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	102.92	
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	
7 Mano de obra de mantenimiento**	\$/hora	93.90	
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	
9 Tasa de interés anual	%	6.59	
10 Costos indirectos por veh-km**	\$	1.69	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

*Precio para el mes de abril de 2025

**Los precios fueron actualizados de la publicación del IMT 2024 a precios de 2025 con la calculadora de inflación de INEGI de junio 2024 a abril 2025

Fuente: Elaboración propia con base en los Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024 Publicación Técnica No. 838, Sanfandila, Qro., 2024, Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

Autobús largo y RTP			
Tabla I. Características de la Carretera			
1 Tipo de superficie	Código: 1-Pav 0-No pav	1	
2 Rugosidad promedio (IIR)	m/km	3.5	
3 Pendiente media ascendente	%	4.065	
4 Pendiente media descendente	%	4.065	
5 Proporción de viaje ascendente	%	50	
6 Curvatura horizontal promedio	grados/km	0	
7 Sobreelevación promedio (peralte)	Fracción	D+	
8 Altitud del terreno	m	2,498	
9 Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-Más de uno	1	

Fuente: Elaboración propia, datos de campo, altitud y pendientes según revisión de datos de INEGI rutas.

Tabla II. Tipo de vehículo	
Selección del vehículo, tipo de vehículo:	5

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla III. Características del vehículo			
1 Peso del vehículo vacío	kg	17,500.00	
2 Carga útil	kg	7,500.00	
3 Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	
4 Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	
5 Velocidad deseada	km/h	1.00	
6 Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	
7 Área frontal proyectada	m ²	6.98	
8 Velocidad calibrada del motor	RPM	1,700.00	
9 Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	
10 Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla IV. Características de los neumáticos			
1 Número de llantas por vehículo	#	10.00	
2 Volumen de hule utilizable por llanta	dm ³	6.85	
3 Costo de renovación/costo llanta nueva	fracción	0.33	
4 Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	
5 Término const del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	
6 Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla V. Datos sobre la utilización del vehículo			
1 Número de Km conducidos por año	km	80,000.00	
2 Número de horas conducidas por año	horas	5,714	
3 Índice de utilización horaria	fracción	0.80	
4 Vida útil promedio de servicio	años	8.00	
5 ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-Sí 0-No	1.00	
6 Edad del vehículo, en kilómetros	km	750,000.00	
7 Número de pasajeros por vehículo	#	70.00	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

Tabla VI. Costo unitario en pesos			
1 Precio del vehículo nuevo	\$	2,997,352.99	
2 Costo del combustible (diésel, sin IEP5)*	\$/litro	15.23	
3 Costo de los lubricantes**	\$/litro	50.26	
4 Costo por llanta nueva**	\$/llanta	3,201.33	
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	102.92	
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	
7 Mano de obra de mantenimiento**	\$/hora	93.90	
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	
9 Tasa de interés anual	%	6.59	
10 Costos indirectos por veh-km**	\$	1.69	

Fuente: Modificado de la Publicación Técnica No. 838, Qro, 2024, IMT. COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO 2024. Autobús foráneo.

*Precio para el mes de abril de 2025

**Los precios fueron actualizados de la publicación del IMT 2024 a precios de 2025 con la calculadora de inflación de INEGI de junio 2024 a abril 2025

La siguiente tabla presenta los parámetros de COV para diferentes velocidades en los vehículos utilizados en el ACB.

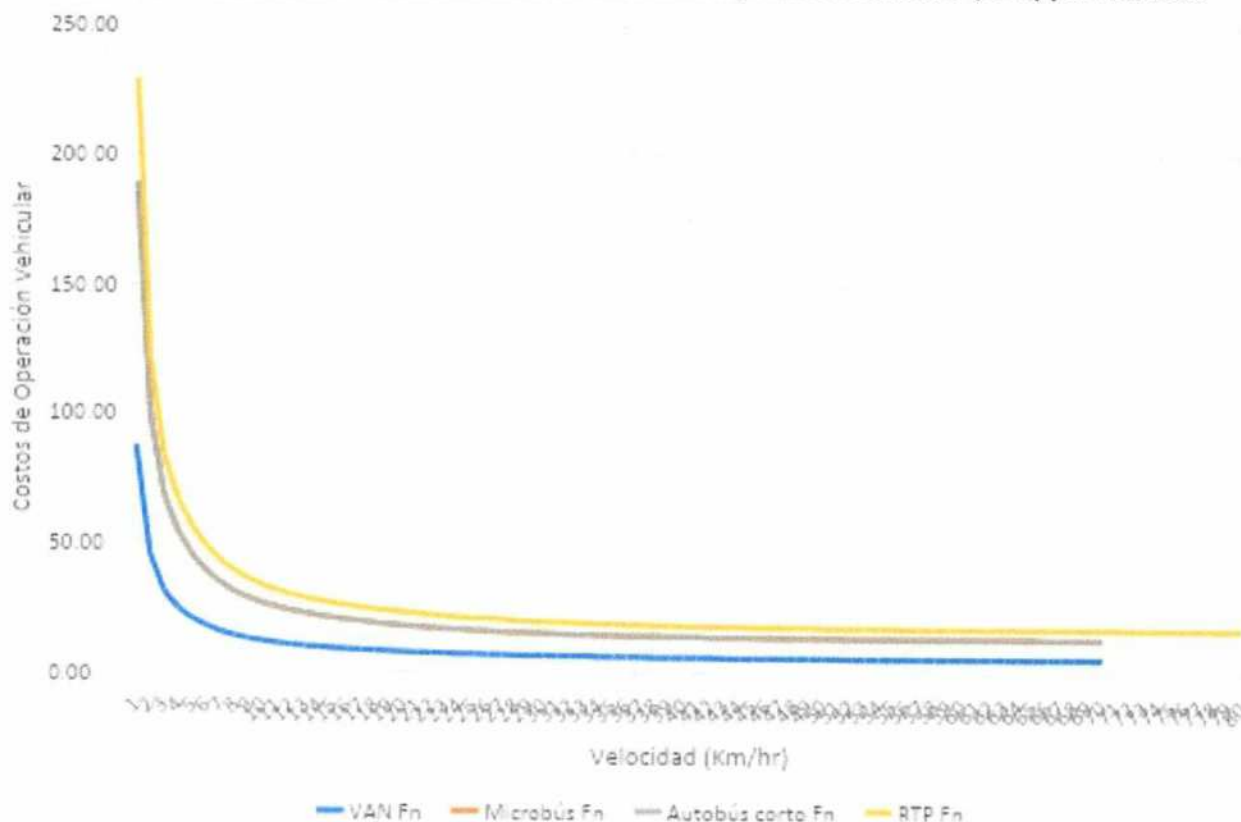
Tabla 2.35 Parámetros de COV para los vehículos en diversas velocidades (pesos por km)

Velocidad (km / hr)	COV VAN	COV Microbús	COV Autobús corto	COV RTP	Velocidad (km / hr)	COV VAN	COV Microbús	COV Autobús corto	COV RTP
1	82.43	189.21	189.21	229.60	41	6.11	19.64	14.02	18.21
2	43.06	99.10	99.10	120.92	42	6.07	19.57	13.94	18.11
3	29.93	69.07	69.07	84.70	43	6.03	19.51	13.86	18.02
4	23.37	54.06	54.06	66.60	44	5.99	19.45	13.80	17.93
5	19.43	45.06	45.06	55.74	45	5.96	19.40	13.73	17.85
6	16.81	39.06	39.06	48.50	46	5.93	19.35	13.67	17.77
7	14.94	34.78	34.78	43.34	47	5.89	19.30	13.62	17.70
8	13.53	31.57	31.57	39.47	48	5.87	19.26	13.57	17.64
9	12.44	29.08	29.08	36.46	49	5.84	19.22	13.52	17.58
10	11.56	27.09	27.09	34.06	50	5.81	19.18	13.47	17.52
11	10.85	25.46	25.46	32.09	51	5.79	19.15	13.43	17.46
12	10.25	24.11	24.11	30.46	52	5.76	19.11	13.40	17.41
13	9.75	22.96	22.96	29.08	53	5.74	19.09	13.36	17.37
14	9.31	21.99	21.99	27.90	54	5.72	19.06	13.33	17.33
15	8.94	21.14	21.14	26.87	55	5.70	19.03	13.30	17.29
16	8.61	20.40	20.40	25.98	56	5.68	19.01	13.28	17.25
17	8.32	19.76	19.76	25.20	57	5.66	18.99	13.25	17.22
18	8.07	19.18	19.18	24.50	58	5.65	18.97	13.23	17.19
19	7.84	18.67	18.67	23.88	59	5.63	18.95	13.21	17.16
20	7.63	18.21	18.21	23.33	60	5.62	18.93	13.19	17.13
21	7.45	17.80	17.80	22.83	61	5.60	18.92	13.18	17.11
22	7.28	17.42	17.42	22.37	62	5.59	18.90	13.17	17.09
23	7.12	17.08	17.08	21.96	63	5.58	18.89	13.16	17.07
24	6.98	16.77	16.77	21.58	64	5.57	18.87	13.15	17.06
25	6.85	16.49	16.49	21.24	65	5.56	18.86	13.14	17.04
26	6.73	16.23	16.23	20.92	66	5.55	18.85	13.13	17.03
27	6.62	15.99	15.99	20.63	67	5.54	18.84	13.13	17.02
28	6.52	15.77	15.77	20.37	68	5.53	18.83	13.13	17.01
29	6.42	15.57	15.57	20.12	69	5.52	18.82	13.13	17.01
30	6.33	15.38	15.38	19.89	70	5.51	18.81	13.13	17.00
31	6.25	15.21	15.21	19.68	71	5.50	18.80	13.13	17.00
32	6.17	15.05	15.05	19.48	72	5.50	18.79	13.13	16.99
33	6.10	14.90	14.90	19.30	73	5.49	18.78	13.13	16.99
34	6.03	14.76	14.76	19.13	74	5.49	18.77	13.14	17.00
35	5.97	14.63	14.63	18.97	75	5.48	18.77	13.15	17.00
36	5.91	14.51	14.51	18.82	76	5.48	18.76	13.15	17.00
37	5.85	14.40	14.40	18.68	77	5.47	18.75	13.16	17.01
38	5.79	14.29	14.29	18.55	78	5.47	18.74	13.17	17.01
39	5.74	14.19	14.19	18.43	79	5.46	18.74	13.18	17.02
40	5.69	14.10	14.10	18.32	80	5.46	18.73	13.19	17.03

Fuente: Estimación propia con base en Torres et al (2020).

La siguiente figura muestra las funciones estimadas por vehículo.

Figura 2.34 Funciones de los Parámetros de Costos de Operación Vehicular (COV) por Vehículo



Fuente: Estimación propia con base en Torres et al (2020).

Se calcularon los COV para cada ruta de transporte estudiada, mediante la multiplicación de los kilómetros recorridos por las unidades de cada ruta por el parámetro de COV a la velocidad promedio de circulación de los vehículos de la ruta, luego multiplicado por el factor de expansión anual. La siguiente tabla presenta la interacción de oferta y demanda por ruta.

Tabla 2.36 Interacción Oferta y Demanda y Estimación de COV por Ruta en la Situación Actual en 2025

No.	ID_Ruta	Km. día ruta	Índice de Pasajeros Kilómetro (IPK)	Velocidad (Km/hr)	COV Unitario (pesos/km)	COV Diario (pesos)	COV anual (pesos)
1	Ruta_20	2,365.62	2.11	14	10.91	25,815	8,338,319
2	Ruta_21_1	906.39	0.82	13	31.87	28,886	9,330,078
3	Ruta_21_2	171.14	6.69	7	38.94	6,663	2,152,252
4	Ruta_21_3	139.59	8.65	8	34.69	4,843	1,564,163
5	Ruta_30_1	666.64	2.93	16	28.24	18,828	6,081,548
6	Ruta_30_2	872.88	3.04	14	10.97	9,574	3,092,311
7	Ruta_30_3	314.47	1.77	12	33.57	10,557	3,409,897
8	Ruta_30_4	3,685.70	2.39	13	11.52	42,455	13,712,853
9	Ruta_44_1	473.93	4.50	13	25.03	11,865	3,832,277
10	Ruta_44_2	2,008.77	3.26	15	29.41	59,080	19,082,750
11	Ruta_44_3	2,086.95	2.92	13	24.46	51,040	16,485,833
12	Ruta_44_4	219.69	2.08	16	22.14	4,864	1,571,112
13	Ruta_50_1	90.22	2.87	14	24.03	2,168	700,149
14	Ruta_50_2	184.46	3.85	14	10.57	1,949	629,576
15	Ruta_50_3	58.46	1.66	15	29.00	1,696	547,652

7 X

No.	ID_Ruta	Km. día ruta	Índice de Pasajeros Kilómetro (IPK)	Velocidad (Km/hr)	COV Unitario (pesos/km)	COV Diario (pesos)	COV anual (pesos)
16	Ruta_50_4	165.19	3.13	13	24.89	4,112	1,328,241
17	Ruta_50_5	223.54	2.75	12	11.88	2,656	857,972
18	Ruta_50_6	775.83	1.33	16	28.46	22,082	7,132,359
19	Ruta_51_1	79.56	1.92	11	27.86	2,216	715,901
20	Ruta_51_2	293.58	2.01	24	17.85	5,239	1,692,216
21	Ruta_51_3	454.16	3.17	25	17.59	7,988	2,580,162
22	Ruta_94_1	239.52	7.45	9	40.40	9,677	3,125,665
23	Ruta_RTP141_1	577.89	3.18	15	29.49	17,040	5,503,812
24	Ruta_RTP148_1	110.75	2.00	20	25.16	2,787	900,067
25	Ruta_RTP149_1	122.40	4.53	12	33.24	4,068	1,314,029

Fuente: Estimación propia con base en Datos Operativos del Estudio de Demanda (2024) e IMT (2024).

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los datos de la interacción oferta y demanda en las rutas estudiadas, con los resultados en costos de operación vehicular al día y al año.

Tabla 2.37 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación Actual en 2025

Vehículo	Número de unidades	Demanda al día	Velocidad promedio	Km recorridos totales	COV al día (pesos)	COV Anual (pesos)
Van	25	6,305	11.64	2,774	30420.64	9825866.45
Van corta	28	11,449	11.38	4,559	52028.37	16805164.25
Microbús	41	11,562	10.20	3,256	83386.62	26933877.31
Autobús corto	20	2,442	16.08	918	17611.23	5688428.94
Autobús largo	56	12,731	11.70	4,970	150804.79	48709949.13
RTP	15	2,612	13.40	811	23894.45	7717908.50
Total	185	47,101		17,287	358146.1132	115681194.6

Fuente: Estimación propia con base en Datos Operativos del Estudio de Demanda (2025) y Torres et al (2023).

Costos Generalizados de Viaje

Los costos generalizados de viaje de la situación actual corresponderían a la suma de los costos de operación vehicular y el costo social del tiempo de las personas desde su origen a su destino

Tabla 2.38 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación Actual en 2025

Concepto	Costo (pesos)
Costo Social del tiempo	1,507,946,472
Costos de Operación vehicular	115,681,195
Costo Generalizado de Viaje en la Situación Actual	1,623,627,666

Fuente: Estimación propia.

A continuación, se presentan los Costos Generalizados de Viaje para todo el horizonte de evaluación:

Tabla 2.39 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación Actual, 2025-2057 (pesos de 2025)

Año	Valor social del tiempo (a)	Costos de operación vehicular (b)	Costos generalizados de viaje (a+b)
2025	1,507,946,472	115,681,195	1,623,627,666
2026	1,550,214,399	117,994,818	1,668,209,218
2027	1,592,501,905	120,286,173	1,712,788,078
2028	1,634,785,530	122,554,789	1,757,340,319
2029	1,677,041,504	124,800,180	1,801,841,684
2030	1,719,245,812	127,021,847	1,846,267,659
2031	1,761,374,264	129,219,286	1,890,593,550
2032	1,803,402,550	131,391,986	1,934,794,536
2033	1,845,306,302	133,539,434	1,978,845,736
2034	1,887,061,139	135,661,120	2,022,722,259
2035	1,928,642,716	137,756,533	2,066,399,249
2036	1,970,026,769	139,825,170	2,109,851,938
2037	2,011,189,155	141,866,531	2,153,055,686
2038	2,052,105,891	143,880,126	2,195,986,017
2039	2,092,753,193	145,865,472	2,238,618,665
2040	2,133,107,505	147,822,096	2,280,929,601
2041	2,173,145,535	149,749,537	2,322,895,072
2042	2,212,844,286	151,647,344	2,364,491,630
2043	2,252,181,083	153,515,079	2,405,696,162
2044	2,291,133,601	155,352,317	2,446,485,918
2045	2,329,679,891	157,158,647	2,486,838,537
2046	2,367,798,403	158,933,671	2,526,732,074
2047	2,405,468,013	160,677,007	2,566,145,019
2048	2,442,668,038	162,388,286	2,605,056,324
2049	2,479,378,263	164,067,155	2,643,445,418
2050	2,515,578,956	165,713,278	2,681,292,234
2051	2,551,250,886	167,326,333	2,718,577,220
2052	2,586,375,343	168,906,015	2,755,281,358
2053	2,620,934,149	170,452,033	2,791,386,182
2054	2,654,909,675	171,964,114	2,826,873,789
2055	2,688,284,854	173,442,002	2,861,726,856
2056	2,721,043,192	174,885,456	2,895,928,648
2057	2,753,168,782	176,294,252	2,929,463,034

Fuente: Elaboración propia con parámetros descritos.

7 X

III. Situación sin el proyecto de inversión

En el escenario de la situación sin el proyecto de inversión corresponde a la consideración de las optimizaciones que mejorarían la operación del transporte sobre el escenario de la situación actual. Los supuestos del escenario consideran las medidas de mejora del tránsito vehicular y mejoras en el estado del pavimento, que, en términos de modelación, representaron un incremento en la velocidad de circulación en la hora pico (hora modelada).

a) Optimizaciones

Mejora en el estado del pavimento

Se considerada como viable la implementación de mejoras en las condiciones del estado de pavimento de las vialidades por donde pasan las rutas, que cómo se mostró previamente circulan en prácticamente una única vialidad entre Milpa Alta y Tláhuac, se consideran 15 kilómetros que cubren el recorrido de las rutas, de acuerdo con la información del estudio de oferta y demanda. La optimización contempla la, mejora el estado físico del pavimento, reducir la cantidad de baches y desperfectos en el pavimento, mediante el fresado y re encarpetaado de las vialidades, con el propósito de mejorar las condiciones viales, aumentar la velocidad, reducir los costos de operación vehicular y los tiempos de traslado en beneficio de los usuarios.

Tabla 3.1 Costos por mejoras en el estado del pavimento (precios 2025)

Concepto	Magnitud	PU	Monto
Trazo y nivelación para despalme	15.0	31,143.94	467,159.10
Fresado de pavimento	15.0	134,441.74	2,016,626.10
Acarreo en camión de material producto del fresado	15.0	408,091.70	6,121,375.50
Barrido de Base	15.0	11,181.28	167,719.20
Suministro y aplicación del riego de liga	15.0	131,398.46	1,970,976.90
Construcción de carpeta de mezcla asfáltica	15.0	1,781,513.54	26,722,703.10
Señalización y semáforos	15.0	2,349,115.06	35,236,725.90
Total			72,703,285.80

Fuente: Elaboración propia.

Como consecuencia de la rehabilitación del estado del pavimento se obtendrán mejoras en velocidad. Asimismo, el incremento en la velocidad traería consigo ahorros de tiempo para los usuarios en cada periodo de análisis.

La medida de optimización no involucra cambios en el trazo ni la cobertura de las rutas existentes. En ese sentido se esperaría que la demanda en la situación sin proyecto no cambie respecto a la situación actual.

b) Análisis de la Oferta

La oferta de las rutas de transporte público estudiadas a detalle cambiará por la optimización derivado de las mejoras en el estado del pavimento, incrementando su velocidad promedio.

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas de las principales vialidades que alimentan la zona de influencia:

Tabla 3.2 Vialidades en el Área de Influencia

Vialidad	Tramo		Long. (km)	N. de Carril por Sentido.	Ancho Carril (m)	Pavimento		IRI	Estado de señalamiento		Carril de Estac.
	Inicia	Termina				Tipo	Estado		Horizon tal	Vertica l	
Av. Universidad	Av. Copilco	Av. Río Churubusco	2.88	3-3	3.40	A	R	3.0	B	B	1-1
Av. Antonio Delfín Madrigal	Av. Del Imán	Eje 10 Sur	3.92	3-3	3.40	A	R	3.0	B	B	
Av. Del Imán	Av. Insurgentes Sur	Céfiro	0.69	2-2	3.40	A	R	3.0	R	R	
Av. Del Imán	Céfiro	Cto. Centro Cultural	0.30	2-2-2	3.40	A	R	3.0	R	B	
Av. Del Imán	Cto. Centro Cultural	Av. Antonio Delfín Madrigal	1.16	5-5	3.40	A	R	3.0	B	R	
Av. Del Imán	Av. Antonio Delfín Madrigal	Av. Panamericana	0.31	2-4	3.40	A	R	3.0	R	B	
Av. Del Imán	Av. Panamericana	Cto. Estadio Azteca	1.27	2-2	3.40	A	R	3.0	B	B	
Av. Del Imán	Cto. Estadio Azteca	C. Jicualmas	0.50	3-3	3.40	A	R	3.0	B	B	
Picacho Ajusco	Cto. Ajusco	20 Carr. Picacho Ajusco	10.79	1-1	3.5	A	M	3.0	M	M	
Picacho Ajusco	20 Carr. Picacho Ajusco	Calle Tenosique	2.25	2-2	3.5	A	B	3.0	B	B	
Picacho Ajusco	Calle Tenosique	Periférico Sur	2.4	3-3	3.5	A	B	3.0	B	B	
Picacho Ajusco	Periférico Sur	Anillo Periférico	0.19	2-2	3.5	A	R	3.0	R	R	
Calzada de Tlalpan	Av. Insurgentes Sur	Huipulco	7.12	2-2	3.5	A	R	3.0	B	R	
Calzada de Tlalpan	Huipulco	C. Tlalmanco	1.06	4-4	3.5	A	R	3.0	R	R	
Calzada de Tlalpan	C. Tlalmanco	Viad. Tlalpan	0.5	4-3	3.5	A	R	3.0	B	R	
Calzada de Tlalpan	Viad. Tlalpan	Cda Textitla	0.46	2-2-2-5	3.5	A	R	3.0	R	R	
Calzada de Tlalpan	Cda Textitla	Calz. Taxqueña	3.36	4-4	3.5	A	R	3.0	R	R	
Calzada de Tlalpan	Calz. Taxqueña	Calle Irlanda	0.56	5-2-2	3.5	A	R	3.0	B	B	

Vialidad	Tramo		Long. (km)	N. de Carril por Sentido.	Ancho Carril (m)	Pavimento		IRI	Estado de señalamiento		Carril de Estac.
	Inicia	Termina				Tipo	Estado		Horizon tal	Vertica l	
Calzada de Tlalpan	Calle Irlanda	Av. Río Churubusco	1.20	5-5	3.5	A	R	3.0	B	B	
Av. Insurgentes Sur	Viaducto Tlalpan	Pról. Insurgentes	0.540	2-2	3.50	A	R	3.0	B	B	
Av. Insurgentes Sur	Pról. Insurgentes	Ayuntamiento	2.18	3-3	3.50	A	R	3.0	B	B	
Av. Insurgentes Sur	Ayuntamiento	Anillo periférico	1.40	3-4	3.40	A	B	3.0	B	B	1-1
Av. Insurgentes Sur	Anillo periférico	Llanura	1.00	2-3-2-2	3.40	A	R	3.0	R	B	
Av. Insurgentes Sur	Llanura	Cto. Zona Deportiva	1.90	4-4	3.40	A	R	3.0	B	R	
Av. Insurgentes Sur	Cto. Zona Deportiva	Av. Copilco	2.13	3-3	3.40	A	R	3.0	B	B	1-1
Anillo periférico	Camino Sta. Teresa	Av. Zacatepetl	3.28	3-3-3-2	3.40	A	R	3.0	R	R	
Anillo periférico	Av. Zacatepetl	C.4 Pte.	1.85	3-3-3-3	3.40	A	R	3.0	B	B	
Anillo periférico	C.4 Pte.	Cto. Estadio Azteca	1.62	2-3-3-2	3.40	A	R	3.0	B	B	
Anillo periférico	Cto. Estadio Azteca	Vasco de Quiroga	1.10	2-4-4-2	3.40	A	R	3.0	B	B	
Anillo periférico	Vasco de Quiroga	Av. de las Torres.	2.00	2-3-3-2	3.50	A	R	3.0	B	B	
Camino a Santa Teresa	Anillo periférico	Fuente de los Molinos	0.46	3-3	3.50	A	B	3.0	B	B	
Camino a Santa Teresa	Fuente de los Molinos	Avenida México	0.12	2-2	3.50	A	B	3.0	B	B	
Avenida México	Camino a Santa Teresa	Pachuca	0.42	1-2	3.50	A	B	3.0	B	B	1

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda. Datos operativos.

Derivado de las medidas de optimización, se mejora la velocidad de operación de las rutas de transporte público existentes en la Situación Actual, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 3.3 Oferta en la Situación Sin Proyecto

No.	ID_Ruta	Longitud d KM	Tipo de Vehículo	Unidades
1	Ruta_20	19.9	Van	15
2	Ruta_21_1	65.11	Autobús largo	16
3	Ruta_21_2	7.97	Microbús	6
4	Ruta_21_3	6.17	Microbús	7
5	Ruta_30_1	18.04	Autobús largo	7
6	Ruta_30_2	17.40	Van corta	8
7	Ruta_30_3	29.78	Autobús largo	6
8	Ruta_30_4	22.16	Van corta	20
9	Ruta_44_1	28.21	Microbús	13
10	Ruta_44_2	38.93	Autobús largo	12
11	Ruta_44_3	43.48	Microbús	9
12	Ruta_44_4	61.03	Microbús	2
13	Ruta_50_1	35.24	Autobús corto	3
14	Ruta_50_2	26.20	Van	6
15	Ruta_50_3	60.90	Autobús largo	2
16	Ruta_50_4	32.26	Microbús	4
17	Ruta_50_5	36.77	Van	4
18	Ruta_50_6	75.76	Autobús largo	4
19	Ruta_51_1	49.42	Autobús corto	5
20	Ruta_51_2	47.27	Autobús corto	4
21	Ruta_51_3	29.92	Autobús corto	8
22	Ruta_94_1	8.26	Autobús largo	9
23	Ruta_RTP141_1	32.11	Autobús largo (RTP)	4
24	Ruta_RTP148_1	27.69	Autobús largo (RTP)	5
25	Ruta_RTP149_1	15.3	Autobús largo (RTP)	6

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda. Datos operativos.

c) Análisis de la Demanda

Las medidas de optimización no generan cambios en el comportamiento de la oferta a excepción del incremento en la velocidad, esto significa que la demanda potencial se mantendrá al mismo nivel de la situación actual. A continuación, se presenta la serie de demanda en la situación sin proyecto.

