

Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Tulancingo, Hidalgo.

AGRADECIMIENTOS

Reconocemos la colaboración de autoridades del estado de Hidalgo, de los municipios de la Zona Metropolitana de Tulancingo y los consultores de Cal y Mayor y Asociados para la realización de este documento.

Autoridades

Omar Fayad Meneses
Gobernador Constitucional del Estado de Hidalgo

José Luis Guevara Muñoz
Secretario de Movilidad y Transporte

Colaboración

Cesáreo Jorge Márquez Alvarado
Municipio de Tulancingo de Bravo

Manuel Fermín Rivera Peralta
Municipio de Cuautepec de Hinojosa

Dante Cárdenas Flores
Municipio de Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero

Consultores de Cal y Mayor y Asociados

Nubby Lilibiana Torres
Gerente de Movilidad Urbana e Ingeniería de Tránsito

John Stick Hernández Díaz
Coordinador de proyecto

Yuly Carolina Cruz Siachoque
Especialista en ingeniería de Tránsito

Saúl Martínez González
Especialista en movilidad no motorizada

Silvia Elena Córdova Téllez
Especialista en Desarrollo Urbano


Ariana Badillo Brito
Especialista en Transporte Público

Raúl Alejandro Ordóñez Gómez
Especialista en evaluación socioeconómica

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	9
INTRODUCCIÓN.....	11
ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE VARIABLES	13
Desarrollo urbano y variables socioeconómicas de población	13
Traza urbana.....	15
Estructura urbana.....	16
Diagnóstico del transporte de mercancías.....	16
Diagnóstico del transporte público de pasajeros.....	17
Tipo de oferta según el recorrido	18
Caracterización de las paradas y terminales.....	18
Caracterización de la demanda	19
Diagnóstico operativo del tránsito.....	20
Sentidos de circulación.....	21
Señalamiento	21
Semáforos	22
Volúmenes.....	22
Velocidades.....	25
Estacionamiento.....	25
Inventario sitios de taxi	26
Niveles de servicio	26
Seguridad vial	27
Diagnóstico de movilidad no motorizada.....	27
Movilidad en bicicleta	29
Movilidad peatonal	30
Conclusiones generales	31
Estrategia Evitar – Cambiar - Mejorar	33
FORMULACIÓN DEL PIMUS Y SUS PROGRAMAS	33
Programa integral de vialidades y operación del tránsito	34
Definición de la jerarquización vial de y redistribución de espacio existente de acuerdo a la función asignada.	34

Construcción de infraestructura nueva.....	34
Intervenciones en intersecciones.....	36
Intervenciones mayores	36
Intervenciones menores	37
Optimización de los sentidos de circulación	40
Optimización y coordinación semafórica.....	41
Evaluación de intersecciones analizadas.....	41
Estimación de acciones de conservación.....	42
Programa integral de estacionamientos	44
Restricción de estacionamiento.....	45
Zona de pago de estacionamiento (Parquímetros).....	45
Programa integral de movilidad no motorizada	47
Movilidad peatonal	48
Movilidad en bicicleta.....	53
Programa de transporte de mercancías.....	55
Objetivos, estrategias y metas	56
Propuesta de transporte público	59
Diseño funcional del transporte público	59
Diseño operacional de la red de transporte público.....	63
Estimación de ingresos en la situación con proyecto	71
Modelo de recaudación.....	72
Sistema de Recaudo	72
PORTAFOLIO DE PROYECTOS.....	75
Estimación paramétrica de costos	78
Acciones de promoción del plan	79
Comunicación estratégica.....	79
Comunicación visual	79
Estrategias de promoción	79

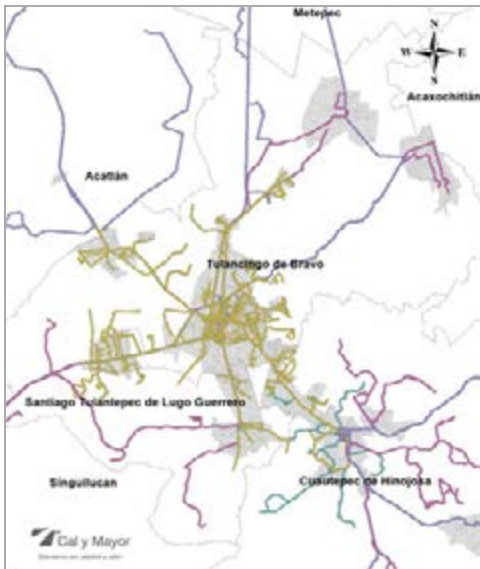


Especialidad: Movilidad urbana
Cliente: Secretaria de Movilidad y Transporte
Tipo de cliente: Gobierno
Región: México, Hidalgo
Año: 2020
Proyecto: Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable
de la Zona Metropolitana de Tulancingo, Hidalgo.

PRESENTACIÓN

La Zona Metropolitana de Tulancingo (ZMT) se localiza en el Estado de Hidalgo, delimitada por las áreas urbanas de los municipios de Cuauhtepac de Hinojosa, Santiago Tulantepec y Tulancingo de Bravo; siendo este último el municipio de mayor concentración de población urbana.

Cabe señalar que la zona de análisis se encuentra considerada dentro de la “Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010” de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Donde señala que la ZMT considera el área urbana de 3 municipios del estado de Hidalgo; esta información se complementa y sustenta lo solicitado en los TDR, bases del presente estudio, donde se indica que se considere zonas del entorno urbano-urbanizado y urbanizable de estos municipios.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Para los municipios que conforman la zona metropolitana se han identificado un número importante de rutas de transporte, las cuales operan con vehículos de baja capacidad con una tarifa base de \$9 pesos



256,662
habitantes en 2020

3 municipios

conforman la Zona Metropolitana de Tulancingo

97%

de la flota de transporte público son Vagonetas



58%

de los viajes en transporte público tienen una duración menor a una (01) hora



103 mil

Viajes diarios en transporte público

Los servicios de transporte público identificados ofrecen servicios de tipo urbano, suburbano y regional.

De acuerdo a los datos de la secretaria de transporte convencional región Tulancingo, en la zona metropolitana actualmente operan alrededor de 987 unidades de transporte registradas.

La Ciudad de Tulancingo ha tenido un crecimiento constante hacia la periferia lo cual ha generado que los servicios y actividades económicas se concentren en la zona centro, mientras que la vivienda sigue creciendo hacia las periferias.

Para comprender mejor la movilidad de la Ciudad se han elaborado una serie de estudios enfocados a comprender el tránsito y transporte de la ciudad en términos de oferta y demanda. Estos han consistido en conteos, inventarios y encuestas.

Esta información ha permitido diagnosticar las condiciones de movilidad en la ZMT de manera que se identificaron las áreas de oportunidad y potencialidades a partir de las cuales se formulan los programas del PIMUS.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional en las ciudades y el aumento de necesidades de esta población genera una presión sobre los recursos que los centros urbanos deben proveer a sus habitantes, entre estas necesidades el transporte surge como una prioridad para garantizar la libre movilidad de los ciudadanos y brindar condiciones apropiadas para mantener un crecimiento sostenible.

Sin embargo, la falta de políticas claras en materia de desarrollo urbano y de transporte hace que los ciudadanos busquen de forma independiente mejorar su propia movilización sin importar la carga social que derive de estas decisiones individuales, esto ha llevado a que en las grandes urbes exista una alta dependencia del vehículo particular y una deficiente prestación de servicio de transporte público, dejando en un segundo plano sistemas de transporte no motorizados y relegando al peatón frente al vehículo.

En este contexto, la Zona Metropolitana de Tulancingo (ZMT), muestra condiciones comunes a las urbes de tamaño medio, en las cuales si bien el territorio permite la realización de viajes cortos, se observa la necesidad de contener el crecimiento de la mancha urbana bajo la implementación de una política de movilidad urbana sustentable.

Para esto, el estudio del PIMUS se ha planteado de manera que desde una perspectiva integral se desarrollaron y evaluaron propuestas que atienden los elementos que intervienen en la movilidad de la ZMT. Así, a continuación se presenta un

resumen ejecutivo de las actividades desarrolladas partiendo de una síntesis del diagnóstico en la cual se resaltan los principales hallazgos de las características de la movilidad, procurando tener una visión transversal y un análisis espacial de la dinámica de la movilidad. Luego, se hace un recuento de los elementos que conforma la prospectiva de la movilidad urbana y que son la base para el desarrollo de los programas del PIMUS; los cuales son presentados indicando la forma en que los proyectos pueden ser implementados en los distintos horizontes de tiempo.