Tabla 3.4 Proyección de la Demanda en Situación Sin Proyecto

Año	Demanda al día
2025	47,101
2026	47,673
2027	48,236
2028	48,789
2029	49,332
2030	49,866
2031	50,390
2032	50,905
2033	51,410
2034	51,907
2035	52,394
2036	52,872
2037	53,341
2038	53,801
2039	54,252
2040	54,694
2041	55,128
2042	55,552
2043	55,968
2044	56,375
2045	56,773
2046	57,163
2047	57,544
2048	57,917
2049	58,280
2050	58,636
2051	58,983
2052	59,321
2053	59,651
2054	59,972
2055	60,286
2056	60,591
2057	60,887

Fuente: Elaboración propia

d) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda

Valor del Tiempo de Recorrido

Para medir el tiempo de viaje, considerando la optimización en la velocidad de operación de las rutas de transporte público existentes, en la siguiente tabla se presentan los resultados del modelo de asignación en la situación sin proyecto, los tiempos están en minutos y representan los promedios de tiempo de las matrices de origen-destino (OD).

Tabla 3.5 Tiempo de Viaje Promedio en la Situación Actual

Viajes al día	Tiempo en vehículo	Tiempo de espera	Tiempo de transferencia	Tiempo promedio de viaje
47,101	39.5	6.76	5.36	51.7

Fuente: Elaboración propia con base en el Estudio de Oferta y Demanda (2025).

El costo social del tiempo de las personas por cada OD se estimó multiplicando el tiempo de viaje de las personas en ese OD, por el parámetro del origen de viaje, multiplicado por el factor de expansión anual, siendo el valor total para el año 2025, año del levantamiento, el que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3.6 Costo Social del Tiempo en la Situación sin Proyecto en 2025

Valor social del tiempo al día (pesos)	Valor social del tiempo al año (pesos)
4,518,207	1,459,380,998

Fuente: Estimación propia con base en el Estudio de Demanda (2025), IMT (2025) y EODH 2017.

Costos de operación vehicular

Se calcularon los COV para cada ruta de transporte estudiada, mediante la multiplicación de los kilómetros recorridos por las unidades de cada ruta por el parámetro de COV a la velocidad optimizada promedio de circulación de los vehículos de la ruta, luego multiplicado por el factor de expansión anual. La siguiente tabla presenta la interacción de oferta y demanda por ruta.

Tabla 3.7 Interacción Oferta y Demanda y Estimación de COV por Ruta en la Situación sin Proyecto en 2025

No.	ID_Ruta	km recorridos día	IPK	Vel. (km/h)	COV Unitario (pesos/Km)	COV Diario (pesos)	COV Anual (pesos)
1	Ruta_20	1,018.50	4.89	15.1	10.69	25,286	8,167,462
2	Ruta_21_1	1,054.03	0.70	14.0	31.24	28,316	9,146,094
3	Ruta_21_2	93.94	12.19	7.6	37.91	6,488	2,095,664
4	Ruta_21_3	76.63	15.75	8.9	33.81	4,720	1,524,460
5	Ruta_30_1	362.78	5.39	17.3	27.75	18,496	5,974,236
6	Ruta_30_2	474.97	5.59	14.9	10.74	9,377	3,028,656
7	Ruta_30_3	362.02	1.54	12.8	32.88	10,338	3,339,287
8	Ruta_30_4	2,005.37	4.39	13.8	11.27	41,541	13,417,845
9	Ruta_44_1	619.64	3.45	14.2	24.52	11,623	3,754,187
10	Ruta_44_2	2,626.55	2.50	16.1	28.87	57,999	18,733,837
11	Ruta_44_3	2,728.56	2.24	14.8	23.97	50,020	16,156,306
12	Ruta_44_4	608.93	0.75	17.5	21.73	4,774	1,542,002
13	Ruta_50_1	93.90	2.76	15.2	23.55	2,125	686,354
14	Ruta_50_2	191.66	3.71	15.9	10.36	1,910	617,046

No.	ID_Ruta	km recorridos día	IPK	Vel. (km/h)	COV Unitario (pesos/Km)	COV Diario (pesos)	COV Anual (pesos)
15	Ruta_50_3	128.69	0.75	16.5	28.48	1,665	537,764
16	Ruta_50_4	363.39	1.42	14.3	24.39	4,029	1,301,301
17	Ruta_50_5	491.82	1.25	13.2	11.62	2,598	839,010
18	Ruta_50_6	1,708.42	0.61	17.1	27.96	21,689	7,005,678
19	Ruta_51_1	164.72	0.93	12.0	27.24	2,167	699,982
20	Ruta_51_2	606.64	0.97	26.6	17.56	5,155	1,665,109
21	Ruta_51_3	443.54	3.25	27.5	17.31	7,862	2,539,416
22	Ruta_94_1	151.67	11.77	9.7	39.44	9,446	3,051,155
23	Ruta_RTP141_1	606.10	3.03	16.0	28.95	16,727	5,402,947
24	Ruta_RTP148_1	63.24	3.51	21.8	24.75	2,741	885,504
25	Ruta_RTP149_1	87.36	6.35	13.0	32.56	3,985	1,287,069

Fuente: Estimación propia con base en Datos Operativos del Estudio de Demanda (2024) e IMT (2024)

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los datos de la interacción oferta y demanda en las rutas estudiadas, con los resultados en costos de operación vehicular al día y al año.

Tabla 3.8 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación sin Proyecto en 2025

Vehículo	Número de unidades	Demanda al día	Velocidad promedio	Km recorridos totales	COV al día (pesos)	COV Anual (pesos)
Van	25	6,305	12.04	2,774	4,507.91	1,456,055.77
Van corta	28	11,449	11.77	4,559	50,917.96	16,446,501.50
Microbús	41	11,562	10.55	3,256	81,653.00	26,373,920.41
Autobús corto	20	2,442	16.63	918	17,309.17	5,590,861.22
Autobús largo	56	12,731	12.10	4,970	147,950.62	47,788,050.77
RTP	15	2,612	13.86	811	23,453.62	7,575,519.42
Total	185	47,101		17,287	325,792.29	105,230,909.10

Fuente: Estimación propia con base en Datos Operativos del Estudio de Demanda (2025) y Torres et al (2023).

Costos Generalizados de Viaje

Los costos generalizados de viaje de la situación sin proyecto corresponderían a la suma de los costos de operación vehicular y el costo social del tiempo de las personas desde su origen a su destino.

Tabla 3.9 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación sin Proyecto en 2025

Concepto	Costo (pesos)
Costo Social del tiempo	1,459,380,998
Costos de Operación vehicular	113,398,371
Costos Generalizados de Viaje	1,572,779,370

Fuente: Estimación propia.

A continuación, se presentan los Costos Generalizados de Viaje en la Situación Sin Proyecto en el horizonte de evaluación:

7A

Tabla 3.10 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación sin Proyecto, 2025 – 2057 (pesos de 2025)

Año	Valor social del tiempo (a)	Costos de operación vehicular (b)	Costos generalizados de viaje (a+b)
2025	1,459,380,998	113,398,371	1,572,779,370
2026	1,500,075,577	115,666,339	1,615,741,916
2027	1,540,786,283	117,912,477	1,658,698,760
2028	1,581,490,667	120,136,324	1,701,626,991
2029	1,622,165,972	122,337,405	1,744,503,377
2030	1,662,789,208	124,515,230	1,787,304,438
2031	1,703,337,211	126,669,305	1,830,006,516
2032	1,743,786,702	128,799,130	1,872,585,832
2033	1,784,114,343	130,904,201	1,915,018,544
2034	1,824,296,780	132,984,018	1,957,280,798
2035	1,864,310,695	135,038,081	1,999,348,776
2036	1,904,132,845	137,065,896	2,041,198,741
2037	1,943,740,102	139,066,973	2,082,807,075
2038	1,983,109,489	141,040,832	2,124,150,322
2039	2,022,218,219	142,987,000	2,165,205,219
2040	2,061,043,725	144,905,013	2,205,948,737
2041	2,099,563,689	146,794,418	2,246,358,107
2042	2,137,756,079	148,654,774	2,286,410,852
2043	2,175,599,167	150,485,651	2,326,084,818
2044	2,213,071,563	152,286,634	2,365,358,197
2045	2,250,152,236	154,057,318	2,404,209,554
2046	2,286,820,538	155,797,314	2,442,617,852
2047	2,323,056,227	157,506,248	2,480,562,475
2048	2,358,839,487	159,183,757	2,518,023,244
2049	2,394,150,947	160,829,496	2,554,980,443
2050	2,428,971,700	162,443,135	2,591,414,835
2051	2,463,283,321	164,024,358	2,627,307,680
2052	2,497,067,881	165,572,867	2,662,640,748
2053	2,530,307,963	167,088,376	2,697,396,339
2054	2,562,986,676	168,570,618	2,731,557,295
2055	2,595,087,668	170,019,342	2,765,107,011
2056	2,626,595,137	171,434,311	2,798,029,448
2057	2,657,493,840	172,815,307	2,830,309,147

Fuente: Elaboración propia

Con las medidas de optimización propuestas, el sistema no tendría mejoras significativas, tomando en cuenta que la reducción en los Tiempo de Viaje es marginal y los problemas relacionados a la baja capacidad de las vialidades de la zona persisten; esto se traduce en bajas velocidades y altos tiempos de recorrido.

e) Alternativas de solución

Las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac presentan condiciones adversas relacionadas con su geografía accidentada, el tipo de uso de suelo y la urbanización irregular y mal planificada con población dispersa, que limitan el desarrollo de proyectos de infraestructura para el transporte masivo de pasajeros, como el Metro y Metrobús, mismas que se explican a continuación.

Geografía accidentada

Milpa Alta se incrusta en la Sierra Ajusco-Chichinautzin, con más de 230 km² dominados por estratovolcanes como Tláloc (3 690 m s. n. m.) y Teuhtli (2 710 m). Solo en el pequeño valle de Milpa Alta la altitud baja hacia 2250 m antes de volver a trepar hacia pendientes superiores al 15%. Mientras que el sur de la alcaldía Tláhuac comparte el volcán Teuhtli y la franja lacustre-agrícola que rodea Mixquic y Tetelco; hacia el norte se levantan los lomeríos de la Sierra de Santa Catarina, con cumbres que rondan los 2820 m.

Estas pendientes obligarían a perforar túneles en roca basáltica o a construir viaductos elevados de gran altura, encareciendo hasta 40 % el costo por kilómetro frente a tramos en llanura. Para el Metrobús, la topografía rompe la continuidad de las avenidas: curvas cerradas y rampas superiores a 6 % impiden la circulación segura de autobuses articulados.

Suelo de Conservación

De acuerdo con los Programas de Desarrollo Urbano vigentes de las alcaldías de Milpa Alta y Tláhuac, en la totalidad del territorio de Milpa Alta está clasificado como Suelo de Conservación; en el que cohabitan los 12 pueblos originarios, con más de 26 mil hectáreas destinadas a protección forestal, recarga hídrica y agricultura tradicional. Mientras que, en el caso de Tláhuac, el 66.49% de la superficie, equivalente a 6,469.82 ha, es Suelo de Conservación ubicado especialmente en el sur (en el límite con Milpa Alta y Xochimilco) y oriente de la alcaldía. Por lo que en ambas alcaldías predomina el uso de suelo de conservación y funciones ambientales.

El Suelo de Conservación se encuentra regulado por leyes ambientales y federales y por programas de ordenamiento territorial que prohíben o limitan la construcción de obras de infraestructura que impliquen excavaciones profundas, desmonten vegetación o alteren el uso original de suelo, como es el caso del Metro. Por su parte, el Metrobús, aunque es menos invasivo que el Metro, requiere vialidades rectas, anchas y pavimentadas, que suelen no existir en zonas de conservación, donde predominan caminos rurales o veredas.

Por su parte, la clasificación de gran parte del territorio como Suelo de Conservación en la totalidad de Milpa Alta y en el sur de Tláhuac, junto con la geografía accidentada de ambas (sobre todo en Milpa Alta), ha limitado la concentración poblacional en dicha zona. De manera que en dicha zona existe un patrón predominantemente agrícola y ejidal con poblamientos pequeños y dispersos que han dado como resultado una baja densidad poblacional, en comparación con otras alcaldías (como la Cuauhtémoc, Benito Juárez, Gustavo A. Madero e Iztapalapa). Bajo este contexto, los sistemas de transporte subterráneo como el Metro, están diseñados para zonas con alta demanda y concentración poblacional; por lo que no es rentable ni eficiente construir líneas que transporten pocos pasajeros.

Urbanización irregular

La traza urbana existente en Milpa Alta y en el sur de Tláhuac a causa del desarrollo urbano desorganizado y los asentamientos irregulares, en gran parte causados por el suelo de conservación y la propiedad social de

la tierra, así como por la geografía accidentada de las demarcaciones, ha dado como resultado una red vial angosta, sinuosa y con cuellos de botella que dificultan los radios de giro y la circulación de unidades de 18-25 m, básicas para un Metrobús. Además, la carencia de nodos intermodales impide alimentar eficientemente una línea de Metro de alta capacidad.

Entre la orografía volcánica, la estricta protección ecológica, la traza vial desordenada y la baja demanda potencial, Milpa Alta y el sur de Tláhuac presentan una combinación de restricciones técnicas, legales y económicas que impiden la implementación de servicios de transporte público masivo.

Volumen de viajes

Para atender la problemática descrita en el capítulo 2 que es la movilidad deficiente en la zona y los consecuentes altos CGV para los usuarios del transporte público en las alcaldías Milpa Alta y Tláhuac, se realizó un análisis de los tipos de sistemas de transporte público que pueden aplicarse en este caso.

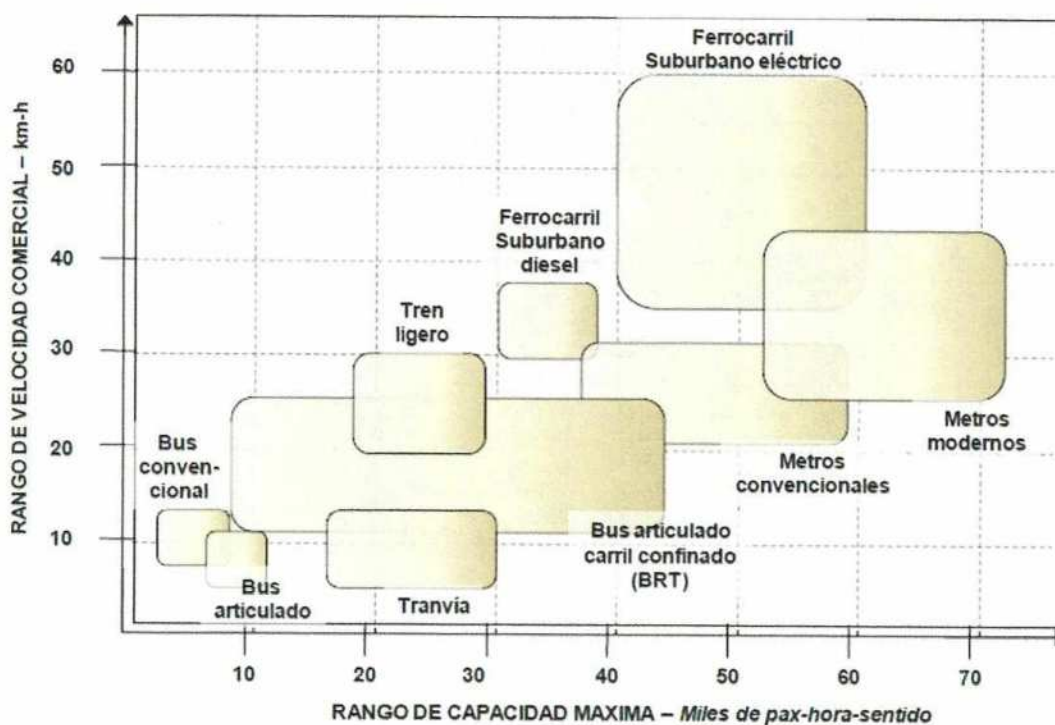
En seguimiento a la tipología propuesta por Vukan Vuchic, de la Universidad de Pensilvania, que considera los atributos capacidad, velocidad media e intervalo de frecuencia, se pueden agrupar las alternativas modales en: Bus no articulado, Bus articulado sin carril exclusivo, BRT – Bus articulado en carril confinado, Tranvía, Tren ligero, Metros tradicionales, Metros modernos, Trenes suburbanos diesel, Trenes suburbanos eléctricos.

Tabla 3.11 Características de los Modos de Transporte Masivo

Modo	Capacidad Típica Pax-hora- sentido	Velocidad Típica Km-h	Intervalo Mínimo Minutos	Observaciones
Bus no articulado	3,800 / 4,500	8 – 12	0.6 – 1	Con paradas establecidas
Bus articulado sin carril exclusivo	5,400 / 7,200	7 – 11	1 – 1.2	Con múltiples puertas y sin pago del pasaje a bordo
BRT – Bus articulado en carril confinado	9000 / 40,000	16 – 20	0.2 – 0.5	Han llegado a 45,000 pax/h/D. Depende del número de carriles y de las rutas expresas
Tranvía	13000 / 26,000	8 – 14	1	En tráfico mixto, con múltiples paradas. Los coches articulados aumentan su capacidad
Tren ligero	17000 / 23,000	18 – 30	1.3 – 2.5	Parcialmente segregado, con múltiples paradas
Metros tradicionales	40,000 / 55,000	22 – 36	1.5	Depende de la longitud de los trenes y el ancho de los coches. Bruselas, Munich.
Metros modernos	70,000 +	24 – 40	1.5	Construidos recientemente con alta capacidad, como Hong Kong, Tokio, San Pablo
Trenes suburbanos diesel	30,000 / 36,000	30 – 40	3.5 – 4	Trenes largos, baja aceleración y desaceleración
Trenes suburbanos eléctricos	40,000 / 60,000	35 – 55	2 – 3	Pueden tener velocidades mucho mayores, de acuerdo con el espaciamiento entre estaciones

Fuente: Elaboración propia con información de Vukan R. Vuchic (2005) *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*.

Figura 3.1. Los modos de transporte masivo, de acuerdo con su velocidad comercial y capacidad máxima



Fuente: Guía de Presentación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura de Transporte Masivo. PROTRAM.

Al calcular la demanda estimada en horas de máxima demanda para el corredor de estudio, se observa que esta puede encontrarse alrededor de 2,000 pasajeros por sentido, a lo largo del horizonte de evaluación considerado. Por lo tanto, tomando en cuenta los rangos de capacidad y la velocidad en los que operan estos sistemas, el BRT, tranvía, tren ligero, metros y trenes presentan un sobredimensionamiento respecto a esta demanda.

Por otra parte, los requerimientos de infraestructura que se debe generar están, desde los más sencillos con los autobuses no articulados, que generalmente no necesitan adecuaciones importantes en las vialidades comunes, sino que se encuentren en buen estado y tengan dimensiones suficientes para maniobrar. Por otro lado, entre los de mayores requerimientos, se encuentran los trenes ligeros, metros y trenes suburbanos, para los cuales deben establecerse vías confinadas, estaciones, sistemas de comunicación y señales, vigilancia y monitoreo, centros de control.

Conclusiones sobre el modo de transporte

Las condiciones adversas descritas impiden la planeación y construcción de sistemas de transporte público masivo, como el Metro o Metrobús dentro de la alcaldía Milpa Alta y el sur de Tláhuac. Por ello, se considera que el Sistema Teleférico es la alternativa de sistema de transporte público idónea y factible para Milpa Alta y el sur de Tláhuac.

Análisis de Alternativas de trazo

Al descartarse estos tipos de transporte para atender la problemática, y considerando que la situación sin proyecto en la que operan autobuses unitarios, microbuses y camionetas tipo van, es en la que se generan altos costos de operación, elevados tiempos de traslado para los pasajeros, así como emisiones contaminantes significativos, se identificó la posibilidad de implementar un sistema de transporte tipo teleférico.

Este tipo de transporte ha demostrado en las experiencias ya existentes, que, además de reducir los tiempos de traslado, se caracterizan por facilitar la integración de zonas periféricas y de difícil acceso por topografía accidentada, disminuir las emisiones contaminantes en comparación con el transporte en vehículos utilitarios comunes en estas zonas, y permiten realizar intervenciones en superficie para crear o mejorar entornos y espacios públicos.

Su ventaja se concentra en que son sistemas que:

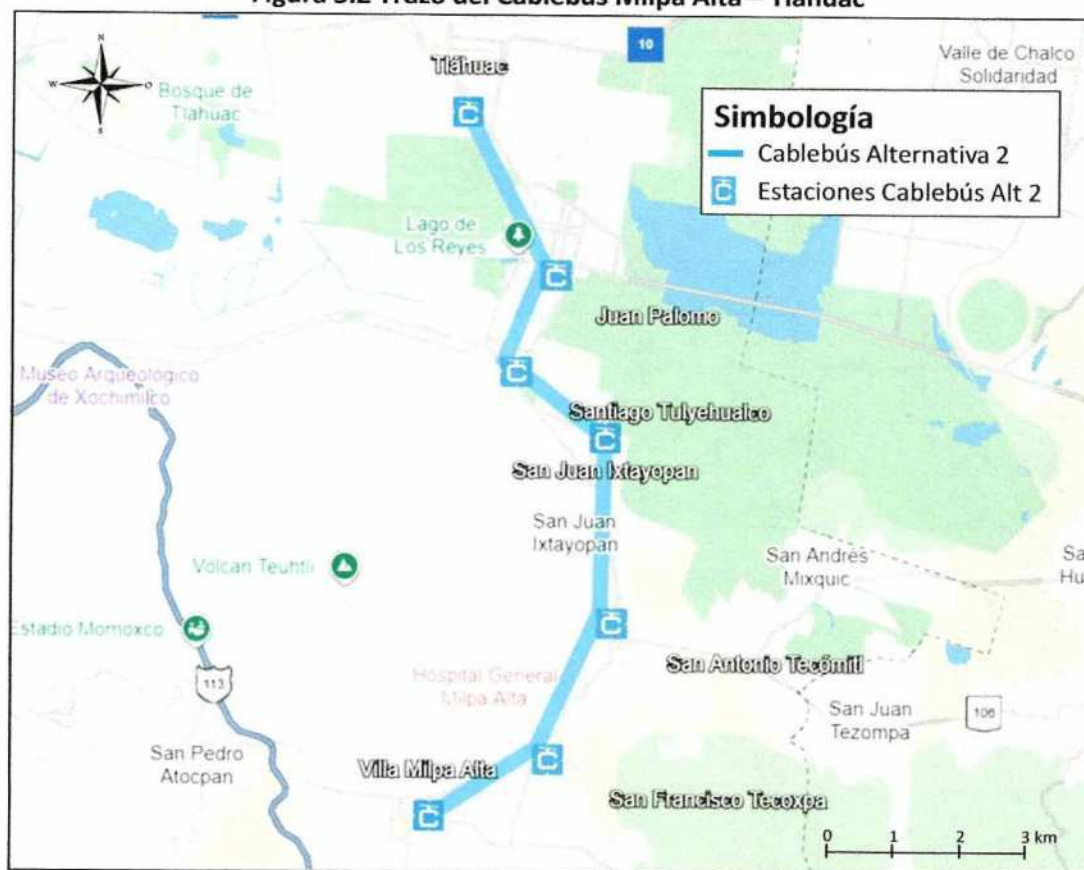
- Proporcionan conexiones directas entre puntos que actualmente implican rutas sinuosas para otras formas de transporte, resultando tiempos de viaje significativamente más bajos.
- Ofrecer una solución comparativamente más rápida y económica para ampliar las rutas de transporte público local existentes cuando hay barreras físicas y estructurales.
- Generan menos alteraciones a nivel de suelo que otros proyectos de transporte público, incluso en las etapas de construcción, y con tiempos de implementación más cortos.
- Apoyan la disminución de brechas de oportunidad al comunicar zonas con rezago en infraestructura de transporte y, por lo tanto, social y de servicios.

Para el presente proyecto, estas ventajas representan reducir costos de inversión, operación y mantenimiento en comparación con algún tipo de BRT, tranvía o metro, además de que se genera bajo impacto social y ambiental por modificar poca superficie al crear la infraestructura electromecánica y de acceso.

Para este análisis se consideraron el trazo del proyecto Milpa Alta – Tláhuac contra una alternativa de trazo San Pedro Atocpan - Tláhuac.

Proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac). Esta opción cuenta con un trazo en el que se están 7 estaciones, donde la estación terminal es Villa Milpa Alta, 5 estaciones intermedias: San Francisco Tecoxpa, San Antonio Tecómitl, San Juan Ixtayopan, Santiago Tulyehualco, y Juan Palomo hasta la estación terminal Tláhuac; a unos metros de la estación del Sistema Colectivo Metro con el mismo nombre. (Ver Figura 3.2).

Figura 3.2 Trazo del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac



Fuente: Elaboración propia.

Las principales características técnicas del proyecto con el trazo Villa Milpa Alta – Tláhuac son:

Tabla 3.12 Características generales del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac

Concepto	Características del Proyecto
Tipología instalación	Teleférico monocable desembragable
Capacidad horaria máxima en pax/hr/sentido	2,000 pphd
Velocidad de ejercicio con motor principal	Hasta 6 m/s, 21.60 km/hr
Velocidad en zona de embarque y desembarque en estación	Hasta 0.30 m/s, 1.08 km/hr
Intervalo de tiempo entre vehículos en la capacidad (s)	12
Equidistancia entre vehículos en la capacidad (m)	72
Longitud horizontal total (km)	12.3
Número total de estaciones	7
E1	Retorno-Tensión
E2	Paso
E3	Paso
E4	Doble Motriz – Almacén
E5	Paso
E6	Paso
E7	Doble Motriz
Número de vehículos	270
Almacén de cabinas	E4

Concepto	Características del Proyecto
Tipo de cabina	Monocable para capacidad de 10 personas
Potencia motores eléctricos por tramo (kw)-operación	905
Potencia motores eléctricos por tramo (kw)-arranque	1,367
Ancho de vía	6.40 m
Cable	Composición 6x25FW o bien 6x36WS
Tipo de torres	Tubulares de sección variable

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el horizonte de evaluación y la vida útil:

Tabla 3.13 Horizonte de evaluación y vida útil del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac

Concepto	Años
Horizonte de Evaluación	33
Vida útil en años	30

Fuente: Elaboración propia.