La metodología desarrollada sigue el enfoque de planeación de transporte, basada en la investigación, un diagnóstico de la situación, el pronóstico del comportamiento del sistema de movilidad en el futuro, el análisis de alternativas de solución, y la elaboración de un programa de opciones para la Zona Metropolitana de Tulancingo, incorpora importantes avances técnicos que permitirán llevar a cabo tomas de información de mejor calidad, análisis más precisos y rápidos y soluciones ajustadas a la realidad local.



ANÁLISIS, DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE VARIABLES

El diagnóstico identifica las condiciones actuales en la zona metropolitana referentes a desarrollo urbano, transporte de mercancías, transporte público de pasajeros, tránsito, y de movilidad no motorizada. A continuación se presentan los principales puntos de cada tema.

DESARROLLO URBANO Y VARIABLES SOCIOECONÓMICAS DE POBLACIÓN

El proceso de metropolización lleva intrínseco la urbanización, crecimiento y desarrollo en la ciudad central y se privilegia su dinámica con los núcleos urbanos vecinos. A partir de la conurbación física, entre los municipios el 18 de junio del 2008 se emite la declaratoria de la Zona Metropolitana de Tulancingo (ZMT).

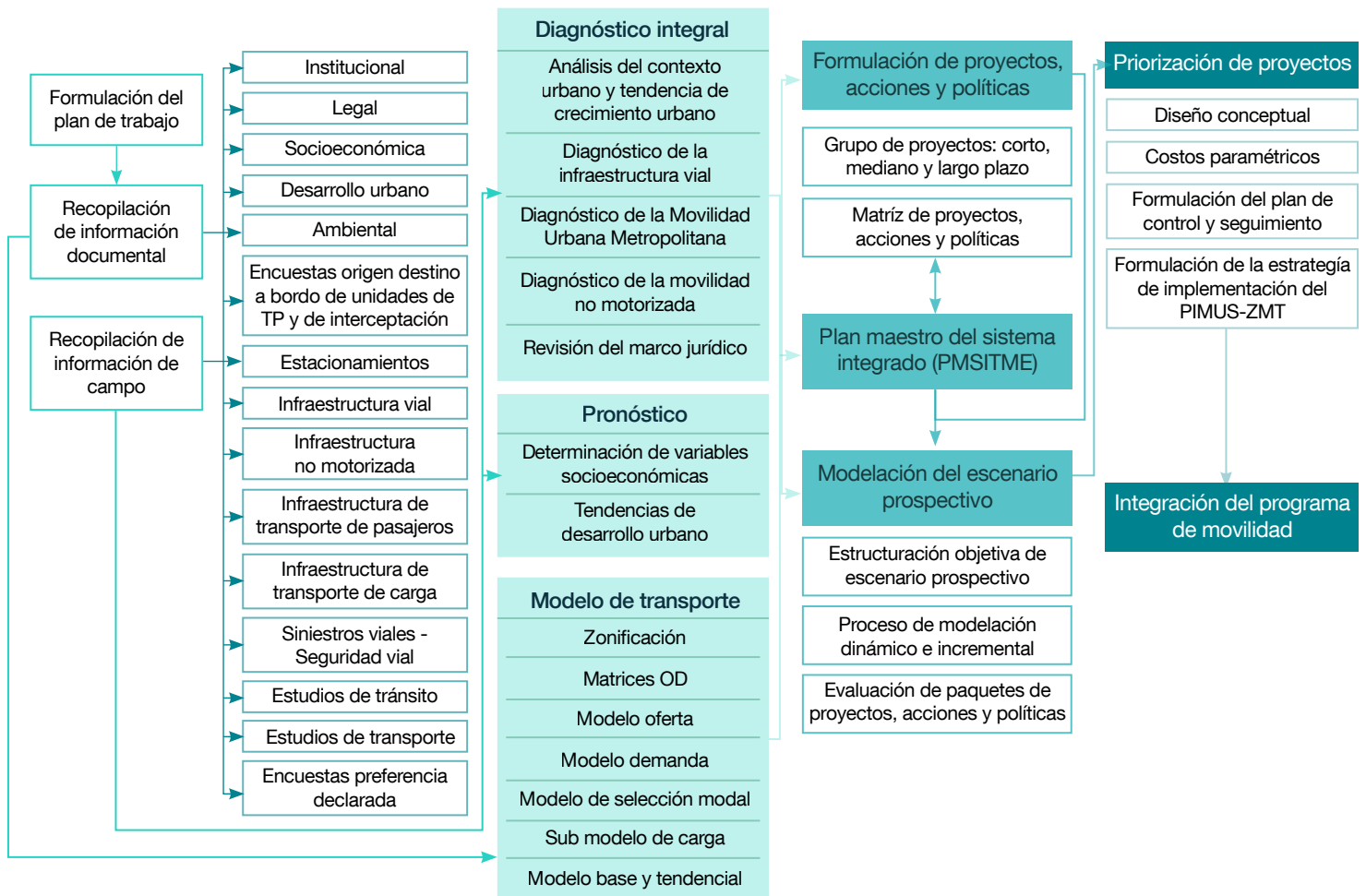
El crecimiento físico disperso y poco denso de la ZMT denota el incipiente proceso de consolidación con tendencia a una urbanización expansiva y desigual que como consecuencia genera impactos negativos en la calidad de vida urbana en la que la población marginada suele ser la peor localizada, ya sea por los bajos niveles de accesibilidad o por ubicarse en zonas de riesgo.

Del diagnóstico urbano se tienen como hallazgos más relevantes los siguientes:

- El crecimiento poblacional se ha estabilizado en el último quinquenio
- El género femenino representa el 53% de la población, mientras que el género masculino alcanza el 47% de la población en las localidades urbanas.
- Se ha reducido el porcentaje de población analfabeta tanto a nivel municipal como a nivel de localidad urbana, al 4% y 3.1% respectivamente.
- El grado de escolaridad a nivel municipal es de 9.04, mientras que a nivel localidad Santiago de Tulantepec presenta el número de grados escolares, con el 10.26

- La PEA de la zona metropolitana de Tulancingo representa el 60.5% de la población, de ellos, el 92.6% se encuentra ocupada.
- Del total de vivienda en el municipio, el 74% de la vivienda se concentra en la zona metropolitana de Tulancingo, de ellas el 75% se encuentran habitadas y el 16% deshabitadas
- El crecimiento de las nuevas zonas de vivienda y grandes desarrollos inmobiliarios están ocupando las áreas destinadas para uso agrícola y pastizales, que, si bien no es la tendencia óptima, se debe tener especial atención en no permitir el crecimiento de las zonas cercanas a los escurrimientos.
- Las zonas al nor-poniente de Tulancingo como son las colonias de Huapalcalco, San José Caltengo, la Argentina, Rancho Alamoxtitla, y la zona central como las colonias Guadalupe y Francisco I. Madero, las Arboledas y San Rafael, en conjunto con las colonias Benito Juárez y Felipe Ángeles ubicadas en Cuauhtepac presentan mayor densidad de población.
- La conformación de corredores comerciales sobre vialidades primarias y regionales permite distribuir la actividad económica en la zona metropolitana, sin embargo, es importante promover la gestión del estacionamiento a fin de evitar la saturación y ocupación de la infraestructura vial que puede ocasionar la reducción de la capacidad y por ende la saturación de vías.
- Es importante contener, densificar y ocupar los espacios urbanos a fin de facilitar la dotación de servicios, permitirá que los habitantes requieran realizar desplazamientos cortos para satisfacer sus necesidades y por ende reducir el tiempo de traslado hacia los atractores y generadores de viajes. Es conveniente propiciar la compatibilidad y mixtura en los usos de suelo.
- De acuerdo con la proyección de la población, la zona metropolitana ha llegado a su nivel de estabilización, sin embargo es primordial consolidar el espacio urbano, evitar la segregación de los usos de suelo, integrar y equilibrar la ciudad dispersando las actividades económicas gestionar adecuadamente el crecimiento en las periferias.