Los costos de inversión para implementar el proyecto son los siguientes:

Tabla 3.14 Costos de Inversión del proyecto trazo Milpa Alta – Tláhuac

Componentes	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
Construcción de estaciones	783,024,661.38	908,308,607.20
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico	257,026,755.58	298,151,036.47
Sistema eléctrico	89,721,484.94	104,076,922.53
Obra inducida	94,814,012.29	109,984,254.26
Proyecto ejecutivo y estudios	68,739,040.91	79,737,287.46
Sistema electromecánico	2,588,580,567.23	3,002,753,458.00
Liberación de derecho de vía	22,893,586.08	22,893,586.08
Supervisión de obra	145,742,713.99	169,061,548.23
Certificación de proyecto	18,956,311.28	21,989,321.08
Transferencia de Tecnología y Capacitación	243,478,858.99	282,435,476.43
Monto total de inversión	4,312,977,992.67	4,999,391,497.74

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 3.15 Integración Costos de Operación y Mantenimiento del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac

Concepto	Costo (pesos de 2025 sin IVA)
Costos de Mantenimiento	34,131,855.38
Costos de Operación	111,373,971.35
Total	161,099,158.91

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla, se muestran los montos de reinversión y el momento adecuado para realizarlos.

Tabla 3.16 Reinversiones del proyecto con trazo Milpa Alta – Tláhuac

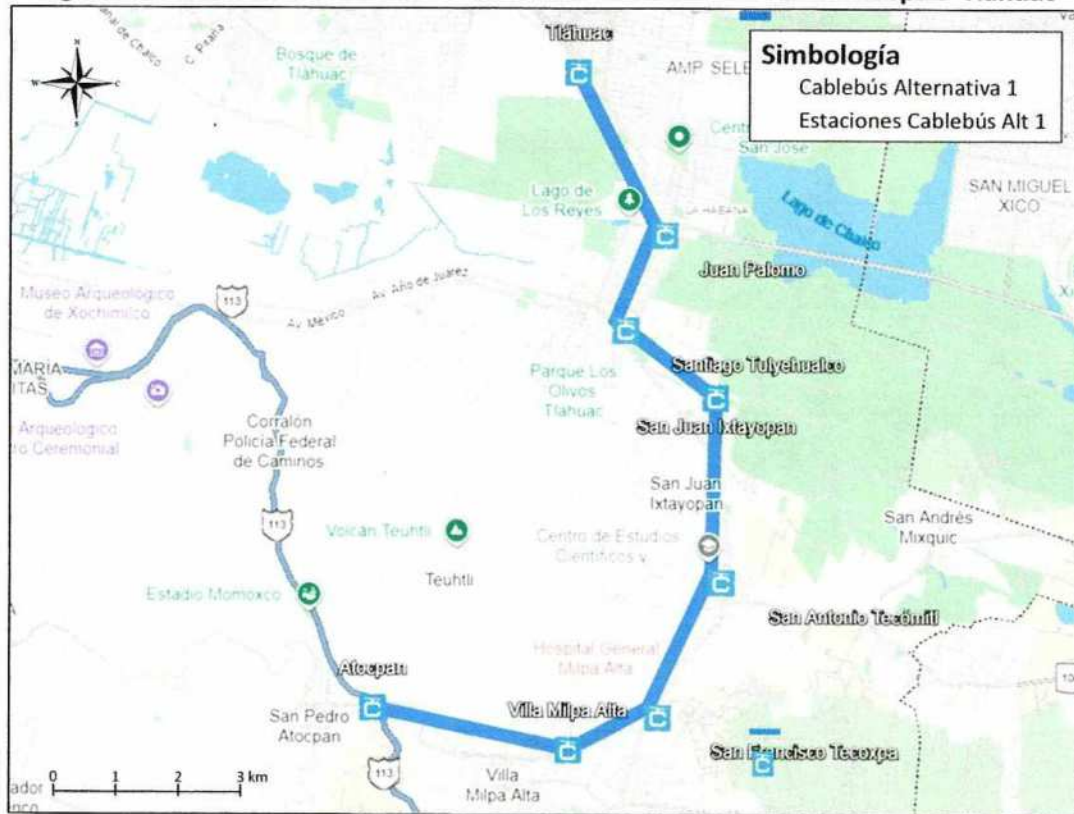
Concepto	Periodicidad	Total sin IVA
Renovación sistema de recaudo	14 años	33,481,640.15
Reemplazo de sistemas de control	14 años	215,690,776.47
Reemplazo de cabinas	19 años	239,226,739.22

Fuente: Elaboración propia.

Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac). Consiste en una telecabinas monocable, con vehículos dotados de pinzas desembagables, que circulan a lo largo 14.6 km el cable, cuenta con 8 estaciones: desde la estación terminal Atocpan, 6 estaciones intermedias: Villa Milpa Alta, San Francisco Tecoxpa, San Antonio Tecómitl, San Juan Ixtayopan, Santiago Tulyehualco, y Juan Palomo hasta la estación terminal Tláhuac; en donde se encuentra también la estación del Sistema Colectivo Metro Tláhuac. (Ver Figura 3.3). El servicio se prestará con el uso de 300 cabinas.

El teleférico es del tipo monocable, en su línea principal se encuentra el conjunto de cables, telecabinas desembagables, sistema de apoyos, anclajes, sistema motriz y eléctrico, que requiere el transporte teleférico, entendido este como un sistema elevado de elementos estructurales, mecánicos y eléctricos que integran el Sistema del Teleférico. La propulsión es continua entre las estaciones y al realizar el desembague, se permite a los vehículos desengancharse del cable al ingresar a la estación, y circular a una menor velocidad para que los usuarios puedan ingresar o salir del vehículo; posteriormente, la pinza se engancha nuevamente en el cable para iniciar de nuevo el traslado a la siguiente estación. En la Ciudad de México, a este tipo de sistema de transporte se le ha llamado Cablebús.

Figura 3.3. Trazo de la Alternativa - Cablebús con trazo San Pedro Atocpan- Tláhuac



Fuente: Elaboración propia.

Las características técnicas de esta alternativa son:

Tabla 3.17 Características generales de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac

Concepto	Característica
Tipología instalación	Teleférico monocable desembragable
Capacidad horaria máxima en pax/hr/sentido	2,000 pphd
Velocidad de ejercicio con motor principal	Hasta 6 m/s, 21.60 km/hr
Velocidad en zona de embarque y desembarque en estación	Hasta 0.30 m/s, 1.08 km/hr
Intervalo de tiempo entre vehículos en la capacidad (s)	12
Equidistancia entre vehículos en la capacidad (m)	72
Longitud horizontal total (km)	14.6
Número total de estaciones	8
E1	Retorno-Tensión
E2	Paso
E3	Paso
E4	Doble Motriz - Almacén
E5	Paso
E6	Paso
E7	Paso
E8	Doble Motriz
Número de vehículos	300
Almacén de cabinas	E4

7 X

Concepto	Característica
Tipo de cabina	Monocable para capacidad de 10 personas
Potencia motores eléctricos por tramo (kw)-operación	905
Potencia motores eléctricos por tramo (kw)-arranque	1,367
Ancho de vía	6.40 m
Cable	Composición 6x25FW o bien 6x36WS
Tipo de torres	Tubulares de sección variable

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta el horizonte de evaluación y la vida útil:

Tabla 3.18 Horizonte de evaluación y Vida útil de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac

Concepto	Años
Horizonte de Evaluación	33
Vida útil	30

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan los costos de inversión:

Tabla 3.19 Costos de Inversión de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac

Componentes	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
Construcción de estaciones	940,773,937.80	1,091,297,767.86
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico	292,235,900.18	338,993,644.21
Sistema eléctrico	112,210,421.46	130,164,088.90
Obra inducida	107,802,233.15	125,050,590.45
Proyecto ejecutivo y estudios	78,558,903.90	91,128,328.52
Sistema electromecánico	2,958,377,791.12	3,431,718,237.70
Liberación de derecho de vía	26,164,098.38	26,164,098.38
Supervisión de obra	153,029,849.69	177,514,625.64
Certificación de proyecto	21,664,355.75	25,130,652.67
Transferencia de Tecnología y Capacitación	255,652,801.94	296,557,250.25
Monto total de inversión	4,946,470,293.37	5,733,719,284.58

Fuente: Elaboración propia.

Al inicio de operaciones de esta alternativa, se tienen considerados costos el sistema conserve los niveles de servicio y estándares de seguridad y confiabilidad. Por su parte, el mantenimiento permitirá que la operación

guarde estas características a lo largo de la vida útil en que se planea el proyecto. En la siguiente tabla, se muestra estos costos de operación y mantenimiento.

Tabla 3.20 Costos de Operación y Mantenimiento de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac

Concepto	Costo (pesos de 2025 sin IVA)
Costos de Operación	127,284,538.69
Costos de Mantenimiento	39,007,834.72
Total	166,292,373.41

Fuente: Elaboración propia.

Además del mantenimiento, el sistema de transporte de teleférico monocable requiere de cambios y renovaciones en algunos de sus elementos para que la operación se mantenga continua y en los niveles señalados, para que sus elementos electromecánicos alcancen el tiempo total estimado para su vida útil. La siguiente tabla, muestra los montos de reinversión y el momento planeado para realizarlos.

Tabla 3.21 Reinversiones de la Alternativa con trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac

Concepto	Periodicidad	Monto (pesos de 2025 sin IVA)
Renovación sistema de recaudo	14 años	38,264,731.60
Reemplazo de sistemas de control	14 años	246,503,744.54
Reemplazo de cabinas	19 años	273,401,987.68

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto es comparable con la alternativa del trazo Actopan – Tláhuac. A continuación, se presenta una tabla que compara ambas alternativas, incluyendo los valores presentes de los costos y su costo anual equivalente (CAE).

Tabla 3.22 Comparación de costos del proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac) contra la Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac)

Alternativa	Valor Presente Neto de los Costos (pesos de 2025)	Costo Anual Equivalente (pesos de 2025)
El proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac)	5,163,037,431	547,691,129
Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac)	5,916,350,543	627,602,018

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, existen otros elementos que no forman parte de los costos, ni de la evaluación socioeconómica que deberán tomarse en cuenta en la decisión.

Tabla 3.23 Comparación de otros aspectos técnicos y sociales para implementar el proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac) contra la Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac)

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Proyecto (trazo Milpa Alta – Tláhuac)	Ya existe este sistema en la CDMX y está en operación. Atiende la demanda que se estima en el área de influencia. Existen los espacios adecuados para la realización de las obras, especialmente para la ubicación de las estaciones. El proyecto es técnicamente factible y existe el interés de la alcaldía porque se ejecute el proyecto.	El proyecto no atiende otras localidades relevantes de la alcaldía Milpa Alta.
Alternativa (trazo San Pedro Atocpan – Tláhuac)	Ya existe este sistema en la CDMX y está en operación. Atiende la demanda que se estima en el área de influencia, agregando una localidad adicional, aunque la población estaba ya incluida en el proyecto con una línea alimentadora. Esta alternativa puede tener beneficios adicionales por turismo, ya que allí es famosa la Feria Nacional del Mole de San Pedro Atocpan que se realiza en octubre de cada año. Los beneficios por turismo son inciertos.	Es una opción de trazo con una estación adicional y una longitud mayor, por lo que requiere la construcción de mayor número de pilonas. Se requerirá mayor plazo de ejecución. No existen predios fácilmente utilizables para el proyecto en el corto plazo y existen más problemas para conciliar con los ejidatarios para que se facilite un predio en donde estará la última estación.

El Costo Anual Equivalente (CAE) del proyecto es menor que el de la alternativa, siendo que en ambos casos se tendría una demanda prácticamente equivalente. Los beneficios que se tendrían por tener una estación adicional son inciertos, además existe incertidumbre sobre poder tener un predio en donde ubicar la estación. Los riesgos de tener que llevar una mayor negociación con ejidatarios es mayor en la Alternativa. Ante estas diferencias en costos y en ventajas y desventajas, se decide que la mejor opción es el proyecto del Cablebús de Villa Milpa Alta a Tláhuac.

IV. Situación con el proyecto de inversión

a) Descripción general

El proyecto se clasifica como de infraestructura económica al tratarse de la construcción de activos que amplían su capacidad de operación y aumentan su vida útil.

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	☒
Proyecto de infraestructura social	☐
Proyecto de infraestructura gubernamental	☐
Proyecto de inmuebles	☐
Programa de adquisiciones	☐
Programa de mantenimiento	☐
Otros proyectos de inversión	☐
Otros programas de inversión	☐

El proyecto “Línea 6 Milpa Alta – Tláhuac del Sistema de Transporte Público de la Ciudad de México”, que conectará Milpa Alta con Tláhuac es un Sistema Teleférico, con vehículos dotados de pinzas desembragables contará con 12.30 km de longitud y contemplará un total de 7 estaciones ubicadas estratégicamente en los puntos con mayor demanda de pasajeros a lo largo del corredor de transporte elevado, el cual partirá desde la estación terminal Milpa Alta, 5 estaciones intermedias: San Francisco Tecoxpa, San Antonio Tecómitl, San Juan Ixtayopan, Tulyehualco y Juan Palomo, hasta la estación terminal Metro Tláhuac. Se considera que el servicio se podrá prestar con 270 cabinas o góndolas. El proyecto incluye el conjunto de cables, telecabinas, sistema de apoyos, anclajes, sistema motriz y eléctrico que requiere el Sistema de Transporte Público Cablebús, siendo este un sistema elevado de elementos estructurales, mecánicos y eléctricos que integran el Sistema del Teleférico.

El Cablebús Milpa Alta - Tláhuac pretende mejorar la conectividad y movilidad en el suroriente de la Ciudad de México. Los principales retos en esta zona encierran la dificultad de acceso en entornos urbanos de topografía accidentada o plana y falta de conectividad con sistemas de transporte público masivo de pasajeros, altos tiempos de traslado por ineficiencia del transporte público, y los conflictos entre la preservación del uso de suelo de conservación y tradiciones, frente a la necesidad de urbanización.

El proyecto se caracteriza porque en su etapa de construcción generará menos alteraciones a nivel de suelo que otros proyectos de transporte, y sus tiempos de implementación serán más cortos y finalmente, será muy útil en la zona de estudio que presenta rezago en materia de infraestructura de transporte y rezago social.

A continuación, se presentan los elementos que conforman el sistema y la descripción de sus características técnicas:

Elementos del Sistema de Teleférico Urbano (Cablebús)

Para su correcto funcionamiento, el sistema teleférico urbano contará con diversos elementos clave (Ver Figura 4.1) que garantizan su operación segura y eficiente, los cuales se presentan a continuación:

- **Cabinas:** Son las unidades de transporte de pasajeros con capacidad de 10 usuarios sentados en sistema monocable. Cuentan con puertas automáticas, ventilación y accesibilidad para personas con movilidad reducida.
- **Cables y Torres de Soporte:** El sistema opera mediante un conjunto de cables de tracción y sustentación sostenidos por torres estratégicamente ubicadas a lo largo del recorrido. La altura y disposición de las torres dependen de la topografía y la necesidad de librar obstáculos urbanos.
- **Torres de Entrada:** Son las estructuras donde las cabinas comienzan su trayecto después de salir de una estación. Cuentan con sistemas de poleas y mecanismos que facilitan la transición de las cabinas desde la estación al cable principal.
- **Torres de Salida:** Se ubican antes de una estación y ayudan a disminuir la velocidad de las cabinas para su ingreso. También tienen poleas y sistemas de amortiguación para garantizar un aterrizaje suave en la estación.
- **Andenes:** Son plataformas elevadas diseñadas para el desplazamiento de vehículos o cabinas suspendidas. Estas estructuras funcionan como puntos de embarque y desembarque, permitiendo que los usuarios asciendan o desciendan del Cablebús de manera segura y eficiente.
- **Sistemas electromecánicos:** Son los elementos donde se encuentran los motores generadores de potencia, reductores y frenos, y los que proveen la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento.
- **Estaciones Terminales:** Son los puntos de origen y destino del sistema. Generalmente cuentan con áreas de embarque y desembarque, espacios de espera, taquillas, integración con otros sistemas de transporte y servicios complementarios.
- **Estaciones Intermedias:** Ubicadas a lo largo de la ruta, permiten la entrada y salida de pasajeros en puntos estratégicos. Su diseño depende de la demanda proyectada y de la conectividad con otras infraestructuras urbanas.
- **Parking de Cabinas:** Espacios dedicados a la revisión, reparación y resguardo de las cabinas y componentes mecánicos del sistema. Estas áreas son esenciales para garantizar la seguridad y continuidad operativa del teleférico.
- **Sistemas de Control y Seguridad:** Incluyen sensores, sistemas de monitoreo en tiempo real, protocolos de evacuación y mecanismos de frenado para garantizar la operación segura en todas las condiciones climáticas y operativas.
- **Infraestructura de Integración Modal:** Espacios y accesos que facilitan la conexión con otros sistemas de transporte como la estación Tláhuac de STC Metro, promoviendo una movilidad multimodal.

Figura 4.1. Elementos del Sistema del Teleférico Urbano (Estación Tipo)



Fuente: Bienal Nacional de Arquitectura Mexicana (2025).

Características técnicas

A continuación, se detallan algunas de las principales características técnicas y operativas de la Línea 6 del Cablebús, de Milpa Alta a Tláhuac, lo que permite evaluar su viabilidad y eficiencia como medio de transporte.

Tabla 4.1 Características Generales del Cablebús

Concepto	Cablebús Línea 6
Tecnología	Telecabinas Monocable de pinzas desembragables
Capacidad horaria máxima en capacidad (pax/hr/sentido)	2,000 pphd
Velocidad de ejercicio con motor principal	Hasta 6 m/s, 21.60 km/hr
Velocidad en zona de embarque y desembarque en estación	Hasta 0.30 m/s, 1.08 km/hr
Intervalo de tiempo entre vehículos en la capacidad (s)	12
Equidistancia entre vehículos en la capacidad (m)	72
Longitud horizontal total (km)	12.30
Número total de estaciones	7
E1	Retorno Tensión
E2	Paso
E3	Paso
E4	Doble Motriz (almacén)
E5	Paso
E6	Paso
E7	Retorno Tensión
Número de vehículos 1/	270
Almacén de cabinas	E4
Tipo de cabina	Monocable para capacidad de 10 personas
Tiempo de recorrido total a velocidad máxima	35 min 16 seg
Potencia motores eléctricos por tramo (kw)-operación	905
Potencia motores eléctricos por tramo (kw)-arranque	1,367

Ancho de vía	6.40 m
Cable	Composición 6x25FW o bien 6x36WS
Tipo de torres	Tubulares de sección variable
Demanda estimada por día	19,294 pasajeros / día

1/ El total de vehículos considera cabinas de reserva y para el crecimiento futuro de la demanda.

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

Este sistema ha sido diseñado para garantizar un transporte eficiente y continuo en corredores urbanos con alta demanda de movilidad, reduciendo significativamente los tiempos de traslado en comparación con otros modos convencionales de transporte público. La configuración multi cabina permite un flujo constante de unidades, minimizando los tiempos de espera.

Además, la velocidad de operación de 6 m/s permite equilibrar la eficiencia del sistema con criterios de seguridad y confort para los usuarios. Las cabinas de 10 plazas están diseñadas para optimizar la capacidad sin comprometer la comodidad, integrando también medidas de accesibilidad universal.

Certificación

Una empresa certificadora externa (Organismos Notificado de la Unión Europea, NANDO) se encargará de dar visto bueno a la seguridad y operación de la línea 6 del Cablebús para poder iniciar la operación del sistema mediante la evaluación de la conformidad de acuerdo con la legislación “Regulation (EU) 2016/424 Cableway installations”, vigente en “Single Market Compliance Space” de la “European Commission”. La empresa realizará el proceso de certificación a los elementos siguientes: seguridad de operación de los sistemas de señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión, subestación eléctrica de alta tensión, subestaciones de rectificación, distribución, tracción y catenaria, telefonía de trenes y vías. La revisión, dictaminación y certificación se realizarán sobre la obra electromecánica, no incluye obra civil.

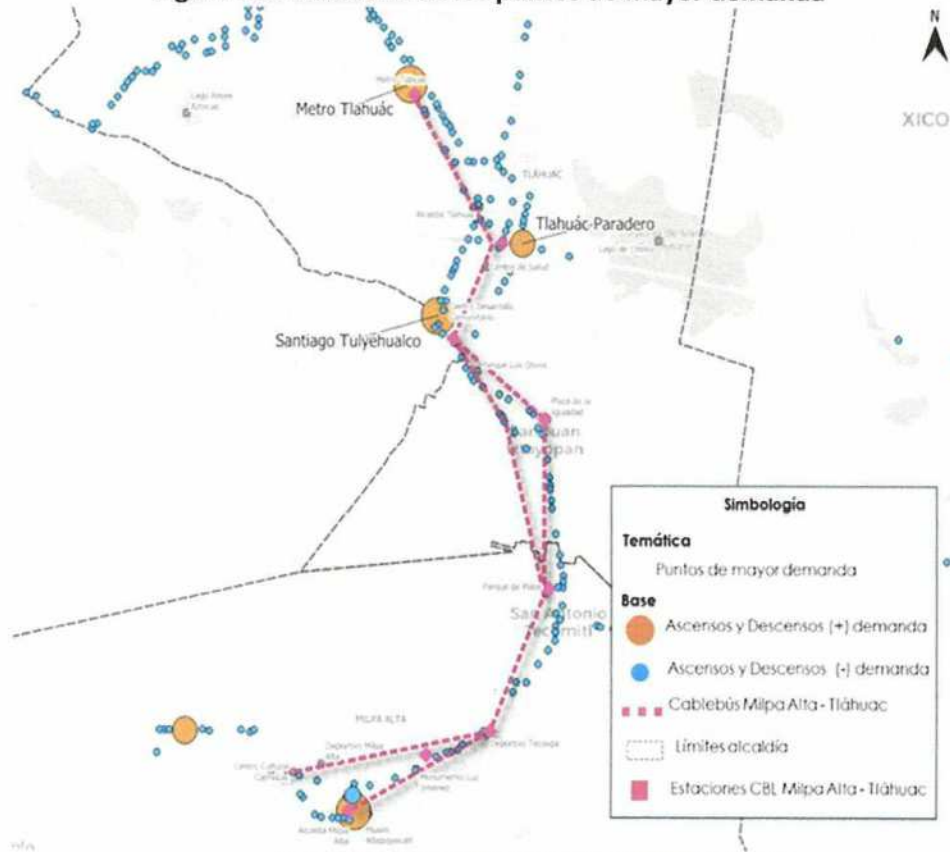
Trazo y Estaciones

La definición del trazo, así como la ubicación de las estaciones del proyecto se determinaron con base en el criterio de maximizar el uso del Sistema de Transporte Público Cablebús, buscando la accesibilidad para captar el mayor número de demanda, bajo los siguientes considerandos:

- Maximizar el número de beneficiarios.
- Minimizar el impacto del tránsito local.
- Minimizar los costos de implementación.
- Minimizar los impactos negativos al medio ambiente.

Debido a que la mejora en la movilidad del mayor número de habitantes es una parte crucial del objetivo del proyecto, la localización de estaciones se ha elaborado a partir de la demanda de pasajeros, por lo que se hizo el análisis a partir del estudio de ascensos y descensos a bordo de las rutas de transporte público, dando como resultado la ubicación de los puntos de mayor solicitud de paradas por ascenso y descensos (Ver Figura 4.2).

Figura 4.2. Ubicación de los puntos de mayor demanda



Fuente: Viality. Estudio de Oferta y Demanda (2025).

La figura anterior, muestra que el mayor número de ascensos de pasajeros se localiza sobre las avenidas que pasan por la ubicación de Metro Tláhuac, Tláhuac Paradero, Santiago Tulyehualco, Villa Milpa Alta y San Pedro Atocpan.

Los puntos de ubicación de estaciones han cumplido con la relevancia de maximizar el número de pasajeros y que el Sistema de Transporte Público Cablebús sea accesible a la mayor cantidad de usuarios motivando su llegada, en mayor parte a pie hacia las estaciones. Cabe señalar que para la localización de las estaciones también se han identificado predios disponibles y de propiedad del Gobierno de la Ciudad de México, con menor afectación social y ambiental.

Las condiciones orográficas y de espacio en la zona de análisis, no han permitido albergar grandes Proyectos de vialidad, pues sus calles y avenidas son estrechas puesto que fueron desarrolladas sobre los trazos originales de asentamientos irregulares en los que el transporte predominante ha sido a pie.

Actualmente, el aumento del parque vehicular en las demarcaciones ha generado un conflicto movilidad, agravado por las carencias en la cultura vial y cívica de conductores y peatones. Para el planteamiento de los trazos se tomó en cuenta evitar, en la medida de lo posible, zonas con un riesgo alto de conflicto, de tal suerte que pudiese hacer no viable el paso del sistema de transporte propuesto. Dichas zonas consideradas fueron:

- Zonas de muy alto nivel socioeconómico.
- Zonas de reserva ecológica.
- Zonas de educación superior y militares.
- Zonas consolidadas con edificaciones altas.

El Proyecto consiste en 7 estaciones que estarán integradas en edificios que se destinarán al embarque y desembarque de pasajeros, estas son:

- Estación No. 1- MILPA ALTA: Retorno Tensión
- Estación No. 2- SAN FRANCISCO TECOXA: Paso
- Estación No. 3- SAN ANTONIO TECÓMITL: Paso
- Estación No. 4- SAN JUAN IXTAYOPAN: Doble Motriz (Almacén)
- Estación No. 5- TULYEHUALCO: Paso
- Estación No. 6- JUAN PALOMO: Paso
- Estación No. 7- TLÁHUAC: Retorno Tensión

Arquitectura

Las estaciones para el Sistema de Transporte Público Cablebús están concebidas como pabellones, con el propósito de que los edificios interactúen con el sitio en donde se emplazan; de esta forma las estaciones se vuelven el pretexto para rehabilitar el espacio público contiguo a la estación.

Al adoptar la tipología de pabellón se buscó que las estaciones fueran lo más pequeñas posibles, no solo por las implicaciones económicas y de recursos sino para que las estaciones no se conviertan en edificios fuera de escala y agresivos con el sitio en donde se emplazan.

El pabellón “tipo” está concebido para tener todas las áreas de servicio y equipamiento en planta baja, por lo que los muros son de tabique vidriado, un material sólido y hermético; mientras que en primer nivel la idea es tener un andén continuo, ligero, amplio y luminoso, por lo que la fachada tendrá parasoles de paneles de acero esmaltados en distintas tonalidades para generar una experiencia distinta al usar este transporte. En algunas estaciones será posible incluir equipamiento de índole social y cultural, el concepto es que las estaciones se conviertan en edificios “detonadores” de mejoramiento urbano.

La construcción de estas estaciones comprende el montaje de los siguientes conjuntos:

- Estructura civil y metálica.
- Vías, pasarelas y plataformas.
- Grupo motriz, desviación, retorno y sistemas de tensión del cable.
- Componentes mecánicos, hidráulicos y neumáticos auxiliares.
- Sistemas electromecánicos de control y automatización (SCADA).
- Instalaciones eléctricas MT/BT, puesta a tierra y pararrayos.
- Climatización, ventilación y protección contra incendio.
- CCTV, control de acceso, información al pasajero y accesibilidad universal.
- Cubierta, cerramientos y acabados arquitectónicos.

Estructuras metálicas (Torres o Pilonas)

Las torres de soporte del cable de línea y las obras metálicas de las estaciones extremas se solidarizan con las cimentaciones a través de uniones atornilladas. Toda la construcción metálica deberá montarse según los procedimientos de calidad del fabricante y se aportarán los certificados y las fichas de montaje que justifican

la calidad de los trabajos de montaje. El montaje de las torres puede realizarse mediante grúa, o bien con la ayuda de helicóptero en lugares inaccesibles.

La construcción de la línea comprende el montaje de los siguientes conjuntos:

- Cimentación y anclajes
- Fuste tubular
- Cabezales (corona/ménsulas)
- Balancines y rodillos
- Pasarelas y escaleras de servicio
- Puesta a tierra y pararrayos
- Instalación eléctrica
- Protección anticorrosiva y señalización

Cable

Una vez que las estaciones y torres están ensambladas, se debe proceder al tendido y empalme del bucle de cable. En primer lugar, se tiende un cable de pequeño diámetro, que servirá de guía para tirar el cable portador/tractor. Será necesario prever protecciones (redes sobre pórticos metálicos provisionales) en los cruces con vías de circulación para evitar accidentes en caso de problemas durante la operación de tendido y empalme del cable. Una vez que el cable está sobre sus apoyos, se realiza el empalme de este.

El empalme se realiza manualmente con ayuda de herramientas específicas. Se trata de abrir el cable (que ha sido confeccionado con máquinas de precisión), extraer una longitud determinada de cordón en cada ramal a empalmar e insertar la misma longitud de los cordones correspondientes del otro ramal de cable, para reconstituir un cable del mismo diámetro y resistencia que el original. Una vez reconstituido el cable para formar un anillo cerrado, es posible colgar los vehículos.

Cableado eléctrico

Electricistas especializados son los encargados de realizar el cableado del motor eléctrico, así como de todas las seguridades inherentes a la instalación.

Factor de comodidad de los vehículos

Los vehículos tienen una capacidad de 10 personas sentadas. Las cabinas pueden recibir todo tipo de usuario y, en particular, personas en sillas de ruedas, equipaje y coches de niños, personas con bultos y otros. Para cumplir estos criterios, el nivel de piso de cabina corresponde con el nivel de los andenes de la estación. Las cabinas son suficientemente altas (1.90 m. como mínimo), para que los pasajeros puedan acceder sin agacharse y puedan estar de pie durante el trayecto de forma cómoda.

Las cabinas son cerradas, provistas de mecanismos de puertas de apertura y cierre automáticos de funcionamiento confiable. Existe un dispositivo de bloqueo automático que impide la apertura intempestiva de éstas. No obstante, existe la posibilidad de desbloqueo de las puertas desde el exterior, que será accionado por el rescatador en caso de producirse una evacuación.

La apertura de las puertas permite la salida y entrada cómodamente de los pasajeros, incluyendo personas discapacitadas en sillas de ruedas.

Algunas características de las cabinas son:

- El chasis es de aluminio o acero galvanizado.
- Contarán con una iluminación interna para las horas nocturnas de funcionamiento del sistema de transporte. Su nivel de iluminación será de al menos diez luxes (10 lx) dentro de la cabina. Contarán con una fuente de alimentación propia (baterías), las cuáles se cargan a cada paso en estación gracias a raíles electrificados que les proporcionan alimentación eléctrica.
- Interfono: Las cabinas contarán además con un sistema de comunicación bidireccional con las estaciones.
- Ventanas: Para la ventilación de la cabina se ubicará una ventana tipo persiana basculante con el fin de permitir entrada de aire. En el hueco de la ventana se colocará una reja o similar para evitar que los pasajeros lancen objetos por ella.

Las cabinas están unidas al cable gracias a un brazo de suspensión, de perfil tubular, el cual dispone de una pinza a su extremidad. Esta pinza transmitirá un par de apriete al cable para que el vehículo no deslice. La superficie útil de la cabina es de 4.4 m². Por lo tanto, el factor de comodidad es igual a 2.3 pax/m² (Ver Figuras 4.3 y 4.4).

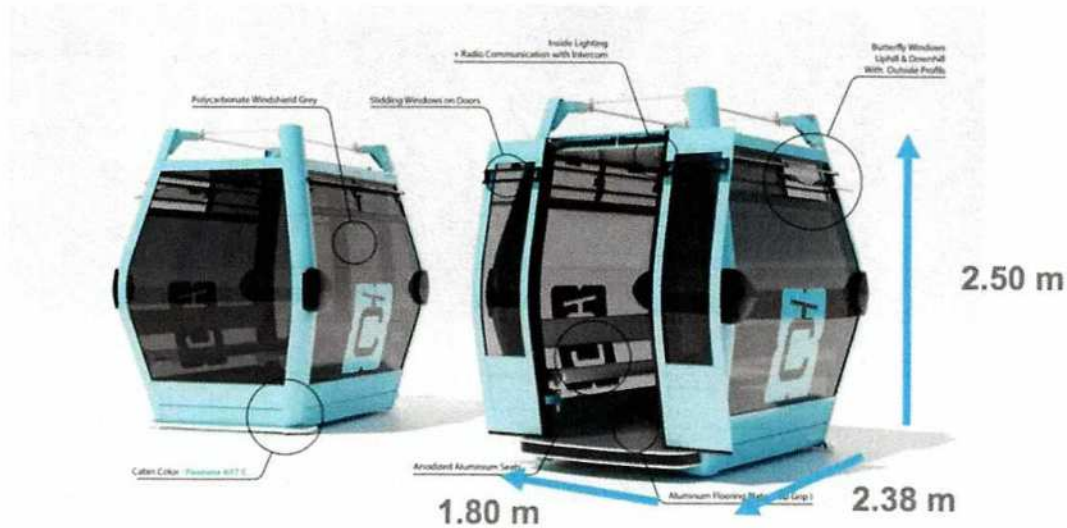
Figura 4.3. Cabinas



Fuente: STE de la CDMX 2025.

Figura 4.4 Dimensiones orientativas de la cabina de 10 plazas.

CABINAS



SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS
CIUDAD DE MÉXICO



CABLEBÚS

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

b) Alineación estratégica

El proyecto se encuentra alineado estratégicamente con los siguientes instrumentos de planeación:

Plan Nacional de Desarrollo 2025 – 2030 del Gobierno de México.

Eje General 2: Desarrollo con bienestar y humanismo.

Objetivo 2.10: Promover entornos públicos justos y adaptativos mediante la planificación de espacios rurales y urbanos, con el objetivo de reducir las disparidades en el acceso a oportunidades y servicios entre diferentes regiones y comunidades del país.

Estrategia: 2.10.1 Dotar a la población mexicana de *infraestructura para la movilidad y el transporte público* que facilite el *tránsito de personas* y bienes de manera accesible, sostenible, segura y eficiente, priorizando la intermodalidad en *sistemas urbanos* y rurales.

Eje General 3: Economía moral y trabajo

Objetivo 3.7: Mejorar la movilidad de personas y mercancías en todo el territorio nacional y transfronterizo, incrementando la competitividad del país mediante la consolidación de una red intermodal de infraestructura para un transporte eficiente, sostenible y seguro.

Estrategia: 3.7.2 Fomentar la construcción, modernización y conservación de la *infraestructura de transporte* para garantizar la *movilidad de personas*, bienes, servicios y turistas nacionales e internacionales, asegurando condiciones de seguridad vial, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad, calidad, inclusión e igualdad.

Eje General 4: Desarrollo sustentable

Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas.

Estrategia: 4.3.1 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Proyecto del Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2025 – 2045.

VI. Obligaciones Constitucionales

2. Apartado de Infraestructura Física y Tecnológica.

Cuadro 3. Infraestructura física y tecnológica.

Movilidad y transporte público

- Ampliación de la red de Cablebús.

7. Estrategias Prioritarias y Acciones Puntuales

Objetivo Prioritario 2.

Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.

Estrategia prioritaria 2.5.

Diseñar e implementar las acciones que garanticen la calidad del servicio, la inclusión de los grupos vulnerables y la sustentabilidad del transporte.

Acción puntual

2.5.3 Fomentar, en coordinación con las entidades federativas, municipios y, en su caso, alcaldías, la construcción de sistemas de transporte colectivo/masivo con conectividad al transporte, para facilitar el transporte de quienes viven en zonas metropolitanas y que enfrentan largos trayectos de traslado.

2.5.9 Fomentar proyectos piloto de movilidad eléctrica que incluyan transportes masivos, semimasivos y de capacidad media con el objeto de promover sistemas de transporte sostenibles que coadyuven a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero y promuevan la mitigación del cambio climático.

Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México 2019 - 2024.

5. Ejes Estratégicos

Eje 1: Integrar.

Se impulsará la integración física, operacional, de modo de pago y de imagen de los distintos sistemas de transporte de la Ciudad de México, favoreciendo la intermodalidad y promoviendo los viajes a pie, en bicicleta y en transporte público. La infraestructura y servicios se entenderán de forma conjunta y ligados a políticas de desarrollo urbano, ambientales, económicas y de desarrollo social, tanto a nivel local como metropolitano

Estrategia 1.5. Expansión de la cobertura de las redes de transporte masivo y semimasivo.

Objetivo: Aumentar la cobertura poblacional de la red del transporte masivo y semimasivo.

Líneas de acción: Crear Cablebús, un sistema de teleféricos en zonas de bajos ingresos y con topografía accidentada.

Estrategia Nacional de Energía 2013 - 2027.

4. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

OBJETIVO ESTRATÉGICO 1. Crecimiento del PIB

Tema estratégico 2. Promover el uso eficiente de la energía en todos los sectores.

Línea de acción: Ciudades sustentables. Diseño de esquemas de movilidad de alta eficiencia energética.

Tema estratégico 3. Adecuar el acceso a la energía de acuerdo con la nueva estructura poblacional.

Planeación urbana: Establecer un modelo de planificación urbana orientado al desarrollo y la transición a un modelo de ciudades sustentables.

Programa de Gobierno de Milpa Alta 2021 - 2024.

EJE 5. Desarrollo Urbano Sostenible.

Línea estratégica 3. Mejoramiento de la vialidad y movilidad.

Ejes de acción: Definir con el Gobierno de la Ciudad de México el proyecto de movilidad el proyecto de movilidad sustentable y con perspectiva de género para la Alcaldía.

Programa Provisional de Gobierno de Tláhuac 2024 - 2027.

EJE 2. Habitabilidad y Sustentabilidad.

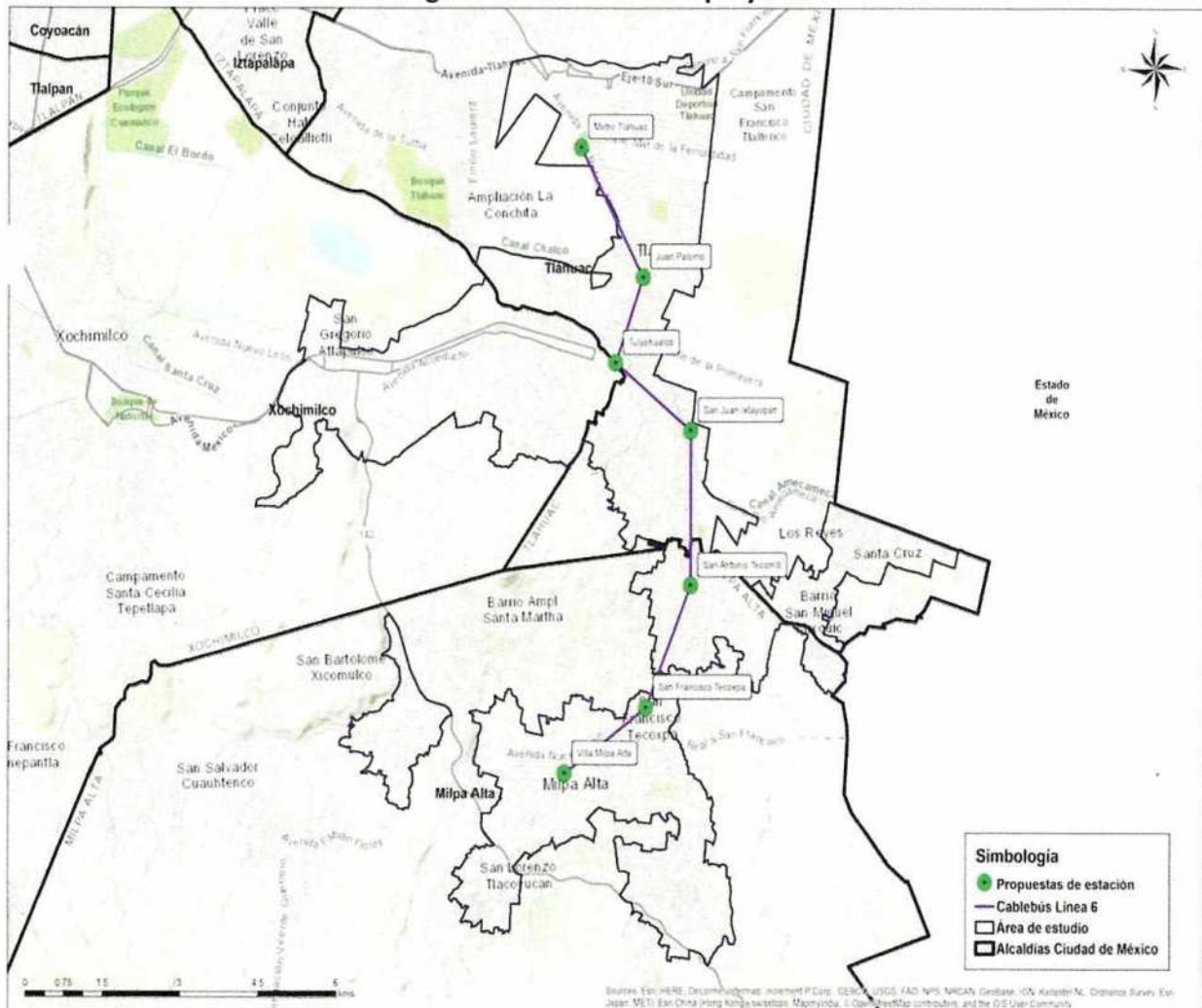
Línea estratégica 5. Obras públicas, movilidad segura y ordenamiento sustentable.

5.2. Mejor movilidad, mayor bienestar.

c) Localización geográfica

El proyecto se localiza en la Ciudad de México, el trazo se ubica en las Alcaldías Milpa Alta y Tláhuac. La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto y la identificación de las estaciones.

Figura 4.5. Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia con trazo proporcionado por Secretaría de Obras y Servicios.

Las siguientes tablas presenta las coordenadas geográficas en formato angular y decimal del proyecto y de cada estación:

Tabla 4.2 Coordenadas geográficas del proyecto

	Latitud	Longitud
Inicio	19°11'51.56"	99° 1'0.6"
Final	19°17'6.2"	99° 0'48.75"

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Obras y Servicios.

Tabla 4.3 Coordenadas geográficas del proyecto (coordenadas decimales)

	Latitud	Longitud
Inicio	19.197655°	-99.016833°
Final	19.285057°	-99.013542°

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

Tabla 4.4 Localización geográfica de las estaciones

Estación	Latitud	Longitud
Estación No. 1- MILPA ALTA: Retorno Tensión	19°11'51.56"	99° 1'0.6"
Estación No. 2- SAN FRANCISCO TECOXA: Paso	19°12'11.34"	99° 0'14.78"
Estación No. 3- SAN ANTONIO TECÓMITL: Paso	19°13'14.89"	98°59'43.88"
Estación No. 4- SAN JUAN IXTAYOPAN: Doble Motriz (Almacén)	19°14'36.46"	98°59'41.61"
Estación No. 5- TULYEHUALCO: Paso	19°15'12.87"	99° 0'31.08"
Estación No. 6- JUAN PALOMO: Paso	19°15'57.13"	99° 0'11.66"
Estación No. 7- TLÁHUAC: Retorno Tensión	19°17'6.2"	99° 0'48.75"

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Obras y Servicios.

Tabla 4.5 Localización geográfica de las estaciones (coordenadas decimales)

Estación		Latitud	Longitud
Estación No. 1- MILPA ALTA: Retorno Tensión	Centro, Milpa Alta, 12000 Villa Milpa Alta, CDMX	19.197655°	-99.016833°
Estación No. 2- SAN FRANCISCO TECOXA: Paso	San Francisco Tecoxpa, Milpa Alta, 12700 San Francisco Tecoxpa, CDMX	19.203150°	-99.004105°
Estación No. 3- SAN ANTONIO TECÓMITL: Paso	Tenantitla, Milpa Alta, 12100 San Antonio Tecómitl, CDMX	19.220801°	-98.995522°
Estación No. 4- SAN JUAN IXTAYOPAN: Doble Motriz (Almacén)	La Asunción, Tláhuac, 13530 San Juan Ixtayopan, CDMX	19.243461°	-98.994891°
Estación No. 5- TULYEHUALCO: Paso	San Sebastián, Tláhuac, 13093 Ciudad de México, CDMX	19.253575°	-99.008633°
Estación No. 6- JUAN PALOMO: Paso	San Andrés, Tláhuac, 13080 Ciudad de México, CDMX	19.265869°	-99.003240°
Estación No. 7- TLÁHUAC: Retorno Tensión	San Rafael Atlixco, Tláhuac, 13430 Ciudad de México, CDMX	19.285057°	-99.013542°

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

d) Calendario de actividades

La siguiente tabla presenta el resumen de actividades del proyecto por componente. En la memoria de cálculo se podrá identificar un calendario específico por cada uno de conceptos de cada componente.

Tabla 4.6 Calendario de actividades

Concepto	2025					2026					2027					2028			
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Construcción de estaciones																			
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electrónico																			
Sistema electrónico																			
Sistema eléctrico																			
Obra Inducida																			
Proyecto ejecutivo y estudios																			
Sistema electromecánico																			
Liberación de derecho de vía																			
Supervisión de obra																			
Certificación de proyecto																			
Transferencia de Tecnología y Capacitación																			

Fuente: Elaboración propia.

e) Monto total de inversión

Se presenta en la siguiente tabla el monto de inversión del proyecto por 4,312.97 millones de pesos de 2025 sin considerar el impuesto al valor agregado y por 4,999.39 millones de pesos de 2025 considerando dicho impuesto.

Tabla 4.7 Inversión del proyecto por componente (pesos de 2025)

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	P.U.	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
Construcción de estaciones.						
1	Construcción de Estación Terminal Retorno-Tensión (Estación No. 1), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	65,956,673.85	65,956,673.85	76,509,741.67
2	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 2), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores, y sistema de recaudo.	Estación	1	83,778,300.38	83,778,300.38	97,182,828.44
3	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 3), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	86,193,380.61	86,193,380.61	99,984,321.51
4	Construcción de Estación Doble Motriz (Estación No. 4), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	152,966,184.97	152,966,184.97	177,440,774.57
5	Construcción de almacén para estacionamiento de cabinas, incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación y áreas exteriores.	Estación	1	33,530,028.25	33,530,028.25	38,894,832.77
6	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 5), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	100,100,911.59	100,100,911.59	116,117,057.44
7	Construcción de Estación de Paso (Estación No. 6), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores, y sistema de recaudo.	Almacén	1	134,828,099.71	134,828,099.71	156,400,595.66
8	Construcción de Estación Terminal Retorno-Tensión (Estación No. 7), incluye: cimentación, columnas, losas, muros, acabados, pisos, cubiertas, carpintería, cancelería, herrería, instalación eléctrica, alumbrado, PCI, CCTV, voz y datos, instalación hidrosanitaria, elevador, áreas exteriores.	Estación	1	92,189,441.87	92,189,441.87	106,939,752.57
9	Sistema de recaudo	Estación	7	4,783,091.45	33,481,640.15	38,838,702.57
Subtotal Construcción de estaciones					783,024,661.38	908,308,607.20
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico.						
10	Construcción de cimentación para pilonas, a base de concreto estructural reforzado con acero.	Cimentación	73	3,520,914.46	257,026,755.58	298,151,036.47
Subtotal Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico					257,026,755.58	298,151,036.47
Sistema eléctrico.						
11	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación Retorno-Tensión (Estación No. 1).	Estación	1	4,110,365.80	4,110,365.80	4,768,024.33

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	P.U.	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
12	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 2).	Estación	1	5,220,994.93	5,220,994.93	6,056,354.12
13	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 3).	Estación	1	5,371,500.75	5,371,500.75	6,230,940.87
14	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación Doble Motriz con almacén (Estación No. 4).	Estación	1	9,532,727.13	9,532,727.13	11,057,963.47
15	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 5).	Estación	1	6,238,206.67	6,238,206.67	7,236,319.74
16	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación de Paso (Estación No. 6).	Estación	1	8,402,376.53	8,402,376.53	9,746,756.77
17	Sistema de fuerza (electricidad) para operación del sistema teleférico en alta y mediana tensión, incluye: transformadores y subestación eléctrica en Estación Retorno-Tensión (Estación No. 7).	Estación	1	5,745,170.36	5,745,170.36	6,664,397.62
18	Gestoría y tramites con CFE para realizar solicitud de presupuesto de obra, contrato de CFE y coordinación de visitas para 7 estaciones.	Lote	1	319,958.01	319,958.01	371,151.29
19	Dictamen y constancia de cumplimiento de proyecto de acuerdo con NOM-001-SEDE-2012, para realizar contrato con CFE. Incluye: visitas al sitio para 7 estaciones.	Lote	1	1,323,411.78	1,323,411.78	1,535,157.66
20	Suministro, instalación pruebas en fábrica y pruebas en sitio, flete y maniobras de descarga en sitio, refacciones básicas, capacitación y puesta en marcha, acometida en 23 KV a través de línea aérea, poste de concreto de alta resistencia de 12 m de altura, herrajes, crucetas y aisladores, cortacircuitos, fusibles y apartarrayos, transformadores de corriente tipo poste monofásico 10 KVA, 23,000V-220/127V para 73 pilonas.	Pilonas	73	595,298.26	43,456,772.98	50,409,856.66
Subtotal Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico					89,721,484.94	104,076,922.53
Obra inducida.						
21	Incluye la reposición de los siguientes servicios públicos por la localización de torres y estaciones: líneas de alta tensión de CFE, líneas de media tensión de CFE, fibra óptica, sistemas de alcantarillado, red de agua potable, alumbrado público y equipamiento urbano.	Lote	1	94,814,012.29	94,814,012.29	109,984,254.26
Subtotal Obra inducida					94,814,012.29	109,984,254.26
Proyecto ejecutivo y estudios						
22	Incluye: topografía, mecánica de suelos, estudios geofísicos, estudios hidrológicos, proyecto de perfil de línea, proyecto arquitectónico, proyecto estructural, proyectos mecánicos-eléctricos-hidrosanitarios, voz y datos, alumbrado, aire acondicionado, PCI, fuerza y obra inducida. MIA. Dictamen	Lote	1	68,739,040.91	68,739,040.91	79,737,287.46
Subtotal Proyecto ejecutivo					68,739,040.91	79,737,287.46
Sistema electromecánico.						
23	Fabricación del sistema electromecánico para teleférico con sistema de cabina desembragable.	Lote	1	1,491,389,761.74	1,491,389,761.74	1,730,012,123.62
24	Sistema de control	Lote	1	215,690,776.47	215,690,776.47	250,201,300.71
25	Cabinas	Lote	1	239,226,739.22	239,226,739.22	277,503,017.50
26	Logística, transporte de contenedores desde el puerto de Veracruz hasta el sitio.	Lote	1	183,513,861.37	183,513,861.37	212,876,079.19
27	Montaje e instalación del sistema electromecánico en estaciones y torres, incluye puesta en marcha.	Lote	1	458,759,428.43	458,759,428.43	532,160,936.98
Subtotal Sistema electromecánico					2,588,580,567.23	3,002,753,458.00

No.	Concepto de Obra	Unidad	Cantidad	P.U.	Monto sin IVA (\$)	Monto con IVA (\$)
Liberación de derecho de vía.						
28	Incluye tramites y adquisición de predios. a/	Lote	1	22,893,586.08	22,893,586.08	22,893,586.08
Subtotal Liberación de derecho de vía					22,893,586.08	22,893,586.08
Supervisión de obra.						
29	Incluye la coordinación y supervisión de todos los trabajos que se ejecutaran en la etapa de construcción, así como el aseguramiento de la calidad y tiempo de los trabajos conforme a normativa, proceso y proyecto ejecutivo autorizado.	Lote	1	145,742,713.99	145,742,713.99	169,061,548.23
Subtotal Supervisión de obra					145,742,713.99	169,061,548.23
Certificación de proyecto.						
30	Certificación del Proyecto.	Lote	1	18,956,311.28	18,956,311.28	21,989,321.08
Subtotal Certificación de proyecto					18,956,311.28	21,989,321.08
Transferencia de Tecnología y Capacitación.						
31	Transferencia de Tecnología y Capacitación.	Lote	1	243,478,858.99	243,478,858.99	282,435,476.43
Subtotal Transferencia de Tecnología y Capacitación					243,478,858.99	282,435,476.43
Monto de inversión total					4,312,977,992.67	4,999,391,497.74

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

La etapa de ejecución de estas obras será durante 4 años, que cubre de 2025 a 2028. A continuación, se presenta la inversión con IVA por año y por componente.

Tabla 4.8 Monto de inversión con IVA por año (pesos de 2025)

Componente	Año				Costo total
	2025	2026	2027	2028	
Construcción de estaciones	0.00	599,483,680.75	308,824,926.45	0.00	908,308,607.20
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico	29,815,103.65	178,890,621.88	89,445,310.94	0.00	298,151,036.47
Sistema eléctrico	0.00	83,261,538.02	20,815,384.51	0.00	104,076,922.53
Obra inducida	10,998,425.43	84,844,996.14	14,140,832.69	0.00	109,984,254.26
Proyecto ejecutivo y estudios	47,842,372.47	31,894,914.98	0.00	0.00	79,737,287.46
Sistema electromecánico	1,337,725,874.69	1,364,752,237.49	300,275,345.80	0.00	3,002,753,457.99
Liberación de derecho de vía	22,893,586.08	0.00	0.00	0.00	22,893,586.08
Supervisión de obra	50,724,637.68	82,317,330.12	28,815,664.34	7,203,916.09	169,061,548.23
Certificación de proyecto	0.00	8,795,728.43	13,193,592.65	0.00	21,989,321.08
Transferencia de Tecnología y Capacitación	0.00	0.00	211,826,607.32	70,608,869.11	282,435,476.43
Monto total de inversión	1,500,000,000.00	2,434,241,047.83	987,337,664.70	77,812,785.19	4,999,391,497.72

Fuente: Elaboración propia con datos de Secretaría de Obras y Servicios.

f) Financiamiento

En la siguiente tabla se presenta la distribución de los recursos por fuente de financiamiento por año incluyendo el Impuesto al Valor Agregado.