Metodología general



Estrategia de participación e integración ciudadana, expertos y gobierno

Traza urbana

La zona metropolitana de Tulancingo al estar constituida por tres ciudades, presenta dos tipos principales de morfología; la ciudad de Tulancingo y Cuautepec de Hinojosa, presentan un trazo ortogonal definido en la zona central, y en medida que se va alejando del centro, la traza se va adecuando al terreno sobre el cual se extendieron dichas ciudades.

Mientras que la ciudad de Santiago Tulantepec muestra una morfología irregular que se va expandiendo hacia la conurbación

de las ciudades que integran la ZMT; la estructura vial es de tipo orgánico y la ciudad se ha expandido de acuerdo a las necesidades sin un diseño planeado.

A continuación, se presentan algunas de las trazas urbanas más características de la zona metropolitana de Tulancingo.

Tulancingo



Ejemplo traza ortogonal



Tulancingo



Ejemplo traza irregular o plato roto



Cuautepec



Ejemplo traza ortogonal



Tulancingo



Ejemplo traza combinada



Santiago Tulantepec



Ejemplo traza irregular o plato roto



Santiago Tulantepec



Ejemplo traza combinada



Fuente: Cal y Mayor, a partir de INEGI y Google Earth, 2021

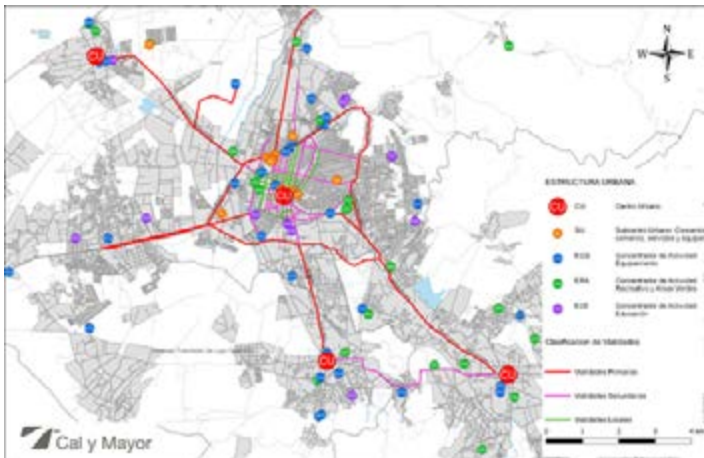
Estructura urbana

El centro urbano de la ciudad, el centro antiguo, se caracteriza por concentrar comercios y servicios de escala urbana en la ciudad, además de ser la sede de los gobiernos locales para Santiago Tulantepec y Cuauhtepac, mientras que para Tulancingo la reubicación del Palacio de Gobierno en la zona de San Nicolás proyecta un nuevo centro cívico y de crecimiento.

Los elementos de recreación se encuentran distribuidos en la ZMT, sin embargo, la zona de Javier Rojo Gómez, Pedregal de San José u Unidades Habitacionales, carecen de elementos para la recreación y unidades deportivas. Por otra parte, los elementos de educación de nivel medio superior y superior, cuentan con un radio de servicio requerido para dar atención a la población escolar.

En las vialidades primarias se concentra la actividad comercial, de servicios y por tanto son corredores atractores de flujos urbanos, estas son el eje estructurador del crecimiento de la ciudad, sin embargo, el libramiento a la Joya, Blvd. Zapata y a vía Tulancingo Ecatepec de Morelos, fungen como delimitantes de la segunda herradura vial de la ciudad.

Estructura urbana



Fuente: Cal y Mayor, con información de INEGI 2020.

DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

A través de la elaboración del diagnóstico, se encontró que los vehículos que transportan mercancías dentro de la zona metropolitana son principalmente camionetas tipo pick-up; y camiones unitarios de 2 ejes; particularmente las primeras, se encuentran de forma abundante, en el centro del área metropolitana, pues este tipo de vehículos llegan a alcanzar hasta 33% de participación en el flujo vehicular en el centro del municipio de Tulancingo de Bravo.

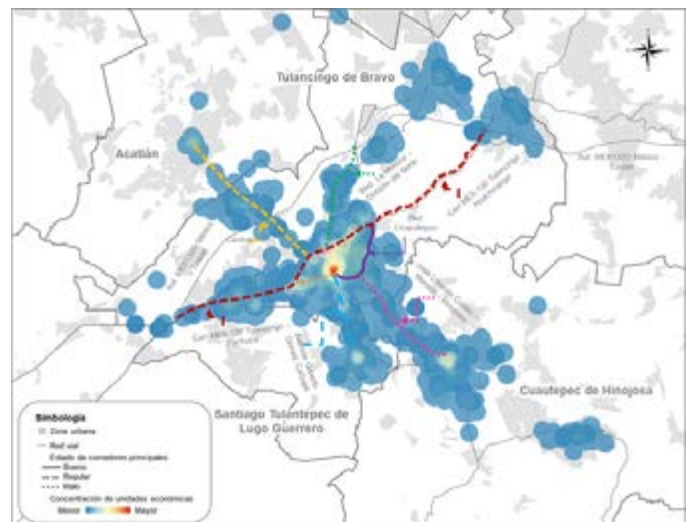
Lo anterior se explica a razón de la alta concentración de unidades económicas dentro 11 colonias centrales del municipio, pues en esta sección territorial se pueden encontrar hasta el 40% de todas las unidades económicas registradas en los municipios de Tulancingo de Bravo, Cuauhtepac de Hinojosa y Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero o 39% al considerar el municipio de Acatlán, de las cuales más del 90% son microempresas, es decir, empresas con hasta 10 trabajadores. Con lo anterior, se puede

inferir que el área de estudio, tiene una estructura concéntrica muy marcada que, por lo general, se encuentra o encontrará acompañada de problemas de congestión vehicular y emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes; situación que se buscaría mitigar en el mediano y largo plazo.

Por otra parte, las vialidades son otro elemento a resaltar. La carretera MEX-130 Pachuca – Tulancingo-Huachinango es la vialidad más importante en materia de transporte de mercancías, pues el flujo de vehículos para estos fines, llega a representar alrededor del 30% entre vehículos de largo itinerario y vehículos de tránsito local. Otras vialidades importantes que funcionan como interconexiones entre la zona central del área metropolitana, la carretera libre y la autopista de cuota, son Avenida Central, Blvd. La Morena - División de Norte, mismas que amplían la conectividad de la zona. No obstante, estas vías no se encuentran en sus mejores condiciones ya que de acuerdo a las visitas en sitio, el estado del pavimento se encuentra en estado regular o malo. No obstante, resultaría impreciso, afirmar que estas vialidades deben ser prioridad al plantear objetivos, estrategias ya que la visión del programa buscaría tener un alcance integral.

A forma de resumen, la siguiente figura muestra la situación actual en el área metropolitana de Tulancingo donde se parecía la concentración de actividad económica en una sección reducida del territorio de la misma, que, en el costo, mediano y largo plazo traería consigo un problema ineludible de congestión vehicular en términos generales y especialmente importante para el tránsito de mercancías en el centro de Tulancingo. Asimismo, se muestra la infraestructura vial de relevancia para el tránsito de mercancías en estado deteriorado, lo cual, merma la competitividad de la región en términos de flujo comercial.

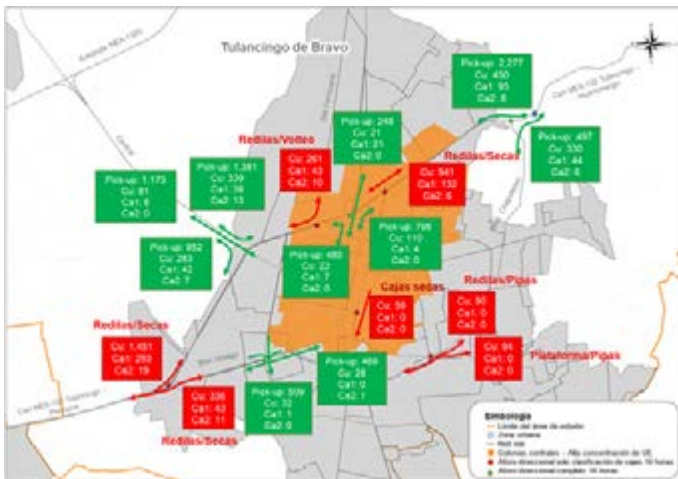
Resumen de situación actual



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

En términos generales, en los aforos de flujo y direccionales, los vehículos de carga alcanzan una representación del tránsito total que va desde 8% en el sector sur más alejado del centro y hasta 32% en la carretera MEX-132, Tulancingo-Huachinango al noreste de la zona metropolitana. Para el caso en particular de los aforos direccionales y las estaciones con clasificación detallada del cargamento, se construyó la siguiente figura para la comprensión de los flujos principales de vehículos.