Tabla 4.9 Distribución de la inversión con IVA por fuente de financiamiento (pesos 2025)

Fuente	Año				Costo total
	2025	2026	2027	2028	
1. Recursos de Deuda	1,500,000,000	2,434,241,048	987,337,665	77,812,785	4,999,391,498
Total	1,500,000,000	2,434,241,048	987,337,665	77,812,785	4,999,391,498

Fuente: Secretaría de Administración y Finanzas.

g) Capacidad instalada

Una vez definida la demanda y el trazo de la propuesta del Cable Bus Milpa Alta Tláhuac con 7 estaciones, se procede a realizar la proyección de operación y servicio considerando los siguientes parámetros:

- Intervalo de paso de 1 minutos en la hora pico.
- Capacidad de 10 pasajeros por unidad.
- Velocidad de operación de 21.6 Km/hr.
- Horario de operación de 5:00 hrs a 22:00 (17 horas de servicio)

Tabla 4.10 Capacidad Instalada con Proyecto

Año	Usuarios sistema día	Usuarios Cablebús día	Servicios al día	Requerimiento de Cabinas	Capacidad de Transporte	Intervalo
2026	47,101	19,522	574	196	39,044	1min HPM - 4 min HV
2027	47,657	19,746	581	198	39,492	1min HPM - 4 min HV
2028	48,204	19,966	587	200	39,932	1min HPM - 4 min HV
2029	48,741	20,182	594	202	40,364	1min HPM - 4 min HV
2030	49,269	20,395	600	204	40,790	1min HPM - 4 min HV
2031	49,787	20,604	606	206	41,208	1min HPM - 4 min HV
2032	50,296	20,809	612	208	41,618	1min HPM - 4 min HV
2033	50,796	21,010	618	210	42,020	1min HPM - 4 min HV
2034	51,287	21,208	624	212	42,416	1min HPM - 4 min HV
2035	51,769	21,402	629	214	42,804	1min HPM - 4 min HV
2036	52,242	21,592	635	216	43,184	1min HPM - 4 min HV
2037	52,706	21,779	641	218	43,558	1min HPM - 4 min HV
2038	53,161	21,962	646	220	43,924	1min HPM - 4 min HV
2039	53,607	22,142	651	221	44,284	1min HPM - 4 min HV
2040	54,044	22,318	656	223	44,636	1min HPM - 4 min HV
2041	54,473	22,490	661	225	44,980	1min HPM - 4 min HV
2042	54,893	22,659	666	227	45,318	1min HPM - 4 min HV
2043	55,304	22,824	671	228	45,648	1min HPM - 4 min HV
2044	55,707	22,986	676	230	45,972	1min HPM - 4 min HV
2045	56,101	23,144	681	231	46,288	1min HPM - 4 min HV
2046	56,487	23,299	685	233	46,598	1min HPM - 4 min HV
2047	56,864	23,450	690	235	46,900	1min HPM - 4 min HV
2048	57,233	23,598	694	236	47,196	1min HPM - 4 min HV
2049	57,593	23,742	698	237	47,484	1min HPM - 4 min HV
2050	57,945	23,883	702	239	47,766	1min HPM - 4 min HV
2051	58,288	24,021	707	240	48,042	1min HPM - 4 min HV
2052	58,623	24,155	710	242	48,310	1min HPM - 4 min HV
2053	58,950	24,286	714	243	48,572	1min HPM - 4 min HV
2054	59,268	24,413	718	244	48,826	1min HPM - 4 min HV
2055	59,578	24,537	722	245	49,074	1min HPM - 4 min HV
2056	59,880	24,658	725	247	49,316	1min HPM - 4 min HV
2057	60,174	24,760	728	248	49,520	1min HPM - 4 min HV
2058	60,422	24,862	731	249	49,724	1min HPM - 4 min HV

Fuente: Viality (2025). Estudio de Oferta y Demanda.

7 X

h) Metas anuales y totales de producción

En la siguiente tabla se presentan las metas de pasajeros transportados por año, a partir de la puesta en operación del proyecto. La demanda del año base fue estimada en 19,294 viajes, lo que representa que en 2028 serían 19,285 viajes. El factor de expansión anual considerado es de 323 por cada día modelado.

Tabla 4.11 Demanda proyectada anual por periodo

HMD	Demanda al día	Demanda al año
2028	19,985	6,455,279
2029	20,208	6,527,148
2030	20,426	6,597,756
2031	20,641	6,667,115
2032	20,852	6,735,236
2033	21,059	6,802,127
2034	21,263	6,867,800
2035	21,462	6,932,261
2036	21,658	6,995,519
2037	21,850	7,057,580
2038	22,039	7,118,452
2039	22,223	7,178,140
2040	22,404	7,236,651
2041	22,582	7,293,989
2042	22,756	7,350,161
2043	22,926	7,405,172
2044	23,093	7,459,025
2045	23,256	7,511,728
2046	23,416	7,563,283
2047	23,572	7,613,696
2048	23,724	7,662,971
2049	23,873	7,711,114
2050	24,019	7,758,127
2051	24,161	7,804,017
2052	24,300	7,848,787
2053	24,435	7,892,443
2054	24,567	7,934,988
2055	24,695	7,976,428
2056	24,820	8,016,767
2057	24,941	8,056,010

Fuente: Elaboración propia, con información de Viality.

i) Vida útil

El horizonte de evaluación del proyecto es de 33 años, y considera 4 años para el periodo de construcción (2025-2028) (el tercer año se realiza la certificación, por lo tanto, ese mismo año inicia operaciones) y 30⁷ años de operación (2028-2057). Sin embargo, la vida útil del proyecto puede prolongarse en función de la aplicación de las medidas de conservación adecuadas.

Certificación. Es el proceso mediante el cual una empresa se encarga de dar visto bueno a la seguridad y operación de las líneas de Cablebús y se pueda iniciar la operación del sistema.

Se revisan y se da visto bueno a los siguientes elementos: seguridad de operación de los sistemas de señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión, subestación eléctrica de alta tensión, subestaciones de rectificación, distribución, tracción y catenaria, telefonía de trenes y vías.

La revisión, dictaminación y certificación se realizarán sobre la obra electromecánica, no incluye obra civil.

Tabla 4.12 Vida útil de la obra.

Concepto	Vida útil
Vida útil	30 años

Fuente: elaboración propia.

⁷ Con base a los establecido en la Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Transporte Masivo Urbano.

j) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del proyecto de inversión

Factibilidad técnica

El Sistema de Transporte Público Cablebús Línea 6 de la Ciudad de México proyectado en las Alcaldías La Milpa – Alta y Tláhuac es un Sistema Teleférico con vehículos dotados de pinzas desembragables, conformado por 7 estaciones que inician en la estación Milpa Alta y concluye en la estación Tláhuac, y contará con una longitud de 12.30 km. El proyecto el conjunto de cables, telecabinas, sistema de apoyos, anclajes, sistema motriz y eléctrico que requiere el Sistema de Transporte Público Cablebús, siendo este un sistema elevado de elementos estructurales, mecánicos y eléctricos que integran el Sistema del Teleférico.

Proceso Constructivo

Como parte de los estudios técnicos, se desarrolló el proyecto línea base, con objeto de definir las características físicas, geométricas y operativas que requiere el sistema de transporte para su implementación. Dicho desarrollo se obtuvo con base en los trabajos de campo y los respectivos anteproyectos que definieron los componentes del Teleférico urbano. A continuación, se describen las fases operativas:

La verificación topográfica que consistió en la medición del terreno y la representación gráfica de la misma. La composición y estructura del terreno fueron revisados durante la inspección geotécnica y geológica. Este tipo de controles fueron imprescindibles para la correcta planificación del Teleférico.

Con el fin de reducir el impacto social sobre la población se tuvo previsto la realización de un levantamiento topográfico aerofotogramétrico, el cual permitió conocer al detalle la orografía y distribución de construcción a lo largo del trazo propuesto.

A partir de este levantamiento se emplazó físicamente un origen geo-referenciado con su azimut. Estos conformaron los puntos de referencia para la implantación y posterior seguimiento del conjunto de la obra durante la fase de ejecución. Del mismo modo, se emplazaron otros puntos de referencia a lo largo del trazado con el fin de simplificar las operaciones de seguimiento topográfico.

Durante la ejecución, está previsto que se realicen controles topográficos que, a medida que se acaben de posicionar las plantillas, los anclajes para estaciones y los dados para las torres de la Línea, realicen un control topográfico sobre estos elementos.

Trabajos de Obra Civil para las Estaciones y la Línea

Se prevé utilizar al menos cinco equipos para las obras civiles de la Línea y tres para las obras civiles de las estaciones. Hay equipos que se encargarán de la obra civil y estructural hasta el nivel de los andenes y otros equipos que posteriormente ejecutarán trabajos para hacer la cubierta, las casetas de mando y los acabados.

Cimentación Profunda (Pilas y/o Pilotes)

Como parte de la ejecución, donde sea necesario, se instalarán pilas y/o pilotes en concreto armado, de diámetro y número según cálculos estructurales, de soporte para las cimentaciones de las torres y edificios. Únicamente se realizarán este tipo de trabajos si el proyecto lo requiere, apoyados en todo momento por el estudio de mecánica de suelos, tomando en cuenta lo siguiente:

- Suministro e instalación de pilotes, incluyendo todas las pruebas de carga estática y todos los cálculos de los dados y de los cimientos, de acuerdo con las normas vigentes en México.
- Toda la documentación requerida, inspecciones y pruebas de aceptación in situ.

- Se incluyen además las obras de construcción, así como de perforación vertical y/o en ángulo (a través de la perforación rotativa o giratoria de percusión), la inyección de mortero de cemento de por lo menos dos veces el volumen de perforación teórica, en los casos que así lo requiera el diseño.
- Puesta a punto, reubicación y posterior limpieza del sitio de la construcción, etc., así como todos los equipos de construcción requerida.

Concreto para Estructuras Elevadas

- Suministro y vertido de concreto en estructuras elevadas, vertido con ayuda de cubeta o bomba y posterior vibrado, nivelación y curado, incluida la colocación de canalizaciones para cables.
- Cimbrado y colocación de pernos de anclaje, dispersores y pletinas de puesta a tierra. Pulido final.

Concreto para Macizos de las Torres

- Suministro y vertido de concreto para macizos/pilares/zapatas, vertido con ayuda de bomba y posterior vibrado.
- Nivelación, curado, incluida excavación de sección limitada, cimbrado y posterior relleno.
- Colocación de canalización para cables, pernos de anclaje, dispersores y pletinas de puesta a tierra.
- Pulido final y acabado del área de intervención, limpieza de la zona de trabajo.

Concreto para Edificios

- Suministro y vertido de concreto para obras en elevación, vertido con ayuda de cubeta o bomba y posterior vibrado, nivelación y curado, incluida la colocación de canalización para cables.
- Cimbrado y colocación de pernos de anclaje, dispersores y pletinas de puesta a tierra.
- Acero de refuerzo.
- Suministro y colocación de acero de refuerzo, como previsto en los planos de ejecución, incluidas mermas, traslapes, soportes, separadores y amarres.

Procedimiento de Montaje

Todos los elementos que conforman la instalación se montarán según un método de construcción modular. Para facilitar y acelerar el montaje en el lugar, son preensamblados en la planta de producción. Para la parte de montaje, se utilizarán diferentes máquinas e instalaciones (se prevén grúas de aprox. 50 toneladas mínimo + varias máquinas / camiones / elevadores / etc.).

Organización y Ejecución de los Trabajos de Montaje

A medida que se vayan ejecutando las obras civiles estructurales de las estaciones y de la línea, empezarán su labor los equipos de montaje, los cuales se integrarán de varias cuadrillas que trabajarán en paralelo, en las estaciones y en la línea, las cuales irán montando, una tras otra, todas las estaciones y todos los soportes de línea.

Para el montaje de las torres de línea cuyos elementos habrán sido preensamblados anteriormente en el área de depósito, se estima un tiempo aproximado de instalación de 1 a 2 días por torre. Esta operación se realizará mediante grúas.

En la gran mayoría de la ejecución del proyecto, en el caso del montaje de las estaciones generalmente no se prevé problema de espacio ni de bloqueo del tráfico. Sin embargo, en el caso de las torres, principalmente las que están situadas cerca de calles o carreteras, es posible que los medios necesarios para el montaje (grúas

y camiones) afecten a la circulación vehicular o peatones. Para evitar esta situación, cuando sea necesario, se plantearía su montaje en horario nocturno.

La construcción de estas estaciones comprende el montaje de los siguientes conjuntos:

- Estructura civil y metálica.
- Vías, pasarelas y plataformas.
- Grupo motriz, desviación, retorno y sistemas de tensión del cable.
- Componentes mecánicos, hidráulicos y neumáticos auxiliares.
- Sistemas electromecánicos de control y automatización (SCADA).
- Instalaciones eléctricas MT/BT, puesta a tierra y pararrayos.
- Climatización, ventilación y protección contra incendio.
- CCTV, control de acceso, información al pasajero y accesibilidad universal.
- Cubierta, cerramientos y acabados arquitectónicos.

La construcción de la línea comprende el montaje de los conjuntos siguientes:

- Cimentación y anclajes.
- Fuste tubular.
- Cabezales (corona/ménsulas).
- Balancines y rodillos.
- Pasarelas y escaleras de servicio.
- Puesta a tierra y pararrayos.
- Instalación eléctrica.
- Protección anticorrosiva y señalización

Continuando con el montaje de las partes estructurales de las estaciones y de la línea, posteriormente llegará el momento para el tendido y posterior empalme del cable portador-tractor. Esta maniobra es de las etapas más importantes y delicadas de todo el montaje, pero también representa una de las más complicadas en el montaje de un teleférico, de hecho, hay pocas empresas especializadas que realicen este tipo de procesos.

Las operaciones para proceder al tendido y empalme del cable se pueden dividir en las siguientes fases:

Se procederá al tendido de 6 cables, de la siguiente manera: 6 cables pilotos, uno para cada ramal del Teleférico más el cable de la línea de seguridad. El tendido se realizará de forma manual, mediante tecnología DRON o mediante helicóptero.

Esta fase es una de las más delicadas en cuanto a seguridad ya que no es posible colocar antidescarrilos en las torres en ese momento. Para no interferir con las distintas obras involucradas, esta operación, se desarrollará en horario nocturno o buscando la franja horaria que genere menos interferencias. Durante el tendido de este cable, principalmente se considera que el resto de las obras de la instalación, se verán afectadas, por consiguiente, cerradas.

Posteriormente, se procederá a la colocación de la bobina del cable portador-tractor, cabrestante, materiales auxiliares, para el posterior tendido del cable en un punto estratégico de la línea.

- Preparación en la parte alta de las torres
- Trenzado cable portador – tractor con cable piloto

Seguidamente, se continúa con los preparativos para la puesta en tensión del cable portador-tractor.

En este momento ya se puede proceder al empalme del cable. La longitud necesaria de suelo ocupado será de unos 100 m. Esta área será inaccesible para las obras colindantes ya que todos los trabajos se realizarán en el suelo. Se balizará correctamente la zona.

El empalme se realiza manualmente con ayuda de herramientas específicas. Se trata de desenrollar el cable (que ha sido confeccionado con máquinas de precisión), extraer una longitud determinada de cordón en cada ramal a empalmar e insertar la misma longitud de cordones correspondientes del otro ramal de cable, para reconstituir un cable del mismo diámetro y resistencia que el original. El empalme se realizará acorde a la EN-12927.

Finalmente, una vez acabado el empalme del cable se procede a encarrilar el cable para llevarlo a su posición final y se le aplica la tensión nominal al mismo.

Una vez instalado el cable portador de la línea de seguridad, se tendrá que instalar los cables eléctricos de conexiones entre las estaciones y las torres de línea; todo este trabajo es aéreo, es decir, que se realiza sin que los cables eléctricos se apoyen en el terreno.

El montaje del almacén se desarrolla paralelamente al del conjunto de la instalación. Una vez acabado el montaje de este, se procederá al montaje de los vehículos que quedarán almacenados en el interior del almacén a la espera de ser integrados en la Línea y por tanto no ocupar espacio colindante.

El montaje de los vehículos es de las últimas operaciones y consiste en ensamblar los vehículos en la pinza para poder colgarlos en el almacén.

Leyes, Reglamentos y Normas técnicas

Obras inducidas

Las obras de construcción contempladas en el proyecto cumplirán con lo dispuesto en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas y su Reglamento, así como el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y las normas técnicas complementarias que de ellos emanen como son:

- Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones.
- Diseño y Construcción de Cimentaciones.
- Diseño por Sismo.
- Diseño por Viento.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Acero.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Madera.
- Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.
- Criterios y acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.
- Normas europeas de obra civil para transportes por cable EN13107.

Cimentación

Las obras de cimentación, como parte de la construcción contemplada en este tipo de actividades, cumplirá con las normas oficiales como son:

- Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones y se regirán también por lo enunciado en el numeral 4.1.

- Para el diseño de cimentaciones se deberá tener en cuenta las recomendaciones del estudio de suelos con fines de cimentación.

Estructuras

Las estructuras que se ejecuten dentro del proyecto cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y las normas técnicas complementarias como lo señala el apartado de Obras Inducidas del presente documento.

Para el caso del componente no estructural se debe considerar principalmente la reducción de la vulnerabilidad, lo que implica fundamentalmente el llevar a cabo una labor de trabajo coordinado y compatible entre los profesionales de las especialidades comprometidas con objeto de que este componente presente baja vulnerabilidad ante las amenazas identificadas, especialmente ante la ocurrencia de sismos leves y moderados, y reduzca su vulnerabilidad ante sismos severos, de manera que la edificación pueda mantener su capacidad operativa o restituirla en corto tiempo en caso de un evento de gran magnitud.

Para las líneas de servicio se coordinará con los diseñadores de las instalaciones de los sistemas eléctricos, mecánicos, de agua y desagüe, entre otros, considerando de ser el caso, el diseño de depósitos, cisternas, bombas, redes y equipos que fuesen necesarios para asegurar el buen abastecimiento y suministro de servicios en las áreas críticas, de las estaciones ubicadas en las partes más altas del Sistema Teleférico. Para el caso del componente arquitectónico, se verificará lo versado en el anteproyecto del Estudio de Factibilidad de reforzamiento o aislamiento de los elementos no estructurales, procediendo luego a su desarrollo correspondiente, incluyendo los detalles constructivos para su realización.

Las deflexiones serán tales que no afecten las condiciones de servicio de la estructura y no deberán exceder los valores establecidos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. Para el caso de las partidas o actividades de concreto a considerar en el diseño, la calidad del concreto estructural no debe ser nunca menor a $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$.

El diseño de los detalles de los elementos no estructurales deberá cumplir con lo especificado en el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.

Instalaciones Eléctricas

En el caso de las Instalaciones Eléctricas que se lleven a cabo en el proyecto, se cumplirá con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y las normas técnicas complementarias como lo señala el apartado de Obras Inducidas del presente documento.

Las instalaciones eléctricas son el conjunto de cálculos, planos, especificaciones, memorias descriptivas y de cálculo, y cuantificación de los diversos elementos que intervienen en los circuitos de distribución de energía en una edificación, necesarios para satisfacer los requerimientos del proyecto.

En ninguna circunstancia serán aceptados materiales de segunda, usados o defectuosos, de forma que se cumplirá con las normas oficiales vigentes como son:

- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- Normas de Construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México.
- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y las normas técnicas complementarias.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.
- ISO 9001 sistemas de gestión de calidad. Proyecto ejecutivo.

- ISO 14000 medio ambiental ejecución de los trabajos de obra civil.
- ISO 18000 Seguridad e higiene. Todas las empresas que están en el sitio de los trabajos y la supervisión.

Leyes, Reglamentos y Normas Técnicas Complementarias a Considerar

Adicional a toda normativa citada en párrafos anteriores (Ley, Norma o Reglamento), se enlistan y agregan algunas que deberán ser consideradas en todo momento de la ejecución del proyecto:

- Ley de Aguas Nacionales.
- Ley de Aguas de la localidad y sus Normas Técnicas Complementarias respectivas o supletoriamente,
- Ley Ambiental de la localidad y sus Normas Técnicas Complementarias.
- Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
- Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.
- Ley de Aguas del Distrito Federal (Gaceta del 27 de mayo de 2003).
- Ley de Obras Públicas y servicios relacionados con las mismas.
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) y su reglamento.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley General de Salud.
- Leyes Estatales, Reglamentos Estatales y Municipios Aplicables.
- Ley Ambiental del Distrito Federal y su reglamento de acuerdo con la legislación de la localidad.
- Ley de Desarrollo Urbano y Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y demás ordenamientos vigentes para la Ciudad de México.
- Norma de Ordenación Número 4- en Áreas de Actuación dentro del Programa
- Normas de construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México Libro 4 Tomo 1, calidad de los materiales para obra civil. (Materiales Básicos).
- Normas de construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México, Libro 4 Tomo 11 (Calidad de los Materiales para Obra Civil. Materiales Compuestos).
- Normas de construcción de la Administración Pública de la Ciudad de México, Libro 4 Tomo 111, (Calidad de los Materiales para Obra Civil. Materiales Compuestos).
- NOM-001-CONAGUA-2011. - Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario, especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-002-CONAGUA-1995. - Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y método de prueba.
- NOM-005-CONAGUA-1996. - Fluxómetros, especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-007-ENER-2004. - Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-003-SEGOB-2011. -Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.
- NOM-052-SEMARNAT-2005. - Establece las características; el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. - Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica - fuentes fijas – que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.
- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. - Protección ambiental, residuos peligrosos biológico-infecciosos, clasificación y especificaciones de manejo.

- NOM-012-SSA1-1993. - Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo públicos y privados.
- NOM-002-STPS-201 O. Condiciones de Seguridad - Prevención y Protección contra Incendios en los Centros de Trabajo.
- NOM-1 OO-STPS-1994. - Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida, especificaciones.
- NOM-101-STPS-1994. - Seguridad extintores a base de espuma química.
- NOM-102-STPS-1994. - Seguridad extintores contra incendio a base de bióxido de carbono, parte 1: recipientes.
- NMX-C-294-0NNCCE-1980. - Determinación de las características del quemado superficial de los materiales de construcción.
- NMX-C-403-0NNCCE-1999. - Industria de la construcción, concreto hidráulico para uso estructural.
- NMX-C-404-2005.-Industria de la construcción: bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural, especificaciones y métodos de pruebas.
- NMX~G-423-0NNCGE-2003. - Industria de la construcción: pinturas látex (antes pinturas vinílicas), especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-ES-001-NORMEX-2005. - Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C.
- NMX-J-098-ANCE-1999. - Sistemas eléctricos de potencia, suministro, tensiones eléctricas normalizadas.
- NMX-J-116-ANCE-2005. - Productos eléctricos: transformadores de distribución tipo poste y tipo de subestación, especificaciones.
- NMX-J-118/1 -ANCE-2000. - Productos eléctricos: tableros de alumbrado y distribución en baja tensión, especificaciones y métodos de prueba. ·
- NMX-J-118/2-ANCE-2007. - Productos eléctricos: tableros de distribución de fuerza en baja tensión, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-142/1-ANCE-2011. - Conductores: cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o. a base de etilenopropileno para tensiones de 5 kV a 35 kV, especificaciones y métodos de prueba. ·
- NMX-J-142/2-ANCE-2011. - Conductores: cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etilenopropileno para tensiones de 69 kV hasta 115 kV, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-266-ANCE-1999. Productos eléctricos: interruptores automáticos en caja moldeada, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-j-323-ANCE-2005. Cuchillas seccionadoras de operación con carga para media tensión, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-351-ANCE-2008. Transformadores de distribución y potencia tipo.
- NMX-J-353-ANCE-2008. Centro de control de motores, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-511-ANCE-2011. Soporte para conductores eléctricos, sistemas de soportes metálicos tipo charola, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-535-ANCE-2008. Tubos rígidos de acero tipo semipesados y sus accesorios para la protección de conductores, especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-549-ANGE-2005. Sistema de protección contra tormentas eléctricas, especificación de materiales y métodos de medición.
- NMX-J-248-NYCE-2008. Telecomunicaciones, estructurado genérico, cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales, edificaciones y métodos de prueba.
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas
- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal
- Manual de Diseño de Obras Civiles· de la Comisión Federal de Electricidad.

- NADF-001-RNAT-2013. Protección ambiental para las especies de arbolado, áreas verdes y frentes vegetales.
- NADF-001-RNAT-2013. Manejo de materiales derivados de la demolición y retiro sin recuperación, acarreo por medio de camiones certificados a tiros autorizados por el Gobierno de la Ciudad de México.
- NADF-008-AMB-2005. - Especificaciones técnicas para aprovechamiento de energía solar para calentamiento.
- Normas Oficiales Mexicanas vigentes y aplicables emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- NRF-Q22-PEMEX-2008. - Normas de Referencia para Redes de Cableado Estructurado.
- Normas Técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectónico del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
- Reglamento de la Ley de Protección Civil de la localidad.
- Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad de la Ciudad de México.

Conclusiones de la factibilidad técnica

El Proyecto se considera factible desde el punto de vista técnico.

En la actualidad, el Proyecto será parte del contrato de Proyecto integral que se formalice, sin embargo, como toda obra pública, se ejecuta bajo el entendido que conforme avanza la ejecución de la obra, está se encuentra sujeta a ciertas modificaciones o adecuaciones para atender los imprevistos que el mismo Proyecto demanda, respetando en todo momento las características particulares del sitio.

Factibilidad Legal

El objetivo del estudio jurídico es valorar la factibilidad legal del proyecto, conforme con los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público”, y determinar si éste cumple con las disposiciones jurídicas aplicables en el ámbito federal, estatal y local que le corresponde. Para ello se contemplan las leyes, reglamentos y cualquier norma vigente que sirvan de base para poder desarrollar el proyecto.

El diagnóstico jurídico realizado permitió conocer la legislación que regula el servicio de transporte público de pasajeros en la CDMX y determinar si es suficiente para la implementación de un sistema de transporte tipo teleférico en la Zona Sureste de la Ciudad de México (alcaldías Milpa Alta - Tláhuac) y, en caso de no serlo, proponer las adecuaciones a la legislación y a la organización institucional actuales, de manera que se instrumente el proyecto en un marco de seguridad y transparencia jurídica.

En cuanto a las disposiciones legales federales, estatales y municipales que resulten necesarias para la ejecución del Proyecto, de manera enunciativa mas no limitativa se encuentran las siguientes, quedando reservada la posibilidad de contemplar cualquier otra que en su momento sea requerida y/o aplicable para dar cumplimiento al objeto, alcances y características del Proyecto:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- Ley de Asociaciones Público-Privadas.
- Reglamento de la Ley de Asociaciones Público-Privadas.
- Ley de Expropiación.