Mapa de flujos principales



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

*Cu: Camiones unitarios (2-4 ejes) - Ca1: Camiones articulados (5-6 ejes) - Ca2: Camiones articulados (>6 ejes)

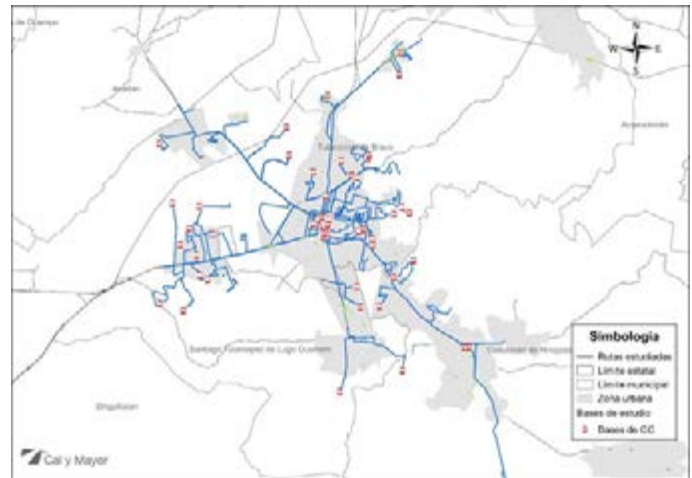
De nueva cuenta, es notable el uso de vehículos tipo pick up y camiones unitarios con caja de redilas para el tránsito de mercancías, asimismo, los vehículos de mayores dimensiones, transitan principalmente por la carretera MEX-132.

DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS

El transporte público en el Área Metropolitana de Tulancingo aún está conformado por una gran cantidad de rutas que realizan el servicio sin ningún tipo de coordinación, en la práctica, la mayoría de las rutas llegan a las terminales en el Centro de Tulancingo y luego se devuelven a su sitio de origen. Es muy difícil conocer la operación completa del sistema, la red de rutas presenta una gran superposición de recorridos, algunos con longitudes largas, grandes tiempos de viaje, bajas velocidades y congestión vial, en especial en el centro. En el contexto de la dinámica urbana el sistema es ineficiente.

Según datos de Región de Transporte de Tulancingo, el servicio de transporte de la Ciudad de Tulancingo y su Zona Metropolitana está conformado por aproximadamente 175 derroteros de los cuales se elaboró una verificación de recorridos de 57 recorridos con sistema de GPS y el resto se validó de manera puntual en los puntos de estudio de frecuencia y ocupación visual. En la siguiente figura se ilustran las rutas y bases de cierre de circuito estudiadas.

Rutas estudiadas en campo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

De acuerdo con la revisión hecha sobre estas rutas, más del 95% de las rutas se prestan con unidades tipo vagonetes que tienen una capacidad de entre 12 a 15 pasajeros. El estado físico de las unidades es en general regular con un 78% de las unidades en tal estado. No se registraron unidades en mal estado.

Ahora, para estas rutas, se identificaron parámetros operativos, los cuales se resumen a continuación.

Resumen parámetros operativos de rutas en estudio

	Longitud de ruta, km	Tiempo de recorrido, minutos	Velocidad km/h
Mín.	2.44	9.85	9.07
Máx.	18.45	60.16	27.33
Promedio	7.77	28.05	16.63

Con respecto a las velocidades, resulta interesante notar que hasta un 35% de las rutas presenta una velocidad menor a los 15 km/h, lo que indica la necesidad de mejorar la operación de las mismas. De otra parte, según la estimación del IPK para el periodo pico de la mañana, se observa que este varía entre 0.9 y 1.1 pasajeros por kilómetro, indicador que muestra la posibilidad optimizar el servicio de las rutas a fin de reducir los kilómetros recorridos atendiendo la totalidad de la demanda de transporte público. Las tarifas base a los usuarios es de \$9.

Tipo de oferta según el recorrido

Para entender mejor la oferta de los servicios identificados de transporte público de la Ciudad de Tulancingo y su Zona Metropolitana ha sido importante clasificar los servicios en Locales, Urbanas, Suburbanas y Regionales, con la finalidad de entender la cobertura y la integración con la Ciudad Central.

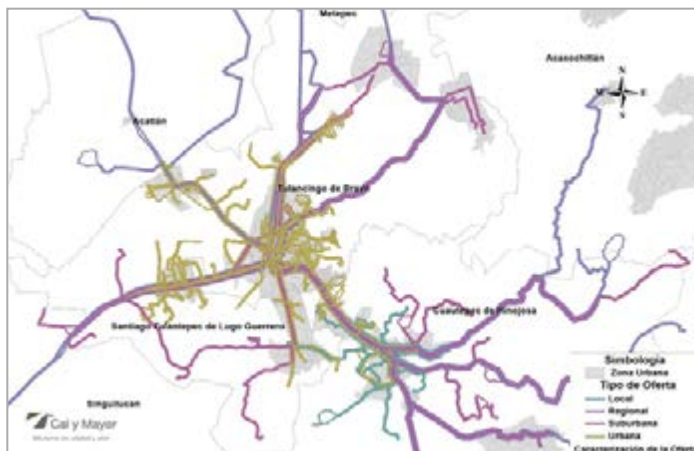
Estas clasificaciones entienden principalmente a los límites geográficos de acuerdo a los siguientes criterios empleados. En la siguiente tabla se muestra la agrupación del sistema de transporte público de acuerdo a su recorrido caracterizado según los conceptos anteriores.

Clasificación de la oferta del sistema de transporte

Tipo de Oferta	N° de ruta	Descripción
Local	9%	Recorridos dentro de alguna mancha urbana interna y que no tiene relación directa con la zona de ciudad central.
Regional	17%	Rutas cuyo recorrido va más allá de los límites de los municipios de análisis y sin embargo estas relacionadas con la mancha urbana principal.
Suburbana	26%	Rutas con recorridos más allá de la mancha urbana principal que integran las localidades rurales o urbanas dentro de los límites municipales de interés.
Urbana	49%	Rutas que en su recorrido interactúan dentro de la mancha urbana principal

Se identifica claramente que los servicios predominantes en la ciudad de Tulancingo y sus municipios conurbados son principalmente urbanos; es decir se localizan en la mancha urbana principal. La siguiente imagen muestra gráficamente la clasificación de dichas rutas.

Clasificación de las rutas de acuerdo a la oferta



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

En cuanto al sistema Suburbano se aprecia que existen algunas localidades en las cuales no se percibe una cobertura de transporte público, sin embargo, en estas localidades es probable que se considere solo el transporte de paso o algunos servicios eventuales no considerados en este análisis.

Cobertura de Rutas Suburbanas



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Caracterización de las paradas y terminales

De acuerdo con los recorridos realizados en terreno y el inventario de rutas de transporte público es importante mencionar que salvo algunas terminales importantes en el centro de Tulancingo, no se evidencia infraestructura adecuada para la operación de terminales de transporte.

Así, se identifican como terminales fuera de vía las ubicaciones de la Central de autobuses, Libertad y 21 de marzo donde se concentran 38 rutas, existiendo además 22 lugares que operan como cierre de circuito o terminal en vía y donde se distribuyen hasta 99 rutas de transporte público, con lo consecuentes inconvenientes de operación que esto conlleva.