- Ley de Vías Generales de Comunicación.
- Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.
- Ley Federal de Competencia Económica.
- Reglamento de la Ley Federal de Competencia Económica.
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.
- Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- Ley General de Protección Civil.
- Estatuto de Gobierno del Distrito Federal.
- Ley Orgánica del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México.
- Ley Orgánica de las Alcaldías de la Ciudad de México.
- Ley de Planeación del Desarrollo del Distrito Federal.
- Ley de Presupuesto y gasto eficiente del Distrito Federal.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- Ley de Adquisiciones del Distrito Federal.
- Reglamento de la Ley de Adquisiciones del Distrito Federal.
- Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, la Ley del Régimen Patrimonial y del Servicio Público.
- Reglamento Interior del Poder Ejecutivo y de la Administración Pública de la Ciudad de México.
- Ley General de Deuda Pública.
- Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
- Ley de la Movilidad de la Ciudad de México y los Programas.

Los elementos más importantes que se desprenden de dicho análisis son que el proyecto se alinea con el Plan de Gobierno de la CDMX que acoge políticas claras de fomento para el desarrollo de la infraestructura de transporte público de personas, la ley de Movilidad y la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (ahora Ciudad de México).

Al respecto del derecho de vía, se identificó lo siguiente:

Estación no. 1 – Villa Milpa Alta

Datos generales

Ubicación: Localizada cerca de la Alcaldía Milpa Alta y del Santuario de la Asunción de María de Milpa Alta.

Área aproximadamente: m² Conexión: Rutas de la zona.
Estación no. 2 – San Francisco Tecoxpa Datos generales Ubicación: Al lado del Deportivo Tecoxpa Área aproximadamente: m² Conexión: Rutas de la zona.
Estación no. 3 – San Antonio Tecomitl Datos generales Ubicación: Al lado del Faro Tecomitl Área aproximadamente: m² Conexión: Rutas de la zona.
Estación no. 4 – San Juan Ixtayopan Datos generales Ubicación: Plaza de la Igualdad y a un lado de la Alberca San Juan Fortaleza Área aproximadamente: m² Conexión: Rutas de La zona
Estación no. 5 – Santiago Tulyehualco Datos generales Ubicación: Próximo al Centro Nacional Modelo de Atención, Integración y Capacitación Área aproximadamente: m² Conexión: Rutas de la zona.
Estación no. 6 – Juan Palomo Datos generales Ubicación: Parque Juan Palomo Martínez. Área aproximadamente: m² Conexión: Rutas de la zona.
Estación no. 7 – Metro Tláhuac Datos Generales Ubicación: Próximo CETRAM del Metro Tláhuac. Área aproximadamente: m² Conexión: Estación Tláhuac de la Línea 12 del STC METRO y CETRAM Tláhuac.

Para liberación del derecho de vía en los predios y espacios que son considerados como predios públicos, se realizaran los trámites ante la Dirección General de Patrimonio Inmobiliario de la Secretaría de Administración y Finanzas, para que se le asigne a la Secretaría de Obras los predios y espacios que se encuentran en espacios propiedad de la Ciudad de México.

Para los predios privados se realizan los Contrato de Compraventa para la adquisición de predios privados, cabe señalar que el trámite de compra lo realiza la Dirección General de Patrimonio Inmobiliario y la Secretaría de Obras le dota de información a esa Dirección. En caso de una negativa, la Ciudad de México cuenta con la opción de realizar la expropiación de los predios para garantizar la ejecución del proyecto, esta situación no se ha presentado hasta el momento.

Proceso de contratación

La estructura de contratación considerada para la ejecución de la obra contempla el Proyecto Integral a Precio Alzado, de acuerdo con la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, en su artículo 45, numeral II, seña lo siguiente:

Artículo 44.- Las dependencias y entidades deberán incorporar en las convocatorias a las licitaciones, las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de los trabajos, ajustándose a las condiciones de pago señaladas en este artículo.

Las condiciones de pago en los contratos podrán pactarse conforme a lo siguiente:

II. A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en el plazo establecido.

Conclusiones de la factibilidad legal

En conclusión, se considera que el proyecto es 100% factible desde el punto de vista Legal.

Factibilidad ambiental

Se reconoce que la mayoría de los impactos negativos estarán restringidos a las etapas de Preparación del sitio y Construcción. En ellas habrá una potencial afectación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera, debido al uso de maquinaria pesada y equipo, especialmente durante las actividades de movimientos de tierras, la nivelación y compactación del terreno, la demolición de pavimentos y obra civil, así como las excavaciones y perforaciones para las pilas de cimentación, el empleo de grúas para la instalación de torres y cables, además de la circulación de los camiones que serán empleados para el transporte de materiales. Además de la afectación a la calidad del aire, estas actividades ocasionarán también una modificación al confort sonoro, como resultado del ruido y de las vibraciones provenientes de la operación de la maquinaria. Adicionalmente, existe potencial afectación de la calidad del suelo por una inadecuada disposición de residuos diversos, y la afectación de la riqueza de fauna silvestre por ahuyentamiento.

También se prevé una afectación temporal al flujo vehicular, como resultado de los operativos viales en los frentes de obra, el transporte de materiales y por las maniobras que habrán de ejecutarse; y la modificación de las cualidades paisajísticas durante la etapa de preparación del sitio y construcción, tanto por el retiro del arbolado urbano y de áreas verdes, como por la presencia de oficinas de obra e instalaciones temporales, así como por el montaje de las torres, estaciones, equipos electromecánicos, cableado e incluso por la presencia de las cabinas para pasajeros.

Aun cuando el área afectada será mínima en comparación con la superficie que mantiene, se aplicarán las medidas de mitigación generales para los impactos ambientales poco significativo y regulados por la legislación (que han sido escritas previamente en este Capítulo), así como una serie de medidas para potenciar los impactos benéficos sobre la movilidad urbana y la calidad de vida de los vecinos y usuarios del Cablebús, o bien, para compensar la afectación al arbolado urbano y superficies de áreas verdes, así como a la imagen urbana y a la calidad del paisaje en las inmediaciones del proyecto.

Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada, mitigables, compensables y moderados o despreciables. De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas al proyecto provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos determinantes para su buen funcionamiento, en virtud de que todas las actividades de obra necesarias para la construcción y posterior operación del Cablebús, quedarán comprendidas dentro del área metropolitana de la Ciudad de México, la cual se encuentra ya severamente transformada por su propia vocación urbana. Asimismo, el proyecto no conllevará riesgos a la salud humana, pues su ejecución se apega a lo dispuesto por la normatividad ambiental aplicable.

Por otro lado, los impactos positivos permanecerán durante la vida útil del proyecto y son sinérgicos, pues favorecerán el entorno socioeconómico local y regional.

Conclusiones de la factibilidad ambiental

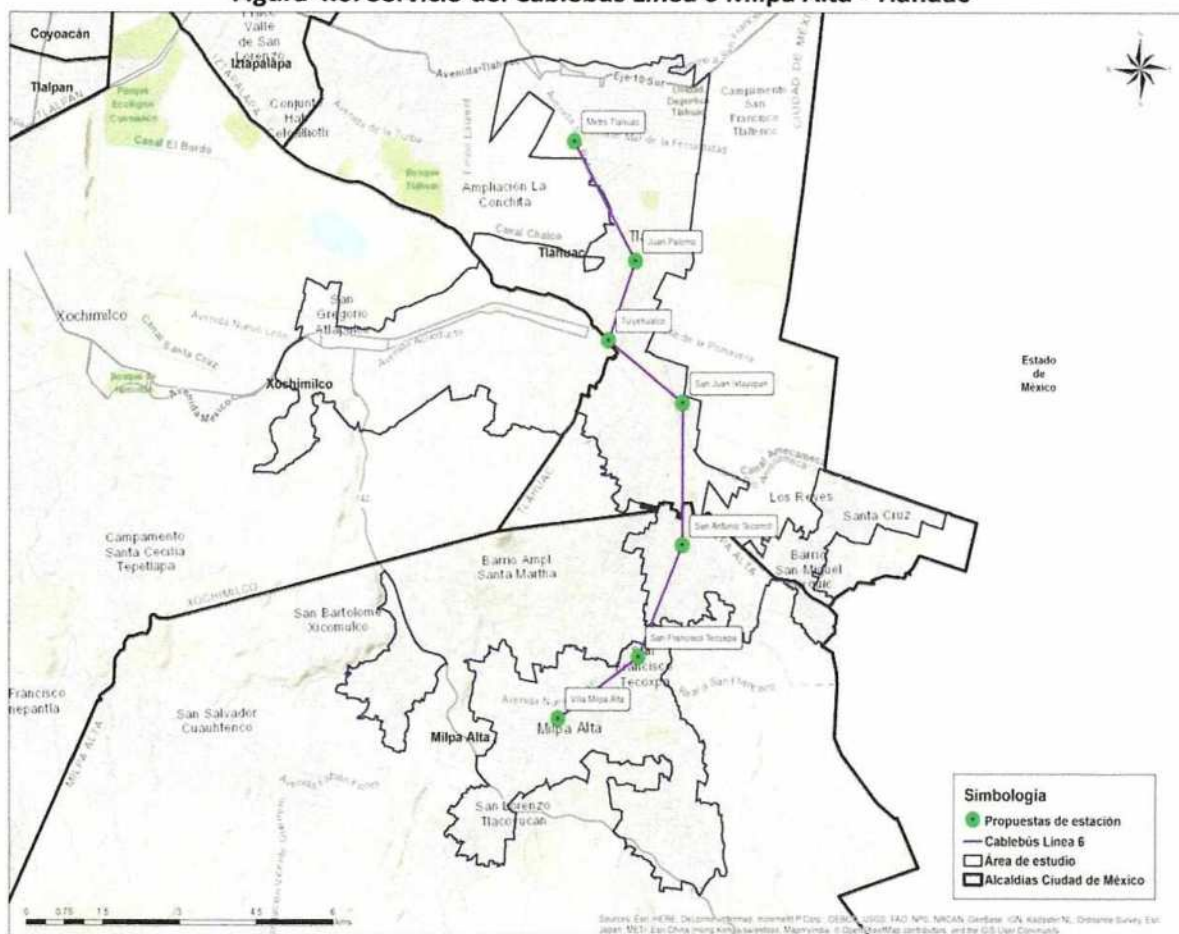
En conclusión, de acuerdo con las características del proyecto y las experiencias previas en proyectos similares se considera que la construcción es factible desde el punto de vista ambiental. Adicional, el proyecto contribuye a reducir las emisiones al disminuir los vehículos que transitan sobre las vialidades derivado del cambio modal de los usuarios que utilizarán el teleférico.

k) Análisis de la Oferta

La oferta tiene el servicio del Cablebús como una alternativa de transporte eficiente en la Zona Sureste de la CDMX. Además, en este escenario se considera también la presencia de las rutas convencionales, asimismo existirán rutas alimentadoras a las estaciones del Cablebús. Con base en el modelo de demanda, la oferta de las rutas convencionales en términos de unidades disminuiría considerablemente por el cambio modal, con lo que se liberan recursos. A continuación, se explican algunos de los elementos principales de la oferta con proyecto.

La propuesta del teleférico urbano (Cablebús) considera su inicio en la estación terminal Villa Milpa Alta y finalizando en la estación terminal Metro Tláhuac, el nuevo servicio de la ruta tendrá una longitud de 12.31 kilómetros, en ambos sentidos, una velocidad estimada de 21.6 Km/hr y un total de 7 Estaciones, 5 intermedias y 2 terminales. Se estima que el recorrido completo podrá realizarse en 38.46 minutos. La siguiente figura muestra el nuevo servicio en la oferta.

Figura 4.6. Servicio del Cablebús Línea 6 Milpa Alta - Tláhuac



Fuente: Elaboración propia, con trazo proporcionado por Secretaría de Obras y Servicios.

Las estaciones para considerar en el Cablebús Milpa Alta – Tláhuac se enlistan en la siguiente tabla, en la que se muestra la distancia en kilómetros entre cada una de ellas y la longitud total del servicio.

Tabla 4.13 Distancia entre estaciones de la propuesta de servicio

De Estación	A Estación	Distancia entre estaciones (Km)	Longitud Milpa Alta-Tláhuac (Km)
Villa Milpa Alta	San Francisco Tecoxpa	2.30	12.31
San Francisco Tecoxpa	San Antonio Tecomitl	2.15	
San Antonio Tecomitl	San Juan Ixtayopan	2.49	
San Juan Ixtayopan	Santiago Tulyehualco	1.45	
Santiago Tulyehualco	Juan Palomo	1.48	
Juan Palomo	Metro Tláhuac	2.45	

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Oferta - Demanda

Como parte de la propuesta del proyecto, se propone una reestructuración de las rutas existentes, de tal manera que las personas puedan llegar a las estaciones de Cablebús y con ello llegar a su destino. En la oferta del mercado de transporte público con oferta, se mantendrían 10 rutas, las cuales serían autobuses cortos o VAN. Las características principales de estas rutas se presentan en la próxima tabla.

Tabla 4.14 Oferta de Transporte Público en la Situación Con Proyecto en 2025

No.	ID_Ruta_Modelo	Longitud (Km)	Velocidad (km/h)	Tipo de Vehículo	Capacidad por Vehículo	Unidades	Intervalo (minutos)
1	Ruta_20	19.9	15.1	Autobús corto	36	14	6
2	Ruta_21_3	6.17	8.9	Autobús corto	36	3	12
3	Ruta_30_2	17.40	14.9	Autobús corto	36	7	9
4	Ruta_44_1	14.21	14.2	Autobús corto	36	6	10
5	Ruta_44_2	32.93	16.1	Autobús corto	36	18	7
6	Ruta_44_3	31.48	14.8	Autobús corto	36	18	7
7	Ruta_50_2	16.20	15.9	Autobús corto	36	2	31
8	Ruta_50_3	33.00	16.5	Van	17	7	18
9	Ruta_50_4	40.00	14.3	Van	17	7	25
10	Ruta_51_1	49.42	12.0	Van	17	4	57

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda. Datos operativos.

I) Análisis de la Demanda

En la Situación Con Proyecto, la demanda de viajes permanece en términos del origen y destino y la caracterización de los viajes. De la demanda total estimada de 47,101 viajes, con la puesta en marcha del proyecto el 41% (19,294 pax/día) se pasarían al sistema Cablebús. Diversas rutas se mantendrían con demanda al quedarse como alimentadoras.

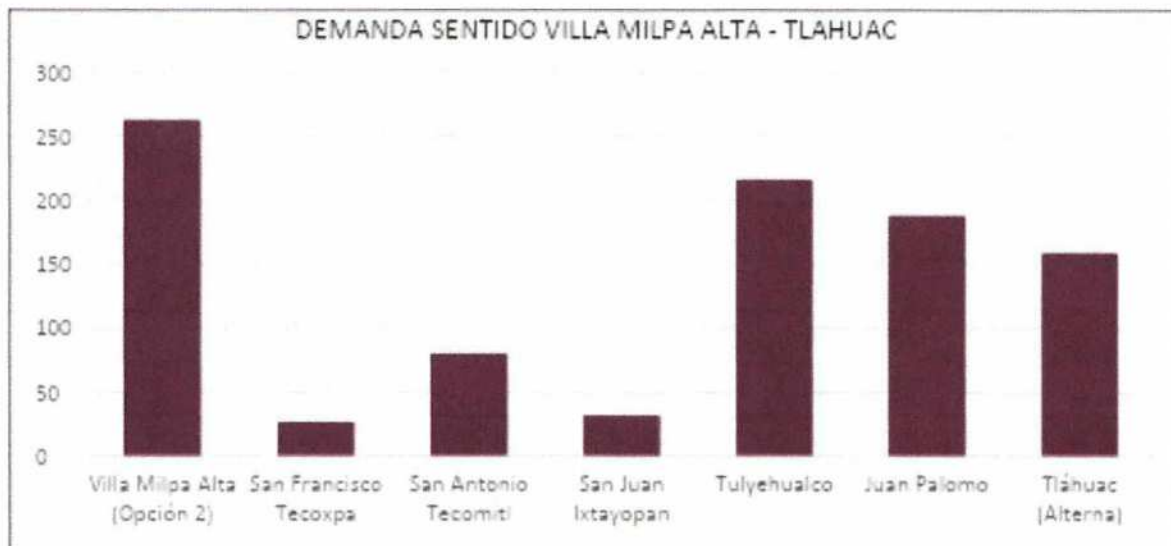
Tabla 4.15 Demanda estimada por ruta en la Situación Con Proyecto en 2025

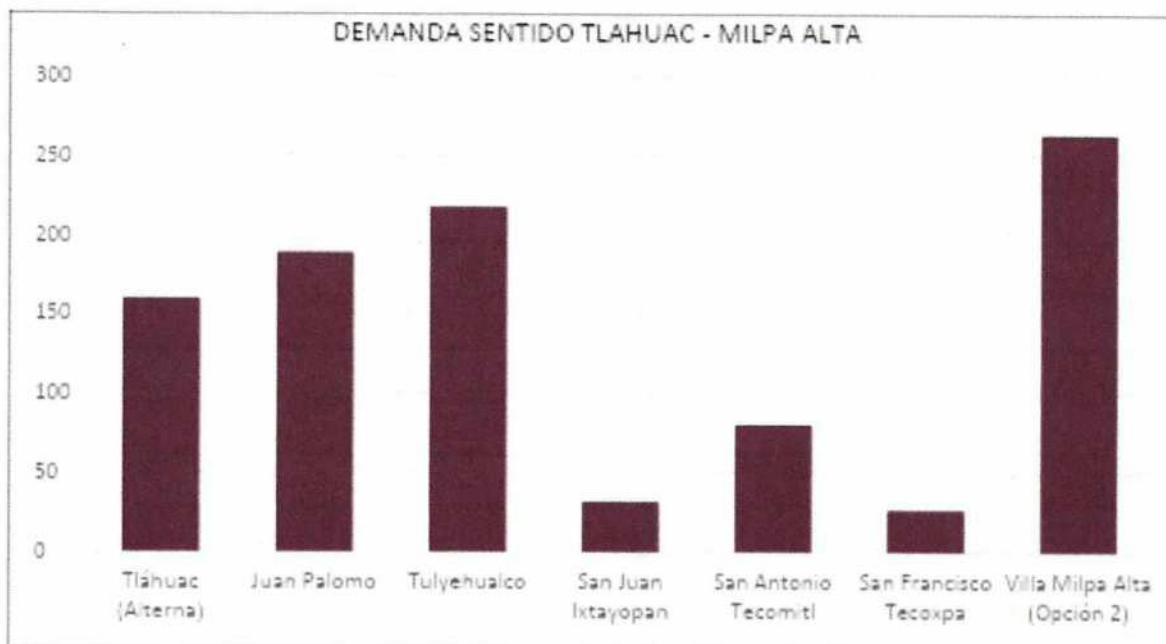
No.	ID_Ruta	Demanda diaria pax/día
	Cablebús	19,294
1	Ruta_20	4,980
2	Ruta_21_3	1,207
3	Ruta_30_2	2,653
4	Ruta_44_1	2,135
5	Ruta_44_2	6,558
6	Ruta_44_3	6,558
7	Ruta_50_2	711
8	Ruta_50_3	1,132
9	Ruta_50_4	1,131
10	Ruta_51_1	742
	Total	47,101 px/día

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda. Base de datos operativos.

Por otra parte, uno de los resultados obtenidos de la asignación con proyecto son los diagramas de carga, los cuales representan el número de pasajeros que viajan a bordo del Cablebús a lo largo de su recorrido durante el periodo de modelación. Estos diagramas permiten identificar las secciones de máxima demanda, que son fundamentales para dimensionar adecuadamente el parque vehicular necesario para atender la demanda proyectada. Las siguientes figuras presentan los diagramas de carga por sentido de circulación correspondientes al año base con proyecto.

Figura 4.7. Diagramas de carga del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac (Periodo de Hora Pico)





Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda. Base de datos operativos.

En las siguientes tablas se muestran los tiempos de recorrido y afluencia por sentido:

Tabla 4.16 Tablas de Tiempos de recorrido y afluencia

Sentido Villa Milpa Alta - Tláhuac						
De Estación	A Estación	Distancia km	Minutos			Tiempo en parada ascenso y Descenso (segundos)
			Salida	Llegada	Recorrido	
Estación San Francisco Tecoxpa	Estación San Antonio Tecomitl	2.3	6.03	12.46	6.43	0.40
Estación San Antonio Tecomitl	Estación San Juan Ixtayopan	2.6	12.86	20.20	7.34	0.40
Estación San Juan Ixtayopan	Estación Tulyehualco	1.7	20.60	25.51	4.91	0.40
Estación Tulyehualco	Estación Juan Palomo	1.5	25.91	30.23	4.31	0.40
Estación Juan Palomo	Estación Tláhuac (alternativa)	2.6	30.63	38.06	7.43	0.40
Estación Tláhuac (alternativa)						
Tiempo de Recorridos					36.06	
Tiempo en Estaciones						2.40 min
Total Tiempo en minutos y segundos					38.46	
Total Tiempo en minutos					38.46	

Sentido Tláhuac - Milpa Alta						
De Estación	A Estación	Distancia km	Minutos			Tiempo en parada ascenso y Descenso (segundos)
			Salida	Llegada	Recorrido	
Estación Tláhuac (alternativa)	Estación Juan Palomo	2.60	-	7.43	7.43	0.40
Estación Juan Palomo	Estación Tulyehualco	1.51	7.83	12.14	4.31	0.40
Estación Tulyehualco	Estación San Juan Ixtayopan	1.72	12.54	17.46	4.91	0.40
Estación San Juan Ixtayopan	Estación San Antonio Tecomitl	2.57	17.86	25.20	7.34	0.40
Estación San Antonio Tecomitl	Estación San Francisco Tecoxpa	2.25	25.60	32.03	6.43	0.40
Estación San Francisco Tecoxpa	Estación Villa Milpa Alta Opción 2	1.97	32.43	38.06	5.63	0.40
Estación Villa Milpa Alta Opción 2						
Tiempo de Recorridos					36.06	
Tiempo en Estaciones						2.40 min
Total Tiempo en minutos y segundos					38.46	
Total Tiempo en minutos					38.46	

Fuente: VIALITY (2025). Estudio de Demanda. Base de datos operativos.

m) Diagnóstico de la Interacción de la Oferta-Demanda

El desarrollo de la infraestructura propuesta generará mejoras en los tiempos de viaje y un ahorro en los costos de operación vehicular.

Valor del Tiempo de Recorrido

Tabla 4.17 Tiempo de Viaje Promedio en la Situación con Proyecto en el año 2025

Viajes al día	Tiempo en vehículo	Tiempo de espera	Tiempo de transferencia	Tiempo promedio de viaje
47,101	31.6	5.80	4.39	41.8

Fuente: Elaboración propia, con base en Estudio de Demanda (2025).

Bajo la consideración de los parámetros de costo social del tiempo por hora para cada entidad, que se estimaron en 80.47 pesos por hora, tal y como se detalló en el capítulo de la Situación Actual, se obtiene la siguiente tabla que estima los Costos Sociales al día y por año de los viajes.

Tabla 4.18 Costo Social del Tiempo en la Situación con Proyecto en 2025

Viajes al día	Valor social del tiempo en el año base
3,658,183	1,181,593,245

Fuente: Estimación propia con base en Estudio de Demanda (2025) e IMT (2025)

A continuación, se muestra la estimación del valor o costo social del tiempo para todo el horizonte de evaluación.

Tabla 4.19 Costo Social del Tiempo en la Situación con Proyecto, 2025-2057 (pesos de 2025)

Año	Costo del Tiempo
2025	1,181,593,245
2026	1,191,093,091
2027	1,200,337,939
2028	1,209,335,866
2029	1,218,094,201
2030	1,226,619,626
2031	1,234,918,262
2032	1,242,995,743
2033	1,250,857,278
2034	1,258,507,699
2035	1,265,951,507
2036	1,273,192,909
2037	1,280,235,853
2038	1,287,084,052
2039	1,293,741,012
2040	1,300,210,052
2041	1,306,494,323
2042	1,312,596,824
2043	1,318,520,416
2044	1,324,267,837

Año	Costo del Tiempo
2045	1,329,841,713
2046	1,335,244,564
2047	1,340,478,821
2048	1,345,546,826
2049	1,350,450,844
2050	1,355,193,069
2051	1,359,775,628
2052	1,364,200,590
2053	1,368,469,966
2054	1,372,585,716
2055	1,376,549,754
2056	1,380,363,950
2057	1,384,030,133

Fuente: Estimación propia con base en Estudio de Demanda (2025) e IMT (2025).

Costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular de las rutas estudiadas fueron estimados tomando como base los resultados del Programa VOCMEX, considerando como insumos los datos contenidos en la **Publicación Técnica No.838, Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2024 del Instituto Mexicano del Transporte**. Considerando las funciones de parámetros COV por velocidad para cada tipo de vehículo, se estimaron los COV para cada una de las rutas en la situación con proyecto, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.20 Interacción de la Demanda y Oferta en la Situación con Proyecto en 2025

No.	ID_Ruta	km recorridos día	IPK	Velocidad (Km/hr)	COV unitario (\$/km)	COV al día (pesos)	COV Anual (pesos)
1	Ruta_20	808.81	6.16	15.1	21.17	17,123	5,530,761
2	Ruta_21_3	60.85	19.83	8.9	29.23	1,779	574,532
3	Ruta_30_2	377.18	7.03	14.9	21.26	8,021	2,590,643
4	Ruta_44_1	247.87	8.61	14.2	21.85	5,417	1,749,637
5	Ruta_44_2	1,764.32	3.72	16.1	20.45	36,077	11,652,783
6	Ruta_44_3	1,686.55	3.89	14.8	21.40	36,090	11,657,204
7	Ruta_50_2	94.12	7.55	15.9	20.58	1,937	625,609
8	Ruta_50_3	646.30	1.75	16.5	9.07	5,863	1,893,619
9	Ruta_50_4	782.70	1.45	14.3	9.79	7,661	2,474,584
10	Ruta_51_1	634.36	1.17	12.0	10.85	6,883	2,223,202

Fuente: Estimación propia con base en Estudio de Demanda (2025) e IMT (2024).

Con base en la tabla anterior, a continuación, se presenta la suma de costos de operación vehicular por tipo de vehículo en la situación con proyecto.

Tabla 4.21 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación con Proyecto en 2025

Vehículo	Número de unidades	Demanda al día	Velocidad promedio	Km recorridos totales	COV al día (pesos)	COV Anual (pesos)
VAN	18	3,005	14.29	2,063	20,407	6,591,404
Autobús corto	69	24,802	14.26	5,040	106,443	34,381,170
Total	87	27,807		7,103	126,850	40,972,574

Fuente: Estimación propia con base en Estudio de Demanda (2025) e IMT (2024).

Ahora se presentan las estimaciones de los costos de operación vehicular COV para todo el horizonte de evaluación.

Tabla 4.22 Costos de Operación Vehicular (COV) en la Situación con Proyecto, 2025-2057 (pesos de 2025)

Año	COV totales
2025	40,972,574
2026	41,792,025
2027	42,603,589
2028	43,407,100
2029	44,202,384
2030	44,989,266
2031	45,767,566
2032	46,537,104
2033	47,297,699
2034	48,049,169
2035	48,791,333
2036	49,524,014
2037	50,247,034
2038	50,960,219
2039	51,663,400
2040	52,356,407
2041	53,039,078
2042	53,711,253
2043	54,372,778
2044	55,023,500
2045	55,663,276
2046	56,291,963
2047	56,909,427
2048	57,515,537
2049	58,110,168
2050	58,693,200
2051	59,264,521
2052	59,824,020
2053	60,371,597
2054	60,907,154
2055	61,430,600
2056	61,941,850
2057	62,440,825

Fuente: Estimación propia con base en Estudio de Demanda (2025) e IMT (2024).

Costos Generalizados de Viaje

Finalmente, la siguiente tabla presenta la suma de Costos Generalizados de Viaje a partir de 2025, que corresponde a la suma del costo del tiempo y el costo de operación vehicular, para todo el horizonte de evaluación.

Tabla 4.23 Costos Generalizados de Viaje (CGV) en la Situación con Proyecto, 2025-2057 (pesos de 2025)

Año	Valor social del tiempo (a)	Costos de operación vehicular (b)	Costos generalizados de viaje (a+b)
2025	1,181,593,245	40,972,574	1,222,565,819
2026	1,191,093,091	41,792,025	1,232,885,116
2027	1,200,337,939	42,603,589	1,242,941,528
2028	1,209,335,866	43,407,100	1,252,742,966
2029	1,218,094,201	44,202,384	1,262,296,585
2030	1,226,619,626	44,989,266	1,271,608,891
2031	1,234,918,262	45,767,566	1,280,685,828
2032	1,242,995,743	46,537,104	1,289,532,848
2033	1,250,857,278	47,297,699	1,298,154,977
2034	1,258,507,699	48,049,169	1,306,556,868
2035	1,265,951,507	48,791,333	1,314,742,840
2036	1,273,192,909	49,524,014	1,322,716,923
2037	1,280,235,853	50,247,034	1,330,482,886
2038	1,287,084,052	50,960,219	1,338,044,271
2039	1,293,741,012	51,663,400	1,345,404,412
2040	1,300,210,052	52,356,407	1,352,566,459
2041	1,306,494,323	53,039,078	1,359,533,401
2042	1,312,596,824	53,711,253	1,366,308,077
2043	1,318,520,416	54,372,778	1,372,893,194
2044	1,324,267,837	55,023,500	1,379,291,338
2045	1,329,841,713	55,663,276	1,385,504,989
2046	1,335,244,564	56,291,963	1,391,536,528
2047	1,340,478,821	56,909,427	1,397,388,248
2048	1,345,546,826	57,515,537	1,403,062,362
2049	1,350,450,844	58,110,168	1,408,561,011
2050	1,355,193,069	58,693,200	1,413,886,269
2051	1,359,775,628	59,264,521	1,419,040,149
2052	1,364,200,590	59,824,020	1,424,024,610
2053	1,368,469,966	60,371,597	1,428,841,563
2054	1,372,585,716	60,907,154	1,433,492,870
2055	1,376,549,754	61,430,600	1,437,980,355
2056	1,380,363,950	61,941,850	1,442,305,801
2057	1,384,030,133	62,440,825	1,446,470,958

Fuente: Elaboración propia con base en los parámetros presentados.

V. Evaluación del proyecto de inversión

a) Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto

Los costos identificados para la evaluación del proyecto son los costos de inversión, los costos de operación y mantenimiento, costos de molestia, y costos por reinversiones; a continuación, se presenta la cuantificación y valoración de cada uno de ellos.

Costos de inversión

La etapa de ejecución de estas obras será durante 4 años, que cubre de 2025 a 2028. A continuación, se presenta la inversión con IVA por componente y por año.

Tabla 5.1 Monto de inversión con IVA por año (pesos de 2025)

Componente	Año				Costo total
	2025	2026	2027	2028	
Construcción de estaciones	0.00	599,483,680.75	308,824,926.45	0.00	908,308,607.20
Construcción de cimentación para columnas y torres de sistema electromecánico	29,815,103.65	178,890,621.88	89,445,310.94	0.00	298,151,036.47
Sistema eléctrico	0.00	83,261,538.02	20,815,384.51	0.00	104,076,922.53
Obra inducida	10,998,425.43	84,844,996.14	14,140,832.69	0.00	109,984,254.26
Proyecto ejecutivo y estudios	47,842,372.47	31,894,914.98	0.00	0.00	79,737,287.46
Sistema electromecánico	1,337,725,874.69	1,364,752,237.49	300,275,345.80	0.00	3,002,753,457.99
Liberación de derecho de vía	22,893,586.08	0.00	0.00	0.00	22,893,586.08
Supervisión de obra	50,724,637.68	82,317,330.12	28,815,664.34	7,203,916.09	169,061,548.23
Certificación de proyecto	0.00	8,795,728.43	13,193,592.65	0.00	21,989,321.08
Transferencia de Tecnología y Capacitación	0.00	0.00	211,826,607.32	70,608,869.11	282,435,476.43
Monto total de inversión	1,500,000,000.00	2,434,241,047.83	987,337,664.70	77,812,785.19	4,999,391,497.72

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Obras y Servicios.

Costos de Operación y Mantenimiento

En este apartado, se presentan los costos de operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del proyecto, para lo cual se considera la infraestructura del sistema; donde se incluyen algunos conceptos como costos de operación directos y costos de mantenimiento. Los costos son fijos y dependen del número de estaciones y no del total de pasajeros transportados.

Para determinar los costos de operación y mantenimiento se consideraron costos paramétricos de operación provenientes del “Análisis Costo Beneficio para la Línea 4 Tlalpan del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México”. Para el caso específico de costos del personal, se usó información de las Líneas 1 y 2 del Cablebús proveniente de Servicios de Transportes Eléctricos (STE), organismo encargado de su operación.

Cabe señalarse que el comportamiento de los costos de operación y mantenimiento de los proyectos depende en buena medida de las inspecciones y de las diversas acciones preventivas que puedan tomarse durante la

operación del proyecto; así como también se debe resaltar que los factores ambientales se consideran otro factor que influye en la vida útil de los componentes del sistema.

Respecto a la operación del sistema, se debe considerar al equipo humano necesario para la explotación de las instalaciones, incluyendo las necesidades de dirección, gestión del mantenimiento, conducción de la instalación y personal operativo, siempre atendiendo al número de horas de servicio programadas, en cuyo caso deberá adicionarse en el cómputo de horas, todo aquel tiempo necesario de apertura y cierre por parte del equipo de mantenimiento (por ejemplo, realizar la inspección diaria reglamentaria), asimismo se debe considerar al personal de relevo, para lo cual es necesario organizar la operación del sistema en dos turnos y medio.

Los costos de operación por concepto estimados para la Línea 6 se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.2 Costos de Operación sin IVA

Costos Promedio Anual de Operación	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Servicios personales	48,649,626.07
Mantenimiento Edificios	7,907,612.59
Recaudos	7,864,632.90
Costos Fijos de Operación	42,211,026.92
Gastos Indirectos	3,418,092.17
Seguros y Fianzas	1,322,980.72
Total	111,373,971.35

Fuente: Elaboración propia con base en costos paramétricos e información de Servicios de Transportes Eléctricos.

Respecto al mantenimiento ordinario del sistema electromecánico a realizarse anualmente, este considera: Herramientas menores para el personal de operación y mantenimiento técnico del Cablebús; Personal especializado para mantenimientos mayores y ejecución de reinversiones, así como inspecciones especiales que se realizan periódicamente, como revisiones del sistema hidráulico, el sistema de control, entre otros. Esto también incluye trabajos especiales como cambio de bandajes de volantes motrices y de reenvío, recortes de cable, entre otros; y todas las refacciones para mantenimientos rutinarios y mantenimientos mayores. Incluye repuestos mecánicos, repuestos eléctricos, hidráulicos (filtros, aceites, grasas), otros requeridos.

En la siguiente tabla, se muestra el desglose de los costos de operación y mantenimiento.

Tabla 5.3 Integración Costos de Operación y Mantenimiento sin IVA Promedio Anual

Integración Costos de Operación y Mantenimiento Promedio Anual	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Costos de Operación (Promedio Anual)	111,373,971.35
Costos de Mantenimiento Ordinario (Promedio Anual)	34,131,855.38
Total anual	145,505,826.73
Costos de Mantenimiento Extraordinario (Promedio Quinquenal)	20,000,000.00
Total cada 5 años	165,505,826.73

Costos Promedio Anual de Operación	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Servicios personales	48,649,626.07
Mantenimiento Edificios	7,907,612.59
Recaudos	7,864,632.90
Costos Fijos de Operación	42,211,026.92
Gastos Indirectos	3,418,092.17
Seguros y Fianzas	1,322,980.72
Total	111,373,971.35

Costo Promedio Anual de Mantenimiento Ordinario	
Concepto	Costo (pesos de 2025)
Mantenimiento electromecánico	34,131,855.38
Total	34,131,855.38
Costo Promedio Quinquenal de Mantenimiento Extraordinario	
Mantenimiento de overhaul	20,000,000.00
Total	20,000,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en costos paramétricos e información de Servicios de Transportes

Asimismo, de seguirse las indicaciones y frecuencias indicadas en los manuales, los momentos previstos y que deberán tomarse en consideración para realizar los mantenimientos mayores son:

- Año 6, 11, 16, 21 y 26: Mantenimiento mayor de estaciones y línea.

Tabla 5.4 Costos de Mantenimiento Extraordinario sin IVA

Concepto	Costo (pesos de 2025)
Mantenimiento de overhaul	20,000,000.00
Total	20,000,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en costos paramétricos e información de Servicios de Transportes Eléctricos.

A continuación, se presentan las estimaciones de los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.

Tabla 5.5 Evolución de los costos de operación y de mantenimiento por gran componente

Año	Costos de operación	Costos de mantenimiento		Total Costos de Operación y Mantenimiento
		Mantenimiento Ordinario	Mantenimiento extraordinario	
2028	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	109,129,370.05 ⁸
2029	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2030	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2031	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2032	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2033	111,373,971.35	34,131,855.38	20,000,000.00	165,505,826.73
2034	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2035	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2036	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2037	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2038	111,373,971.35	34,131,855.38	20,000,000.00	165,505,826.73
2039	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2040	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2041	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2042	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2043	111,373,971.35	34,131,855.38	20,000,000.00	165,505,826.73
2044	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2045	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2046	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2047	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2048	111,373,971.35	34,131,855.38	20,000,000.00	165,505,826.73
2049	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2050	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2051	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2052	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2053	111,373,971.35	34,131,855.38	20,000,000.00	165,505,826.73
2054	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2055	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2056	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73
2057	111,373,971.35	34,131,855.38	0.00	145,505,826.73

Fuente: Elaboración propia con base en Costos paramétricos e información de Servicios de Transportes Eléctricos.

Costos por reinversiones

Durante la vida útil del proyecto será necesario realizar reinversiones a causa del desgaste de la infraestructura, principalmente de los vehículos que son las cabinas y el remplazo del sistema de control.

Por lo anterior, considerando la vida útil de los componentes, el momento en el que deben realizarse las reinversiones son:

- Año 15: Renovación del sistema de recaudo.
- Año 15: Renovación de sistemas de control.
- Año 21: Renovación de cabinas.

⁸ La operación del Sistema de Transporte Público Cablebús inicia en el mes de abril de 2028.

La siguiente tabla muestra los montos de reinversión y el momento adecuado para realizarlas.

Tabla 5.6. Reinversiones del Proyecto sin IVA (pesos)

Año	Concepto	Periodicidad	Total
242	Renovación sistema de recaudo.	15 años	33,481,640.15
242	Reemplazo de sistemas de control.	15 años	215,690,776.47
247	Reemplazo de cabinas.	21 años	239,226,739.22
Total			488,399,155.84

Fuente: Secretaría de Obras y Servicios.

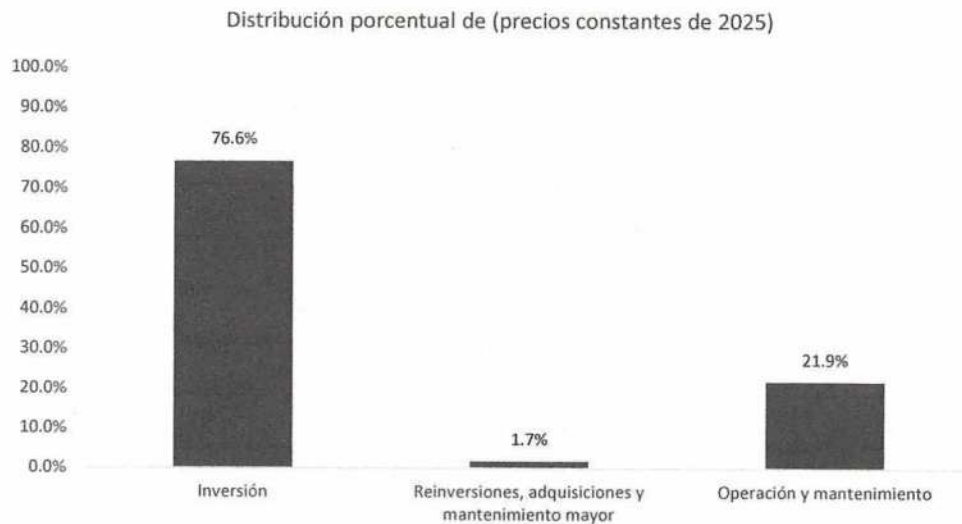
Costos por molestias

En este proyecto no se generan costos asociados a molestias o interrupciones del tránsito, ya que el trazo propuesto no afecta el flujo vehicular. Una parte del recorrido del trazo es diagonal respecto a las avenidas principales de la zona, lo que permite evitar interferencias con calles o carreteras en operación. Generalmente, los denominados "costos de molestia" surgen cuando una obra civil implica bloquear o reducir temporalmente la circulación vehicular, lo que ocasiona demoras, desvíos, congestión o inconvenientes para los usuarios. Sin embargo, al no intervenir directamente en el sistema vial, este proyecto no ocasiona ese tipo de afectaciones y, por tanto, no incurre en dichos costos.

Costos sociales totales

El valor presente de todos los costos sociales asciende a 5,163.03 millones de pesos, los cuales se distribuyen como se muestra a continuación.

Figura 5.2. Distribución porcentual de los costos sociales en valor presente.



Fuente: Elaboración propia.

La próxima tabla presenta el flujo de costos en el horizonte de evaluación, al final se presentan el valor presente de la suma de costos.

Tabla 5.7 Costos del proyecto en el horizonte de evaluación (pesos de 2025)

Mome nto	Año	Inversión	Reinversiones, adquisiciones y mantenimiento mayor	Operación y mantenimiento	Costos totales
0	2025	-1,290,324,994	0	0	-1,290,324,994
1	2026	-2,088,695,632	0	0	-2,088,695,632
2	2027	-863,732,535	0	0	-863,732,535
3	2028	-70,224,831	0	-109,129,370	-179,354,201
4	2029	0	0	-145,505,827	-145,505,827
5	2030	0	0	-145,505,827	-145,505,827
6	2031	0	0	-145,505,827	-145,505,827
7	2032	0	0	-145,505,827	-145,505,827
8	2033	0	0	-165,505,827	-165,505,827
9	2034	0	0	-145,505,827	-145,505,827
10	2035	0	0	-145,505,827	-145,505,827
11	2036	0	0	-145,505,827	-145,505,827
12	2037	0	0	-145,505,827	-145,505,827
13	2038	0	0	-165,505,827	-165,505,827
14	2039	0	0	-145,505,827	-145,505,827
15	2040	0	0	-145,505,827	-145,505,827
16	2041	0	0	-145,505,827	-145,505,827
17	2042	0	-249,172,417	-145,505,827	-394,678,243
18	2043	0	0	-165,505,827	-165,505,827
19	2044	0	0	-145,505,827	-145,505,827
20	2045	0	0	-145,505,827	-145,505,827
21	2046	0	0	-145,505,827	-145,505,827
22	2047	0	-239,226,739	-145,505,827	-384,732,566
23	2048	0	0	-165,505,827	-165,505,827
24	2049	0	0	-145,505,827	-145,505,827
25	2050	0	0	-145,505,827	-145,505,827
26	2051	0	0	-145,505,827	-145,505,827
27	2052	0	0	-145,505,827	-145,505,827
28	2053	0	0	-165,505,827	-165,505,827
29	2054	0	0	-145,505,827	-145,505,827
30	2055	0	0	-145,505,827	-145,505,827
31	2056	0	0	-145,505,827	-145,505,827
33	2057	0	0	-145,505,827	-145,505,827
VPN		-3,955,728,701.662	-86,554,023.545	-1,128,623,253.504	-5,163,037,431.115

Fuente: Elaboración propia.

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto de inversión

El proyecto trae consigo diferentes beneficios, la lista de beneficios que se han cuantificado y valorado es la siguiente:

- Ahorro en tiempo de viaje de transporte público.
- Ahorro en costos de operación en vehículos de transporte público.
- Incremento en la plusvalía del valor de los predios en la zona de influencia cercana a las estaciones.
- Valor residual.

Los ahorros en tiempo de viaje de transporte público y en costos de operación en vehículos de transporte público se consideran los beneficios directos del proyecto. En tanto que el incremento en la plusvalía del valor de los predios se consideran beneficios indirectos del proyecto.

Además, también se identificaron otros beneficios, que no fueron considerados en la evaluación:

- Disminución de CGV por la disminución de tránsito de vehículos privados.
- Beneficios por liberación de vehículos de transporte público.
- Disminución de accidentes en los cruces de las avenidas.
- Incremento de ingresos por empleos formales, y del valor de establecimientos comerciales y de la economía local.
- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por la circulación de vehículos de transporte público y privado.

Ahorro en tiempo de viaje de transporte público.

Los beneficios cuantificados y valorados bajo la metodología del Análisis Costo-Beneficio son la diferencia a manera de comparación de la Situación Con Proyecto, con respecto a la Situación Sin Proyecto. Es decir, los beneficios son la resta de la Situación Sin Proyecto menos la Situación Sin Proyecto por concepto. La estimación por ahorros en tiempo de viaje, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5.8 Flujo de beneficios por ahorro de tiempo (pesos de 2025)

Año	Valor social del tiempo sin proyecto (a)	Valor social del tiempo con proyecto (b)	Ahorros de Tiempo (a - b)
2025	1,459,380,998	1,181,593,245	277,787,754
2026	1,500,075,577	1,191,093,091	308,982,486
2027	1,540,786,283	1,200,337,939	340,448,345
2028	1,581,490,667	1,209,335,866	372,154,801
2029	1,622,165,972	1,218,094,201	404,071,771
2030	1,662,789,208	1,226,619,626	436,169,582
2031	1,703,337,211	1,234,918,262	468,418,949
2032	1,743,786,702	1,242,995,743	500,790,959
2033	1,784,114,343	1,250,857,278	533,257,064
2034	1,824,296,780	1,258,507,699	565,789,081
2035	1,864,310,695	1,265,951,507	598,359,189
2036	1,904,132,845	1,273,192,909	630,939,937
2037	1,943,740,102	1,280,235,853	663,504,249
2038	1,983,109,489	1,287,084,052	696,025,438
2039	2,022,218,219	1,293,741,012	728,477,207
2040	2,061,043,725	1,300,210,052	760,833,673
2041	2,099,563,689	1,306,494,323	793,069,366
2042	2,137,756,079	1,312,596,824	825,159,255
2043	2,175,599,167	1,318,520,416	857,078,751
2044	2,213,071,563	1,324,267,837	888,803,725
2045	2,250,152,236	1,329,841,713	920,310,523
2046	2,286,820,538	1,335,244,564	951,575,973
2047	2,323,056,227	1,340,478,821	982,577,406
2048	2,358,839,487	1,345,546,826	1,013,292,661
2049	2,394,150,947	1,350,450,844	1,043,700,103
2050	2,428,971,700	1,355,193,069	1,073,778,632
2051	2,463,283,321	1,359,775,628	1,103,507,693
2052	2,497,067,881	1,364,200,590	1,132,867,291
2053	2,530,307,963	1,368,469,966	1,161,837,998
2054	2,562,986,676	1,372,585,716	1,190,400,961
2055	2,595,087,668	1,376,549,754	1,218,537,914
2056	2,626,595,137	1,380,363,950	1,246,231,186
2057	2,657,493,840	1,384,030,133	1,273,463,707

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de demanda (2025) y parámetros del IMT.

Ahorro en costos de operación en vehículos de transporte público.

En adición, se tienen ahorros por costos de operación vehicular en el transporte público, en las rutas de transporte estudiadas. La estimación de beneficios por este concepto se presenta en las siguientes tablas: En adición, se tienen ahorros por costos de operación vehicular en el transporte público, en las rutas de transporte estudiadas. La estimación de beneficios por este concepto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5.9 Flujo de beneficios por ahorro en costos de operación vehicular en transporte público (pesos de 2025)

Año	COV sin proyecto (a)	COV con proyecto (b)	Beneficios por ahorro en COV (a - b)
2025	113,398,371	40,972,574	72,425,798
2026	115,666,339	41,792,025	73,874,314
2027	117,912,477	42,603,589	75,308,887
2028	120,136,324	43,407,100	76,729,225
2029	122,337,405	44,202,384	78,135,021
2030	124,515,230	44,989,266	79,525,965
2031	126,669,305	45,767,566	80,901,739
2032	128,799,130	46,537,104	82,262,025
2033	130,904,201	47,297,699	83,606,502
2034	132,984,018	48,049,169	84,934,849
2035	135,038,081	48,791,333	86,246,748
2036	137,065,896	49,524,014	87,541,882
2037	139,066,973	50,247,034	88,819,939
2038	141,040,832	50,960,219	90,080,613
2039	142,987,000	51,663,400	91,323,600
2040	144,905,013	52,356,407	92,548,605
2041	146,794,418	53,039,078	93,755,339
2042	148,654,774	53,711,253	94,943,520
2043	150,485,651	54,372,778	96,112,874
2044	152,286,634	55,023,500	97,263,134
2045	154,057,318	55,663,276	98,394,042
2046	155,797,314	56,291,963	99,505,351
2047	157,506,248	56,909,427	100,596,821
2048	159,183,757	57,515,537	101,668,220
2049	160,829,496	58,110,168	102,719,328
2050	162,443,135	58,693,200	103,749,935
2051	164,024,358	59,264,521	104,759,838
2052	165,572,867	59,824,020	105,748,846
2053	167,088,376	60,371,597	106,716,779
2054	168,570,618	60,907,154	107,663,464
2055	170,019,342	61,430,600	108,588,742
2056	171,434,311	61,941,850	109,492,461
2057	172,815,307	62,440,825	110,374,481

Fuente: elaboración propia con base en estudio de demanda (2025) y parámetros del IMT.

Incremento de la Plusvalía de los Terrenos

Se estimaron como beneficios indirectos del proyecto el Incremento en la plusvalía de los predios en la zona de influencia cercana a las estaciones. A continuación, se presentan de manera resumida los elementos fundamentales para su cálculo, así como su cuantificación. El detalle de la metodología, las fuentes de información y los cálculos de los beneficios se presentan como Anexo al presente documento.

En primer lugar, se revisó literatura económica especializada que ha identificado mediante estudios econométricos utilizando bases de datos de inmuebles en el tiempo que existen incrementos estadísticamente significativos del valor inmobiliario ante proyectos de infraestructura, especialmente de movilidad.

Con el uso de datos de avalúos inmobiliarios provenientes de la Sociedad Hipotecaria Federal y avalúos bancarios se repitió el ejercicio de la literatura especializada y se identificó que existe efecto de nuevos sistemas de transporte en el valor de los predios circundantes a las estaciones de las Líneas A y 12 del metro y de las Líneas 1 y 2 del Cablebús. Los resultados demostraron que existe un incremento en los valores de los predios después del anuncio del proyecto y después de la apertura de estos. Los incrementos tienen un rezago de 6 meses. Los incrementos ocurren durante varios años. Los mayores incrementos ocurren durante los primeros 10 años de haberse hecho el anuncio. También se demostró que los incrementos ocurren más en zonas con menor valor inmobiliario y es más significativo a mayor lejanía del centro de la ciudad.

Con el ejercicio estadístico y econométrico y, a partir de los efectos observados en los valores inmobiliarios para los otros nuevos sistemas de transporte, se estimaron los beneficios por aumento del valor de predios en un radio de 1 km alrededor de las estaciones del proyecto. Las estimaciones del beneficio adicional por una mayor plusvalía de los predios alrededor de las 7 estaciones de la Línea 6 del Cablebús se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.10 Incremento porcentual acumulado del valor de los predios por estación al año 2029

Estación	Incremento porcentual
01 Tláhuac	7.7%
02 Juan Palomo	7.7%
03 Tulyehualco	7.7%
04 San Juan Ixtayopan	7.7%
05 San Francisco Tecoxpa	5.3%
06 San Antonio Tecomitl	-0.5%
07 Milpa Alta	-0.5%
Total	5.3%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los hallazgos de la investigación, los beneficios ocurren desde 2025 cuando se anuncie el proyecto a la población. Sin embargo, para ser conservadores en la estimación de beneficios solo se considerarán los incrementos del año 2029, primero año completo de operación y que es cuando ya se habrán ocurrido los beneficios dado que existe un rezago de 6 meses posteriores a la inauguración. Asimismo, para ser más conservadores en la estimación, se considerará solo el 40% de absorción territorial, es decir, que solo el 40% de las viviendas del perímetro de 1 km tengan un incremento. También se considerará que solo el 10% de los dueños de los predios realizan una captura de la plusvalía. Los beneficios se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 5.11 Estimación de beneficios por plusvalías

Variable	Valor
Incremento neto del valor de los predios en 2029	6,316 millones de pesos
Tasa de absorción	40 %
Factor de captura de plusvalía efectiva	10 %
Beneficios por plusvalía (pesos de 2025)	252,649,620

Fuente: Elaboración propia.

Valor residual

Finalmente, se considera un beneficio por el valor residual al término del horizonte de evaluación, el cual fue estimado, mediante la fórmula de perpetuidad que divide los beneficios netos del último año del horizonte entre la tasa de descuento. El valor residual permite considerar beneficios por años posteriores al horizonte de evaluación cuando en casos como éste, la infraestructura permanece y tiene vida útil mucho mayor, como es el caso de las vías, las estaciones e incluso el material rodante. Los valores utilizados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.12 Estimación de Beneficios por el Valor Residual

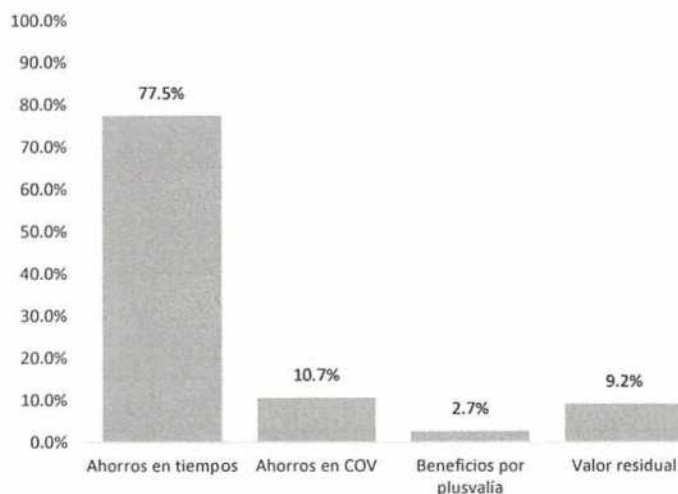
Variable	Valor \$
Beneficios Netos del Último Año del horizonte de evaluación	1,210,217,821 pesos
Tasa social de descuento	10 %
Valor residual	12,383,323,617 pesos

Fuente: Elaboración propia.