Ubicación de terminales en el centro

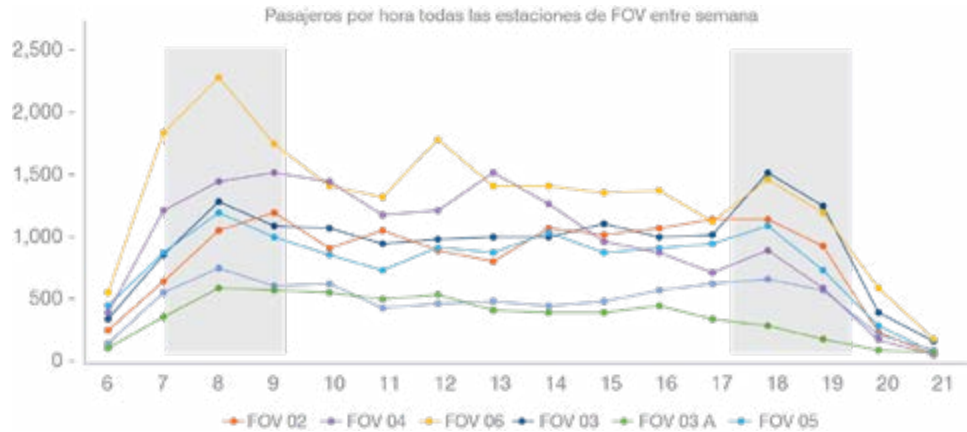


Caracterización de la demanda

Para la realización de este análisis fueron establecidos 6 puntos estratégicos en la red vial para evaluar el comportamiento de los flujos de pasajeros en los principales corredores viales de la ciudad los cuales se vinculan directamente con el centro de la ciudad.

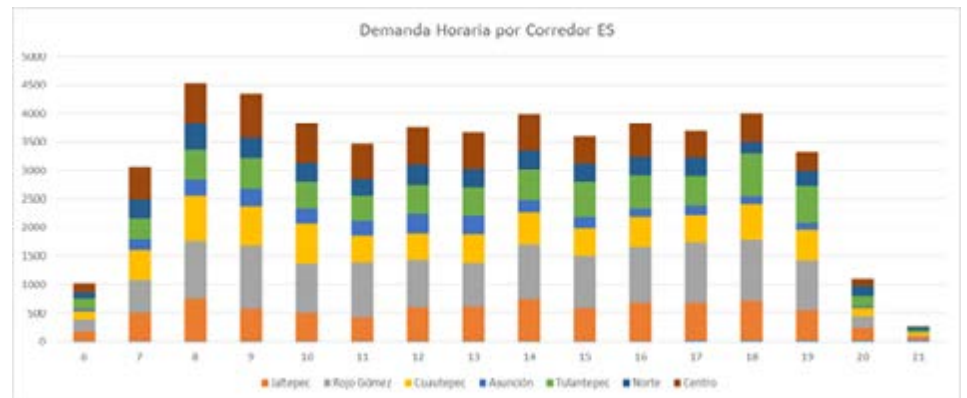
En la gráfica siguiente se observa el histograma demanda por hora para todos los puntos en un día hábil entre semana, donde se observa que el volumen de mayor demanda es de 08:00 a 09:00 de la mañana con 8,569 pasajeros y por la tarde 18:00 a 19:00 horas con 7,045 pasajeros.

Volumen de pasajeros por hora y estación de FOV, entre semana



Volumen de pasajeros por corredor

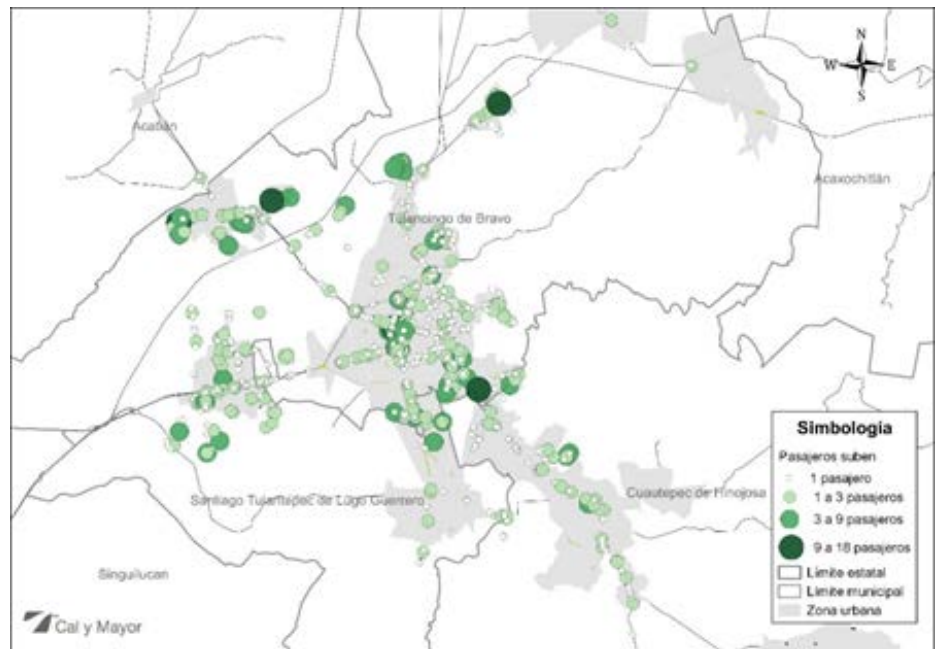
Al cuantificar los volúmenes por corredores principales, se puede observar, que a lo largo del día el corredor que más demanda aporta es Rojo Gomez llegando a representar hasta el 24% de la demanda identificada. Los siguientes corredores en orden de demanda de transporte son Jaltepec, Centro y Cuauhtepec y Tulantepec donde la aportación varía entre el 14% y 16% y los de menor demanda son el corredor proveniente del norte y asunción con un 9% y 6% de aporte en la demanda.



Flujo de pasajeros a lo largo del recorrido

Con base en los estudio de ascenso y descenso, fue posible identificar como varia la demanda de pasajeros para las rutas estudiadas, lo cual permite identificar los puntos de mayor concentración de pasajeros que abordan y desciendes de las unidades de transporte, así como los tramos de mayor demanda de pasajeros a bordo de las unidades

Al revisar el comportamiento de los pasajeros que abordan, se observa que las periferias presentan las zonas de mayor ascenso de pasajeros se ubican en las cabecera de Jaltepec, la zona norte y Cuauhtepec, asimismo, el corredor de Rojo Gómez concentra varios punto de alta intensidad de ascensos.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.



En cuanto los descensos, el centro indica una mayor densidad de puntos de bajada de pasajeros lo que hace sentido con el modelo mono céntrico de la ZMT, asimismo se identifican zona de alto descenso en Jaltepec y Cuauhtepéc que pueden relacionar con viajes de regreso al hogar.

Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

A partir de los trabajos de campo en las rutas estudiadas se realizó una estimación de la demanda de transporte público, así, se obtuvo que para un día entre semana la demanda asciende a cerca de 103 mil pasajeros donde la demanda de rutas urbanas es del orden de 71 mil pasajeros. La siguiente tabla según el tipo de ruta.

Demanda en transporte público

Tipo de demanda	Total general	Demanda al día
Regional	13%	13,480
Suburbana	17%	17,628
Urbana	69%	71,548
Total		103,693

DIAGNÓSTICO OPERATIVO DEL TRÁNSITO

Al analizar la zona metropolitana de forma integral se observa que debido al desarrollo radial, donde la ciudad de Tulancingo de Bravo es el centro, los municipios ubicados y consolidados alrededor, se conectan con el centro a través de ejes viales o brazos, atendiendo la necesidad primaria de conexión con el centro económico, pero al no existir conexión entre brazos o municipios, se genera que los viajes de paso que no tienen como destino final la ciudad de Tulancingo deban ingresar a esta para tomar la vía que los conecta con el destino buscado

De los 77 km de vía representados, la red vial primaria representa el 51% y la red vial secundaria el 41% restante, se resalta que todas las vialidades que no fueron representadas pertenecen al grupo de las vías locales. Es posible identificar falta de vialidades secundarias que permitan conectar toda la red vial local con las vías primarias para lograr ofrecer desplazamientos largos y rápidos, esta situación se evidencia en la zona oriente de la ciudad de Tulancingo.

Viajes de paso que deben ingresar a la ciudad de Tulancingo de Bravo



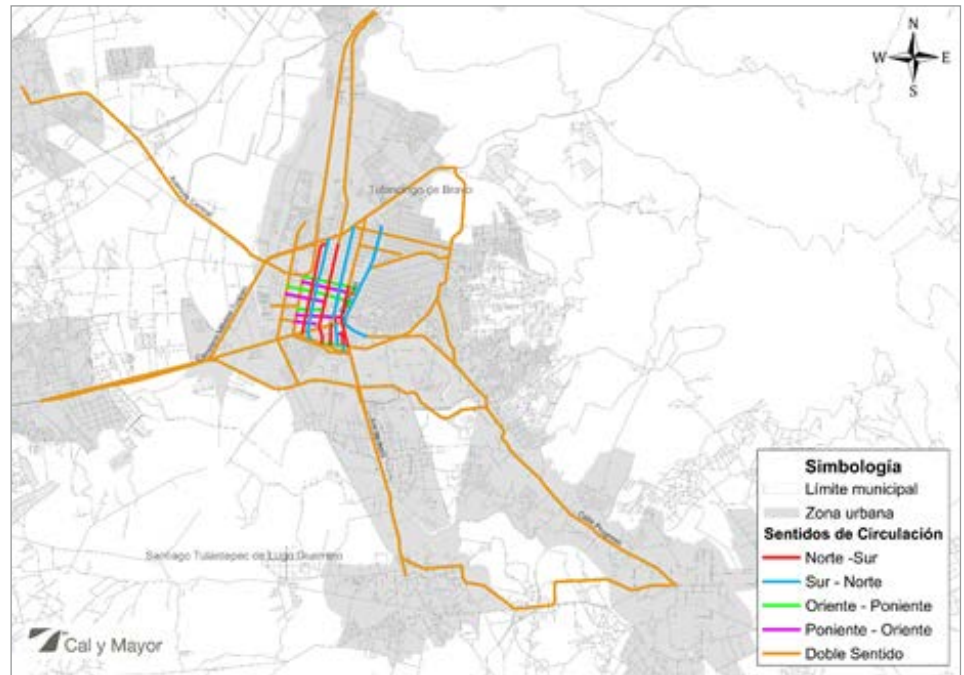
Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Sentidos de circulación de la red vial analizada de la Zona Metropolitana de Tulancingo

Sentidos de circulación

Los sentidos de circulación observados en la red vial considerada de la Zona Metropolitana de Tulancingo se muestran en el siguiente mapa. Se puede observar que todas las vialidades primarias, perimetrales a la mancha urbana y las vías de conexión con los municipios conurbados, ofrecen doble sentido de circulación lo cual coincide con su función.

En el centro de la ciudad de Tulancingo (primer cuadro y sus alrededores), donde existe este sistema de vías de único sentido, se observó una mayor proporción de vías que permiten una circulación hacia el oriente de la ciudad (62%), versus el 38% que ofrecen la posibilidad de dirigirse al poniente. Esta condición representa un desequilibrio que genera sobre recorridos a los usuarios que buscan salida desde el centro hacia el poniente de la ciudad.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Señalamiento

Al analizar el estado del señalamiento total inventariado se identificó que el 82% correspondiente a 469 señales se encuentra en buen estado, el 10% correspondiente a 57 señales se encuentra en mal estado, y las 44 señales restantes que representan el 8% se encuentran en regula estado.

Por su parte la evaluación del estado del señalamiento horizontal conformado por todas las marcas del pavimento, indicó que el 70% se encuentra en malas condiciones; en este caso el estado del pavimento influye de manera preponderante en la calidad y visualización de las líneas y marcas existes. La

combinación del deterioro del pavimento y el desgaste de la demarcación horizontal hacen que la evaluación del estado arroje altos porcentajes en malas y regulares condiciones.

En términos generales se observa cerca del 75% del señalamiento vertical y horizontal de la red vial principal analizada, se encuentra en mal o regular estado, constituyendo un área de oportunidad que debe ser atacada iniciando por los corredores principales que atienden altos volúmenes vehiculares. La siguiente figura muestra evidencia del estado actual del señalamiento horizontal en la intersección de la carretera Pachuca - Tulancingo y el libramiento a Cuatepec.



Registro fotográfico del estado del señalamiento horizontal



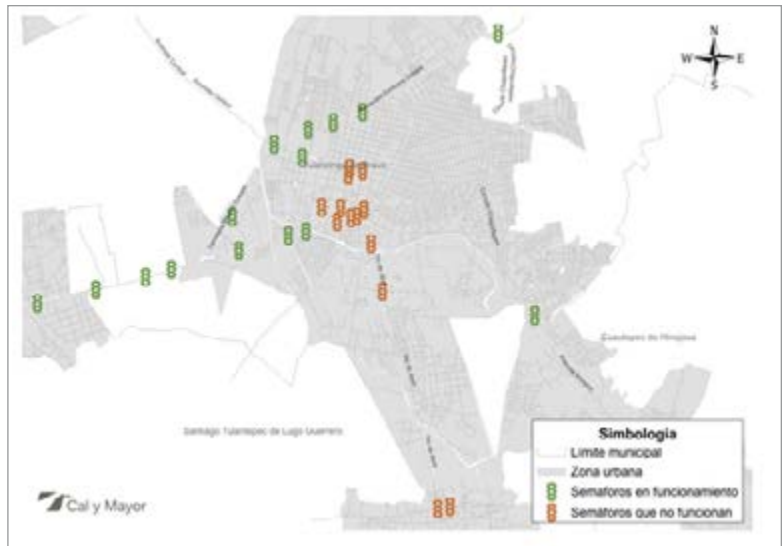
Semáforos

En las siguientes figuras se muestra que de las 28 intersecciones identificadas con infraestructura semafórica solo 15 (54%) se encuentran en funcionamiento. Se observa que el 73% de la infraestructura semafórica no funcional, se encuentra instalada en intersecciones del primer cuadro de la ciudad de Tulancingo. El sistema adoptado para el control de la circulación en esas intersecciones, es conocido como “1*1”, donde el paso se da alternado a un vehículo de cada flujo que accede a la intersección.

Los semáforos identificados funcionan de manera aislada, es decir, que se manipulan de manera local y no están conectados a un centro de control. Dada la antigüedad de los equipos, se identifica que solo pueden operar con 2 planes de señales, no obstante, de acuerdo con las revisiones en campo las intersecciones exhiben el mismo plan de señales durante las 24 horas del día, siendo esto un área de oportunidad ya que los ciclos semafóricos deben ser ajustados de acuerdo con la direccionalidad y cambios diarios de la demanda vehicular.

En términos generales se observa que los ciclos semafóricos son largos y no cuentan con longitudes compatibles que permitan una coordinación o generación de olas verdes para dar continuidad y minimizar las detenciones en los flujos principales

Intersecciones semafóricas funcionales y no funcionales en la Zona Metropolitana de Tulancingo

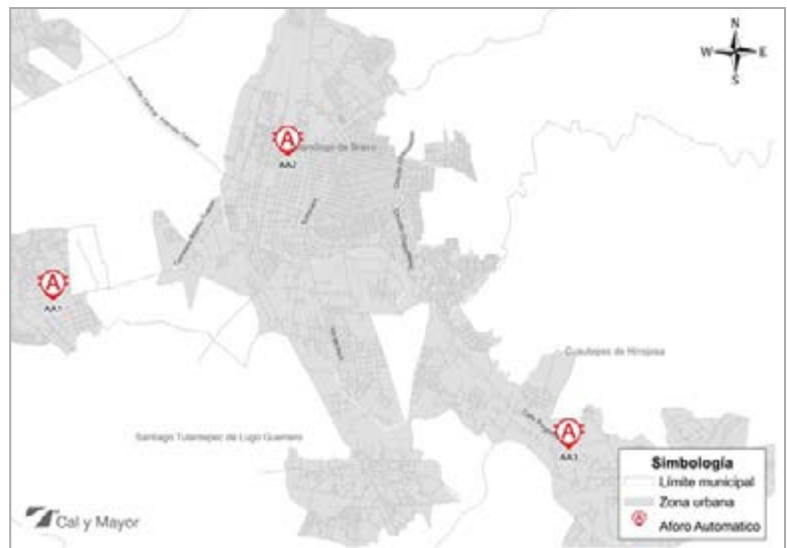


Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Volúmenes

Para identificar el comportamiento de los volúmenes de tránsito en los corredores principales de la Zona Metropolitana de Tulancingo, se realizaron distintos tipos de conteos, entre aforos automáticos, aforos de flujo y aforos direccionales. El resumen de los principales resultados es mostrado a continuación.