El valor presente de todos los beneficios sociales del proyecto asciende a 6,383.95 millones de pesos, los cuales se distribuyen como se muestra a continuación.

Figura 5.3. Distribución de beneficios del proyecto en valor presente neto

Distribución porcentual de beneficios (precios constantes de 2025)



Fuente: Elaboración propia. Cálculo de los indicadores de rentabilidad.

7 X

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad del proyecto son los siguientes:

Tabla 5.13 Indicadores de rentabilidad del proyecto

Indicador	Valor
Valor presente neto (pesos)	1,220,921,054
Tasa interna de retorno (TIR)	12.14%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	11.19%
Relación Beneficio/Costo	1.24

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente página se presenta el flujo de efectivo consolidado que respalda el cálculo de los indicadores.

Tabla 5.14 Flujo de caja del proyecto

Momento	Año	Inversión	Reinversiones, adquisiciones y mantenimiento mayor	Operación y mantenimiento	Costos totales	Ahorros en tiempos	Ahorros en COV	Beneficios por plusvalía	Valor residual	Beneficios totales	Flujo neto
0	2025	-1,290,324,994	0	0	-1,290,324,994	0	0	0	0	0	-1,290,324,994
1	2026	-2,088,695,632	0	0	-2,088,695,632	0	0	0	0	0	-2,088,695,632
2	2027	-863,732,535	0	0	-863,732,535	0	0	0	0	0	-863,732,535
3	2028	-70,224,831	0	-109,129,370	-179,354,201	372,154,801	76,729,225	0	0	448,884,025	269,529,824
4	2029	0	0	-145,505,827	-145,505,827	404,071,771	78,135,021	252,649,620	0	734,856,412	589,350,586
5	2030	0	0	-145,505,827	-145,505,827	436,169,582	79,525,965	0	0	515,695,547	370,189,720
6	2031	0	0	-145,505,827	-145,505,827	468,418,949	80,901,739	0	0	549,320,688	403,814,862
7	2032	0	0	-145,505,827	-145,505,827	500,790,959	82,262,025	0	0	583,052,984	437,547,158
8	2033	0	0	-145,505,827	-145,505,827	533,257,064	83,606,502	0	0	616,863,566	451,357,740
9	2034	0	0	-145,505,827	-145,505,827	565,789,081	84,934,849	0	0	650,723,930	505,218,103
10	2035	0	0	-145,505,827	-145,505,827	598,359,189	86,246,748	0	0	684,605,936	539,100,110
11	2036	0	0	-145,505,827	-145,505,827	630,939,937	87,541,882	0	0	718,481,818	572,975,992
12	2037	0	0	-145,505,827	-145,505,827	663,504,249	88,819,939	0	0	752,324,189	606,818,362
13	2038	0	0	-145,505,827	-145,505,827	696,025,438	90,080,613	0	0	786,106,050	620,600,224
14	2039	0	0	-145,505,827	-145,505,827	728,477,207	91,323,600	0	0	819,800,808	674,294,981
15	2040	0	0	-145,505,827	-145,505,827	760,833,673	92,548,605	0	0	853,382,278	707,876,451
16	2041	0	0	-145,505,827	-145,505,827	793,069,366	93,755,339	0	0	886,824,706	741,318,879
17	2042	0	-249,172,417	-145,505,827	-394,678,243	825,159,255	94,943,520	0	0	920,102,775	525,424,532
18	2043	0	0	-145,505,827	-145,505,827	857,078,751	96,112,874	0	0	953,191,624	787,685,798
19	2044	0	0	-145,505,827	-145,505,827	888,803,725	97,263,134	0	0	986,066,859	840,561,032
20	2045	0	0	-145,505,827	-145,505,827	920,310,523	98,394,042	0	0	1,018,704,565	873,198,738
21	2046	0	0	-145,505,827	-145,505,827	951,575,973	99,505,351	0	0	1,051,081,325	905,575,498
22	2047	0	-239,226,739	-145,505,827	-384,732,566	982,577,406	100,596,821	0	0	1,083,174,227	698,441,661
23	2048	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,013,292,661	101,668,220	0	0	1,114,960,881	949,455,055
24	2049	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,043,700,103	102,719,328	0	0	1,146,419,432	1,000,913,605
25	2050	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,073,778,632	103,749,935	0	0	1,177,528,567	1,032,022,740
26	2051	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,103,507,693	104,759,838	0	0	1,208,267,531	1,062,761,704
27	2052	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,132,867,291	105,748,846	0	0	1,238,616,138	1,093,110,311
28	2053	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,161,837,998	106,716,779	0	0	1,268,554,776	1,103,048,950
29	2054	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,190,400,961	107,663,464	0	0	1,298,064,425	1,152,558,598
30	2055	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,218,537,914	108,588,742	0	0	1,327,126,656	1,181,620,829
31	2056	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,246,231,186	109,492,461	0	0	1,355,723,647	1,210,217,821
33	2057	0	0	-145,505,827	-145,505,827	1,273,463,707	110,374,481	0	12,383,323,617	13,767,161,805	13,621,555,978

Fuente: Elaboración propia.

d) Análisis de sensibilidad

A continuación, se presenta el análisis de sensibilidad ante posibles incrementos en los costos de inversión o los de operación y mantenimiento, así como con posibles disminuciones de los beneficios.

La siguiente tabla presenta la sensibilidad a la inversión y reinversiones; de acuerdo con el análisis el incremento en inversión y reinversiones con el cual el VPN se hace 0, sería de 130.26%.

Tabla 5.15 Sensibilidad ante incrementos en la inversión

Variación	Inversión y reinversiones	VPN	TIR	TRI
Original	-3,955,728,702	1,220,921,054	12.138%	11.194%
105%	-4,153,515,137	2,033,249,801	12.378%	17.665%
110%	-4,351,301,572	1,706,036,743	11.924%	16.862%
115%	-4,549,088,007	1,378,823,686	11.502%	16.129%
120%	-4,746,874,442	1,051,610,628	11.108%	15.457%
125%	-4,944,660,877	724,397,571	10.739%	14.839%
130%	-5,142,447,312	397,184,513	10.393%	14.268%
135%	-5,340,233,747	69,971,456	10.067%	13.740%
140%	-5,538,020,182	-257,241,602	9.759%	13.249%
145%	-5,735,806,617	-584,454,660	9.468%	12.792%
150%	-5,933,593,052	-911,667,717	9.191%	12.366%

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto sigue siendo socioeconómicamente rentable incluso con incrementos hasta del 201.95% de los costos de operación y mantenimiento. El proyecto no tiene riesgos importantes en términos de costos de operación y mantenimiento.

Tabla 5.16 Sensibilidad ante incrementos en los costos de operación y mantenimiento

Variación	Operación y mantenimiento	VPN	TIR	TRI
105%	-1,185,054,416	2,269,537,617	12.760%	18.418%
110%	-1,241,485,579	2,178,612,376	12.651%	18.288%
115%	-1,297,916,742	2,087,687,135	12.542%	18.159%
120%	-1,354,347,904	1,996,761,894	12.434%	18.029%
125%	-1,410,779,067	1,905,836,653	12.325%	17.899%
130%	-1,467,210,230	1,814,911,412	12.215%	17.769%
135%	-1,523,641,392	1,723,986,171	12.106%	17.639%
140%	-1,580,072,555	1,633,060,930	11.997%	17.509%
145%	-1,636,503,718	1,542,135,690	11.887%	17.379%
150%	-1,692,934,880	1,451,210,449	11.777%	17.249%

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la sensibilidad a la disminución de beneficios, se observa que el proyecto es rentable en términos socioeconómicos hasta con disminuciones en un 18.09% de los beneficios; estos están altamente relacionados con la demanda del Cablebús; por lo que es previsible que el proyecto siga siendo rentable aún y cuando se presenten bajas en la demanda estimada por alguno de los riesgos descritos en la siguiente sección.

Tabla 5.17 Sensibilidad ante disminuciones en los beneficios

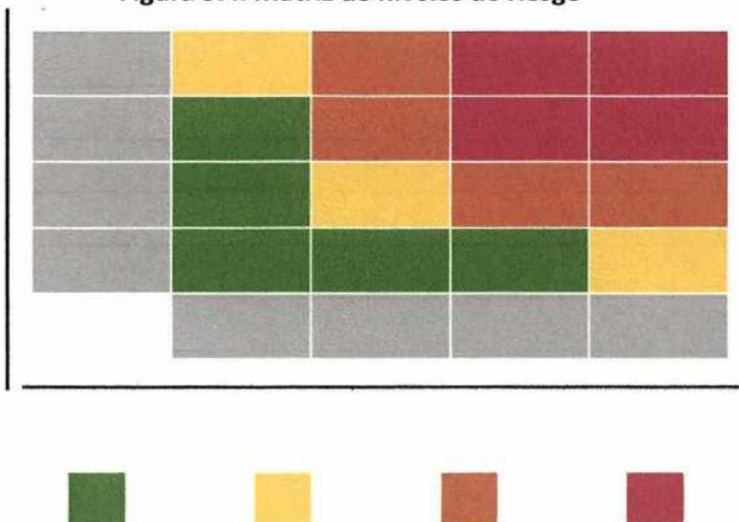
Variación	Beneficios	VPN	TIR	TRI
95%	6,064,760,561	1,816,797,307	12.255%	18.000%
90%	5,745,562,637	1,277,587,254	11.622%	17.452%
85%	5,426,364,712	742,832,702	10.966%	16.904%
80%	5,107,166,788	212,533,648	10.283%	16.356%
75%	4,787,968,864	-313,309,906	9.571%	15.808%
70%	4,468,770,940	-834,697,961	8.822%	15.260%
65%	4,149,573,015	-1,351,630,516	8.033%	14.712%
60%	3,830,375,091	-1,864,107,573	7.193%	14.164%
55%	3,511,177,167	-2,372,129,129	6.292%	13.616%
50%	3,191,979,243	-2,875,695,187	5.315%	13.068%

Fuente: Elaboración propia.

e) Análisis de riesgos

Se identificaron los riesgos del proyecto, en sus etapas de ejecución (inversión) y operación, los cuales fueron analizados con base en la Guía del PMBOK, que considera dos variables, la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto que, en este caso, tiene que ver con los impactos socioeconómicos netos derivados de la ocurrencia del riesgo identificado. Una vez que se valoró cada riesgo se definió el nivel de riesgo considerando los criterios de la siguiente figura.

Figura 5.4. Matriz de niveles de riesgo



Fuente: PMI (2017). La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Pennsylvania: PMI.

Los principales riesgos del proyecto se describen y valoran, a continuación, añadiendo su respectiva medida de mitigación.

Tabla 5.18 Matriz de riesgos asociados al proyecto

Etapas	Riesgo	Descripción	Efecto	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medida de Mitigación
Ejecución	Falta de permisos, licencias o autorizaciones previas al inicio de la construcción.	Falta de permisos ambientales o culturales, licencias de construcción, disposición inadecuada de materiales y desechos o daño a elementos socioambientales de interés comunitario.	Sobre plazo y sobrecostos de construcción	2	3	Medio-Alto	Se deberá contar con un plan de trabajo en el cual se establezcan, con base en estudios especializados previos, todas las autorizaciones previas que se deben de obtener, además de gestionar previamente el apoyo del Gobierno de la dependencia que promueve el proyecto.
Ejecución	Necesidad de adquisición de terrenos adicionales.	La ejecución del proyecto ejecutivo revela la necesidad de adquirir terrenos adicionales a los	Sobre plazo y sobrecostos de construcción	3	1	Bajo	El Gobierno Federal o Gobierno de la CDMX deberán adquirir rápidamente los terrenos necesarios; en el caso de las estaciones, se recomienda tener varias opciones. Se

Etapa	Riesgo	Descripción	Efecto	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medida de Mitigación
		previstos por el anteproyecto					sugiere contratar a una empresa de reconocido prestigio para negociar en tiempo y forma y contemplar, de ser necesario, la expropiación de los terrenos conforme a la ley. Se establecerá en el contrato cláusula de penalización por incumplimiento.
Ejecución	Rechazo del proyecto por parte de los habitantes, transportistas actuales y otros actores relevantes.	Protestas, paros, manifestaciones y bloqueos que interfieren con el desarrollo del proyecto.	Sobre plazo y sobrecostos de construcción	3	4	Alto	Organizar una campaña de socialización del proyecto presentando los aspectos positivos y negativos que tendrá para la población, y sobre estos últimos las medidas de control, mitigación, compensación y de gestión social que tomará el proyecto. Realizar los procesos de consultas públicas previas, informadas y culturalmente apropiadas de todos los grupos vulnerables encontrados (comunidades originarias, indígenas, afromexicanas y ejidos) para obtener: la validación y aceptación del proyecto y el consentimiento informado previo. Negociar acuerdos previos específicos con grupos de interés y actores relevantes de las comunidades y asentamientos.
Ejecución	Condiciones geotécnicas del terreno.	El terreno presenta características físicas y mecánicas que dificultan la estabilidad y comportamiento de las estructuras construidas.	Sobrecostos de construcción	2	3	Medio-Alto	Realizar los estudios previos de índole geológica -geotécnica y sísmica, suficientes y necesarios para emitir propuestas de solución o mitigación.
Ejecución	Catástrofes naturales que afecten las instalaciones.	Afectaciones en la construcción debido a fenómenos naturales, como: sismos, eventos	Sobrecostos en la construcción	4	4	Alto	Contratar los seguros necesarios. Se establecerá en el contrato la cláusula correspondiente. Realizar estudios especializados previos para la construcción.

7 X

Etapa	Riesgo	Descripción	Efecto	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medida de Mitigación
		meteorológicos, entre otros.					
Ejecución	Diseño y ejecución constructiva deficientes.	Aumento de costos debido a la necesidad de realizar obras adicionales no previstas o refuerzos constructivos de seguridad no previstos, incremento en precios de materiales y mano de obra y estimación errónea en los costos ofertados e incremento del tipo de cambio para adquisición de insumos importados	Incremento en los costos de inversión	2	4	Medio-Alto	El anteproyecto ejecutivo debe estar completo, y contar con programas de calidad y supervisión, una programación confiable y liquidez económica para cumplir con los tiempos. Asegurar los recursos económicos para la compra de materiales. El Desarrollador deberá adquirir las coberturas que estén disponibles en el mercado. Se establecerán en el contrato las cláusulas correspondientes. De forma previa deberá de hacer estudios especializados previos y suficientes e informar las consecuencias sobre el proyecto que encontrase.
Ejecución	Accidentes y negligencias.	Accidentes derivados de construcción de la obra.	Sobrecostos en la construcción	2	4	Medio- Alto	Implementar programas de seguridad. Contratar los seguros necesarios. Se establecerá en el contrato la cláusula correspondiente.
Ejecución	Atraso en la fecha de término de la obra por parte de la empresa constructora.	Atrasos en la ejecución de actividades programadas por parte de la empresa constructora	Sobrecostos en la construcción	3	3	Alto	La Constructora deberá contar con una adecuada Gerencia de Proyecto que reporte posibles retrasos y alternativas de solución. Se establecerá en el contrato cláusula de penalización correspondiente.
Operación	Volatilidad en precios de insumos y mano de obra.	Aumento no previsto de los costos de operación y mantenimiento del proyecto.	Sobrecostos en la operación y mantenimiento del proyecto.	2	4	Medio-Alto	Considerar una partida de contingencias en los presupuestos anuales de costos de operación y mantenimiento.
Operación	Variaciones en la tarifa.	Ajustes tarifarios durante el periodo de explotación.	Reducción de ingresos y disminución en la demanda de pasajeros.	1	3	Bajo	Realizar análisis de sensibilidad de la tarifa durante la operación del proyecto, para tomar las medidas pertinentes. Definir en el título de concesión la tarifa y sus actualizaciones.
Operación	Catástrofes naturales que	Afectaciones en la operación debido a	Sobrecostos en la operación y mantenimiento	2	3	Medio-Alto	Contratar los seguros necesarios. Se establecerá en el contrato la cláusula

7 X

Etapa	Riesgo	Descripción	Efecto	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medida de Mitigación
	afecten la operación.	fenómenos naturales, como: sismos, eventos meteorológicos, entre otros.					correspondiente. Realizar estudios especializados previos para la construcción.
Operación	Efectos ambientales y socioculturales latentes	Efectos y restricciones ambientales y socioculturales que no se hubieran previsto en los estudios previos	Sobrecostos en la operación y mantenimiento y potenciales reubicaciones	2	3	Medio-Alto	Hacer estudios previos, ambientales y socioculturales, suficientes y necesarios para emitir propuestas de solución o mitigación.

Fuente: Elaboración propia.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Este estudio permite concluir que el proyecto “**Línea 6 Milpa Alta – Tláhuac del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México**” *es una solución técnica, legal y ambientalmente factible y socioeconómicamente rentable*. Genera ahorros en los costos generalizados de viaje de las personas que viven en la Zona de Impacto del Estudio. De la misma manera, se constituye como un pilar del transporte y movilidad de la zona sureste de la Ciudad de México.

Factibilidad técnica

El proyecto considera la implementación del Cablebús Línea 6 mediante una extensión de 12.30 kilómetros de monocable doble electrificado, desde la estación terminal Villa Milpa Alta hasta la estación terminal Metro Tláhuac, con *5 estaciones intermedias*, con los sistemas de señalización, control de cabinas y las telecomunicaciones necesarias para el servicio del transporte masivo de pasajeros.

Al garantizar la seguridad y operación de la Línea 6 del Cablebús, mediante la revisión, dictaminación y certificación de la obra electromecánica (no incluye obra civil) por parte de una empresa externa de los elementos siguientes: Sistemas de señalización, pilotaje automático, mando centralizado, energía eléctrica en alta tensión, subestación eléctrica de alta tensión, subestaciones de rectificación, distribución, tracción y catenaria, telefonía de trenes y vías.

El proyecto es técnicamente factible, cumple las normas técnicas mexicanas aplicables, se han considerado los elementos constructivos, operativos y de servicio para que su implementación sea compatible con las Líneas 1, 2 y 3 del Cablebús que se encuentran operando con éxito actualmente por parte del Servicio de Transportes Eléctricos de la CDMX. Se consideró una *supervisión externa en la construcción*, así como una *certificación externa y la gerencia integral*, elementos que permitirán garantizar la ejecución y operación del Cablebús en los tiempos establecidos.

Factibilidad ambiental

De acuerdo con las características del proyecto, las experiencias previas en proyectos similares y los estudios determinados y evaluados, se puede concluir que el presente proyecto **es ambientalmente factible** bajo los pronósticos desarrollados. Adicionalmente, el proyecto contribuye a reducir las emisiones de gases de combustión y partículas a la atmósfera al disminuir los vehículos que transitan sobre las vialidades derivado del cambio modal de los usuarios que utilizarán el teleférico.

Factibilidad legal

Conforme a la revisión del marco jurídico sobre el que se basa el proyecto de la construcción de la Línea 6 del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac de la Ciudad de México, se concluye que el **proyecto es factible desde el punto de vista legal**, en virtud del interés público y la rentabilidad social congruente con el Plan de Gobierno de la CDMX, cuyo régimen se encuentra conforme a todas las disposiciones legales aplicables.

Factibilidad económica

Los indicadores de rentabilidad del Proyecto “**Línea 6 Milpa Alta – Tláhuac del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México**” permiten concluir que **es conveniente para el país su ejecución**, pues tiene un Valor Presente Neto (VPN) de 1,220.92 millones de pesos del año 2025 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 12.14%. Además, presenta una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) de 11.19% correspondiente al año 2025, lo que permite concluir que conviene iniciar su ejecución lo antes posible.

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
1	Memoria de Cálculo	Archivo en Excel que contiene las estimaciones de costos y beneficios del proyecto.
2	Estudio de Oferta y Demanda	Documento en el que se detalla el procedimiento de estimación de la demanda de viajes del proyecto.
3	Beneficios indirectos por incremento en el valor de los predios.	Documento que desarrolla beneficios adicionales del proyecto: incremento en el valor de los predios ubicados alrededor de las estaciones del proyecto.
4	Oficios de factibilidades	Documento que presenta los oficios firmados de las factibilidades.

VIII. Bibliografía

AMAI (2024). Índice de Niveles Socioeconómicos 2024. Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión. <https://www.amai.org/NSE/>

Alcaldía Milpa Alta (2011). Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Milpa Alta.

Alcaldía Milpa Alta (2021-2024). Programa de Gobierno de Milpa Alta 2021 – 2024.

Alcaldía Tláhuac (2008). Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Tláhuac.

Alcaldía Tláhuac (2024-2027). Programa Provisional de Gobierno 2024 - 2027.

Análisis de Costo – Beneficio Para El Cablebús 4, Tlalpan – Universidad, Ciudad de México 2025.

CEPEP (2008). Metodología General para la Evaluación de Proyectos. México, D.F.: CEPEP.

CEPEP (2015). Guía General para la Presentación de Estudios de Evaluación Socioeconómica de Programas y Proyectos de Inversión: Análisis Costo-Beneficio, Actualización 2015. México: CEPEP.

CONEVAL (2020). Índice de Rezago Social 2020. https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx

EVALÚA (2020). Un Diagnóstico de la Desigualdad Socio Territorial. Consejo de Evaluación del Desarrollo Social de la Ciudad de México Ciudad de México. Agosto 2020. <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DIES20/ciudad-de-mexico-2020-un-diagnostico-de-la-desigualdad-socio-territorial.pdf>

EVALÚA (2020). Índice de Desarrollo Social 2020. <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/principales-atribuciones/medicion-del-indice-de-desarrollo-social-de-las-unidades-territoriales/medicion-del-indice-de-desarrollo-social-de-las-unidades-territoriales>

EVALÚA (2020). Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas 2015-2020. <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/medicion-de-la-pobreza-desigualdad-e-indice-de-desarrollo-social/indice-de-nbi-y-tiempo-2015-2020>

Gobierno del Distrito Federal (2000). Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal 200-2003.

Gobierno del Distrito Federal (2003). Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal.

Gobierno de la Ciudad de México (s.f.). Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial.

Gobierno de la Ciudad de México (2025). Proyecto del Plan General de Desarrollo de la Ciudad de México 2025 – 2045.

INEGI (1990). Censo de Población y Vivienda 1990. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/1990/>

INEGI (2000). Censo de Población y Vivienda 2000. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2000/>

INEGI (2004). Censos Económicos 2004. <https://inegi.org.mx/programas/ce/2004/>

INEGI (2009). Censos Económicos 2009. <https://inegi.org.mx/programas/ce/2009/>

INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>

INEGI (2014). Censos Económicos 2014. <https://inegi.org.mx/programas/ce/2014/>

INEGI (2019). Censos Económicos 2019. <https://inegi.org.mx/programas/ce/2019/>

INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. <https://inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

INEGI. Banco de Indicadores, Economía y Sectores Productivos. Transporte. Parque Vehicular. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/>

ITDP & BID (2024). Lecciones aprendidas en la implementación de Cablebús. Presentación del Estudio – septiembre 2024.

Instituto Mexicano del Transporte (2024). Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2024. Publicación Técnica No. 838, Sanfandila, Qro: IMT. Disponible en <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt838.pdf>

Instituto Mexicano del Transporte (2025). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México 2025. Nota número 213, enero-febrero 2025, artículo I, México: Disponible en <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=628&IdBoletin=214>, consultado el 03 de junio de 2025.

PMI (2017). La Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Project Management Institute. Pennsylvania: PMI.

SHCP (2013). Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 2013.

SHCP (s.f.). Guía para la Elaboración de la Matriz de Indicadores para Resultados. México, DF: SHCP.

SEMOVI (2019 – 2024). Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México 2019 – 2024.

Viality (2025). Estudio de Demanda de la Línea 6 del Cablebús Milpa Alta – Tláhuac.



CIUDAD DE MÉXICO
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN

Construcción de la Línea 6 Milpa Alta - Tláhuac del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México

Análisis Costo Benéfico

RESPONSABLES DE LA INFORMACIÓN.

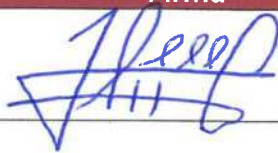
Responsables de la información

Ramo: 07 – Transporte

Entidad: Secretaria de Movilidad.

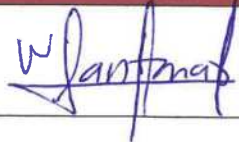
Área Responsable:

Datos del administrador del programa y/o proyecto de inversión:

Nombre	Cargo	Firma
Jorge Flores Ocaña	Director General de Planeación y Políticas	

Versión	Fecha
01_Pública	04-julio-2025

Consultor: Consultores en Innovación, Desarrollo y Estrategia Aplicada, S.C.

Nombre	Cargo	Firma
María Magdalena Santana Salgado	Apoderada Legal	





Ciudad de México a 4 de julio de 2025

Ing. Jorge Flores Ocaña
Director General de Planeación y Políticas
Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México

Asunto: Entrega del Análisis Costo – Beneficio de la Línea 6 del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México.

Por medio del presente, me permito remitir de manera oficial el *Análisis Costo – Beneficio* correspondiente al proyecto de la Línea 6 Milpa Alta – Tláhuac del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México, elaborado como parte de los trabajos contratados para sustentar la viabilidad técnica y económica de esta infraestructura.

El documento entregado ha sido desarrollado por Consultores en Innovación, Desarrollo y Estrategia Aplicada, S.C., empresa con amplia experiencia en la realización de estudios de factibilidad económica y evaluación financiera de proyectos de transporte, respaldada por un equipo de profesionales altamente capacitados en análisis económico, modelación financiera y planeación de inversiones.

Es importante precisar que el contenido, las proyecciones y la metodología empleada en este estudio son responsabilidad directa de esta consultoría, la cual garantiza que su elaboración se realizó en apego a los lineamientos establecidos y de conformidad con los criterios normativos aplicables.

Confiando en que la información proporcionada contribuirá a la toma de decisiones estratégicas para la ejecución del proyecto, reitero nuestra disposición para atender cualquier requerimiento adicional o aclaración que sea necesaria.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente



Mtra. María Magdalena Santana Salgado
Apoderada Legal

	
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN Y POLÍTICAS	
CONTROL DE GESTIÓN	
Fecha:	04-Julio-2025
Firma:	ROSS 15:07 hrs

C/ Anexo.
en Resguard.
de Marcos
Martínez

Anexo: "Análisis Costo – Beneficio de la Línea 5 Milpa Alta – Tláhuac del Sistema de Transporte Público Cablebús de la Ciudad de México".