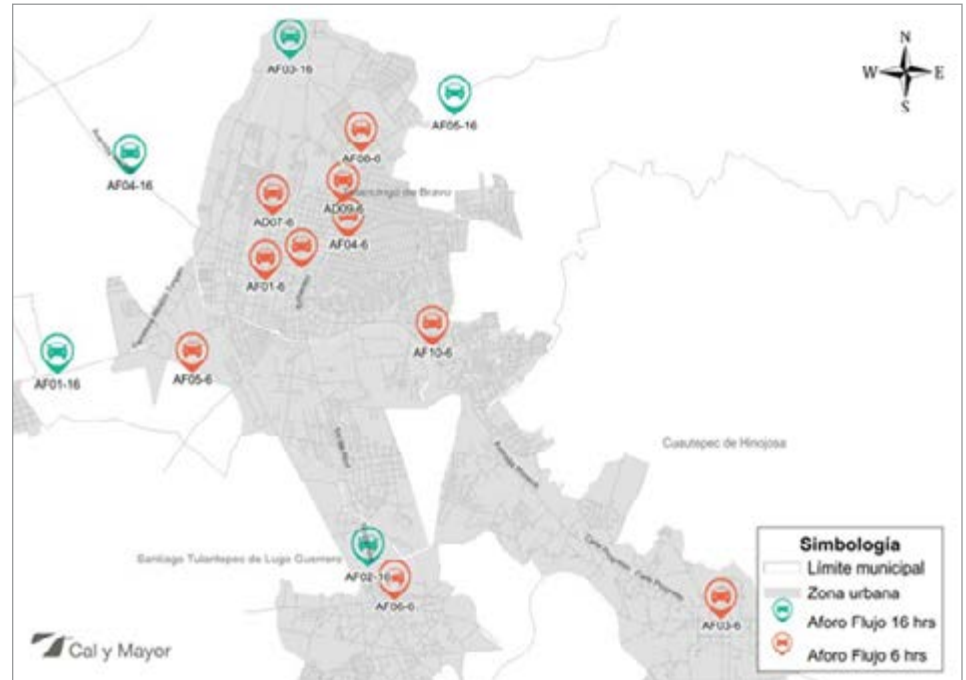
Ubicación de las estaciones maestras



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Estación	Ubicación	Volumen diario							TPDS	% descenso durante el fin
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
AA01	Pachuca-Tulancingo	45,515	42,741	42,736	42,532	45,148	38,528	33,943	41,592	17%
AA02	Boulevard Emiliano Zapata	34,330	36,616	33,561	34,446	35,653	30,373	26,542	33,074	19%
AA03	Progreso	17,659	15,376	13,336	14,794	17,291	11,798	9,822	14,297	31%

Ubicación de estaciones de aforos de flujo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Para la medición en vialidades principales y secundarias dentro de la mancha urbana de la Zona Metropolitana de Tulancingo, se realizaron 15 estaciones de aforo de flujo.

Estación	Ubicación	Hrs. de conteo	Vol. total jornada matutina	Hr. Pico	Vol. de hora pico	Composición vehicular (HMD)						Factor de hr. pico
						Vehículo ligero	Autobus	Transporte público	Carga	Motos	Bicicleta	
AF01	Luis M. Ponce - Miguel Hidalgo	6	1,940	12:00 - 13:00	474	67%	0%	6%	11%	13%	3%	6%
AF02	Libertad	6	1,069	11:45 - 12:45	271	60%	0%	6%	14%	14%	5%	6%
AF03	Benito Juárez	6	907	11:30 - 12:30	229	47%	0%	8%	16%	15%	14%	8%
AF04	Aquiles Serdan Norte	6	95	11:15 - 12:15	22	44%	1%	27%	13%	12%	3%	27%
AF05	Tulancingo - Santiago - Tulantepec	6	3,364	07:45 - 08:45	692	56%	0%	1%	34%	9%	0%	1%
AF06	Jardín Felipe Carrillo Puerto - Del Ferrocarril	6	1,672	08:15 - 09:15	329	46%	0%	4%	17%	17%	16%	4%
AF07	De la Morena	6	1,936	11:45 - 12:45	437	58%	0%	0%	23%	11%	7%	0%
AF08	Boulevard Pleasenton	6	5,803	11:45 - 12:45	1,089	51%	1%	26%	14%	8%	1%	26%
AF09	Del trabajo	6	633	11:45 - 12:45	164	58%	0%	1%	18%	16%	7%	1%
AF10	José Lorenzo Cossio y Soto	6	2,680	09:45 - 10:45	523	50%	0%	5%	26%	17%	2%	5%
AF01	Carretera Tulancingo - Pachuca	16	14,786	17:45 - 18:45	3,211	61%	0%	9%	25%	5%	0%	9%
AF02	1° de Abril Norte	16	4,364	18:15 - 19:15	1,047	57%	0%	11%	15%	16%	2%	11%
AF03	Boulevard La Morena	16	3,004	17:45 - 18:45	702	62%	0%	2%	21%	12%	3%	2%
AF04	Central	16	7,261	17:45 - 18:45	1,423	60%	0%	7%	22%	9%	1%	7%
AF05	Carretera Tulancingo - Huachinango	16	4,356	17:45 - 18:45	919	54%	0%	11%	32%	3%	0%	11%
Promedio						55%	0%	8%	20%	12%	4%	8%

Ubicación de estaciones de aforos direccional



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Con el objetivo de conocer el comportamiento en las principales intersecciones de la Zona Metropolitana de Tulancingo, se realizaron 15 estaciones de aforo de direccional. Los resultados de estos aforos son utilizados para evaluar las condiciones operativas del tránsito actual en los puntos de mayor relevancia del área de estudio.

Principales características y resultados generales de las estaciones direccionales

Estación	Ubicación	Vol. total periodo de aforo	Hr. Pico	Vol. de hora pico	Composición vehicular						Factor de hr. pico
					Vehículo ligero	Autobus	Transporte público	Carga	Moto	Bicicleta	
AD01	Tulancingo - Ecatepec de Morelos y Lazáro Cárdenas	17,478	12:00 - 13:00	3,176	57%	0%	9%	27%	6%	1%	0.99
AD02	Blvrd. Bicentenario y Tomas Alba Edison	9,947	12:00 - 13:00	2,106	62%	0%	10%	16%	10%	1%	0.94
AD02A	Johannes Brahms y Niccolo Paganini	635	10:30 - 11:30	144	55%	0%	0%	17%	6%	22%	0.92
AD03	Lic. Adolfo López Mateos y División del Norte Tulancingo Santiago	6,616	12:00 - 13:00	1,221	49%	0%	14%	22%	14%	1%	0.94
AD04	Carretera Federal 132 y Mariano Matamoros	17,299	12:00 - 13:00	3,457	59%	0%	6%	26%	7%	1%	0.98
AD05	21 de Marzo Norte y José María Morelos	5,522	11:45 - 12:45	1,176	50%	0%	23%	12%	13%	3%	0.98
AD06	De las Palmas y Blvrd la Morena	6,714	12:00 - 13:00	1,278	56%	0%	7%	25%	8%	3%	0.93
AD07	Blvrd Emiliano Zapata y 21 de Marzo	13,798	12:00 - 13:00	2,967	54%	0%	16%	23%	7%	1%	0.97
AD08	21 de Marzo y Miguel Hidalgo	2,595	12:00 - 13:00	574	55%	0%	11%	15%	16%	4%	0.96
AD09	Narcizo Mendoza y Carr. Tulancingo Huachinango	14,710	12:00 - 13:00	2,966	61%	0%	5%	26%	7%	1%	0.97
AD10	Carr Huachinango Tulancingo y Blvrd Cto. Chapultepec	6,554	12:00 - 13:00	1,261	51%	0%	9%	32%	7%	0%	0.96
AD11	21 de Marzo y N. Bravo	3,758	11:30 - 12:30	782	49%	0%	20%	12%	15%	4%	0.93
AD12	Juárez sur y N. Bravo	4,092	12:00 - 13:00	935	60%	0%	11%	14%	12%	3%	0.91
AD13	Benito Juárez - Blvrd Emiliano Zapata	16,204	12:00 - 13:00	3,352	57%	0%	14%	21%	7%	1%	0.98
AD14	Miguel Lerdo de Tejada y Allende y Luis Donald de Colosio	5,543	12:00 - 13:00	1,038	41%	0%	25%	14%	17%	4%	0.93
AD15	Gilberto Gómez Carbajal y Tulancingo - Santiago Tultepec	10,378	12:00 - 13:00	1,971	57%	0%	8%	21%	13%	1%	0.95
Promedio					55%	0%	12%	20%	10%	3%	95%

Velocidades

En la figura se observa que las vialidades principales con secciones que albergan 2 o 3 carriles por sentido como la carretera Tulancingo – Pachuca, el Blvd. Emiliano Zapata, el libramiento a Cuauhtepac y las calles Central (conexión con Jaltepec) y Circuito Chapultepec, presentan las mayores velocidades de la zona de estudio entre 40km/h y 69km/h.

Las dos vialidades que conectan a los municipios de Cuauhtepac y Tulantepec con Tulancingo (1ro de abril y Av. Morelos), presentan velocidades medias entre 20km/h y 29 km/h, lo cual se atribuye a las condiciones geométricas y al volumen vehicular. Esta misma velocidad se alcanza el Blvd General Cárdenas, 21 de marzo, Echavarrí, Suiza (del Ferrocarril), San Luis Potosí, en la parte sur del Circuito Chapultepec y en la calle que conecta Cuauhtepac con Tulantepec.

Se observa que la calle Benito Juárez en el centro de Tulancingo registró velocidades menores a 19 Km/h este comportamiento se replica en la mayoría de la vías del primer cuadro y los centros de las municipios conurbados (Cuauhtepac y Tulantepec), y se debe a las reducidas secciones transversales, a la presencia de estacionamiento en vía y a las maniobras de ascenso y descenso de pasajeros de las unidades de transporte público, las cuales dado el estacionamiento deben detenerse en el único carril de circulación causando una detención de todo el flujo vehicular que por allí circula.

Estacionamiento

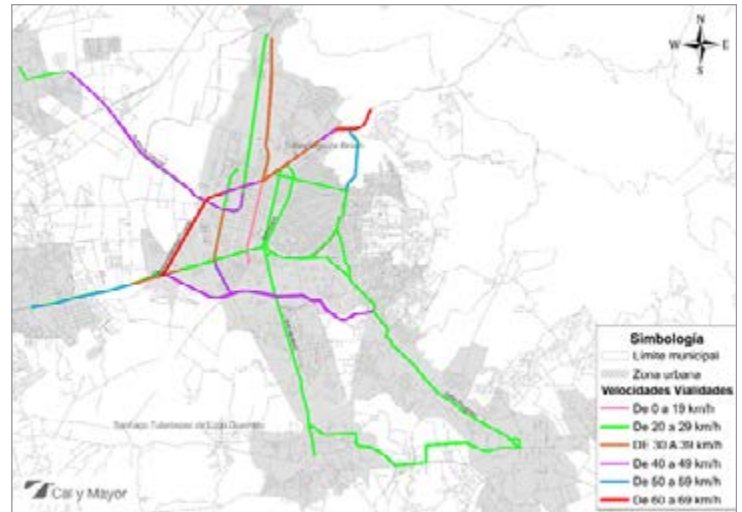
La actividad del estacionamiento en vía en la Zona Metropolitana de Tulancingo presenta una baja regulación, la mayoría de las calles del primer cuadro de las cabeceras municipales tienen una vocación comercial y la existencia de señales SR-22 que prohíban el estacionamiento es nula, por lo que se observa estacionamiento en un costado de la vía.

Las líneas de la figura muestran la presencia de estacionamiento en vía. En el primer cuadro dada las reducidas secciones transversales (2 carriles), el estacionamiento se presenta solo en un costado (ver simbología); se identificaron algunos tramos cortos donde el estacionamiento se da en dos costados debido a la amplitud de la sección transversal.

El análisis de las plazas de estacionamiento se refiere a la identificación de lugares donde se ofrecen cajones de estacionamiento fuera de vía (estacionamientos públicos) y a la caracterización de los mismos considerando aspectos como, ubicación, estimación de la cantidad de cajones, identificación de la estructura tarifaria, identificación del tipo de servicio y condiciones físicas del estacionamiento.

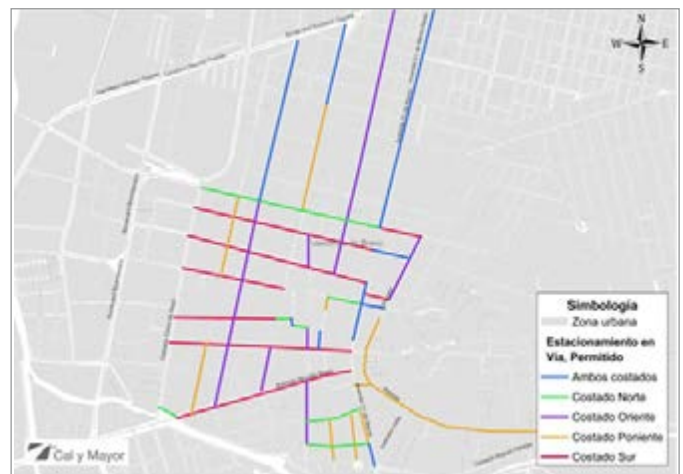
Dentro del primer cuadro de la ciudad se identificaron 45 lugares fuera de vía con oferta de cajones de estacionamiento. La cantidad y cercanía de los lugares, indica una oferta amplia oferta de cajones que busca atender una demanda previamente identificada.

Velocidades medias de recorrido en las vialidades principales de la Zona Metropolitana de Tulancingo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Estacionamiento en vía zona centro de la ciudad de Tulancingo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Estacionamientos fuera de vía en la Zona Metropolitana de Tulancingo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Inventario sitios de taxi

Ubicación de sitios de taxi en la Zona Metropolitana de Tulancingo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

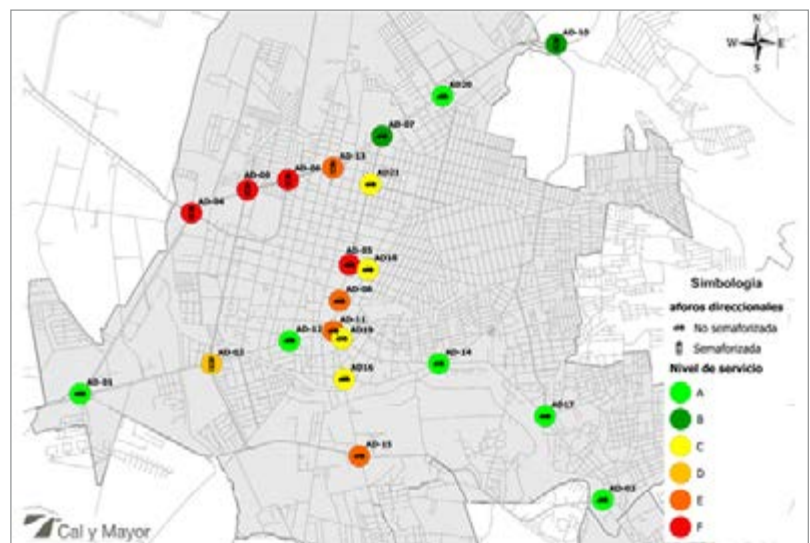
Se observa que el 75% de los sitios identificados en el centro, cuentan con infraestructura (bahía) para acumulación de las unidades sin obstruir los carriles de circulación; la capacidad de esas bahías indica que la mayoría de los sitios de taxi cuenta con pocas unidades siendo el de mayor capacidad el sitio ubicado cerca de la intersección de Manuel Fernando Soto y Miguel Hidalgo.

Niveles de servicio

Para determinar las condiciones de operación de las principales intersecciones de la zona metropolitana de Tulancingo se tomaron como fundamentos teóricos aquellos establecidos en el Highway Capacity Manual (HCM), manual que es la principal herramienta y guía técnica para analizar, evaluar y obtener indicadores de desempeño para diferentes tipos de infraestructura por ejemplo: glorietas, intercambiadores (distribuidores viales), vialidades urbanas, intersecciones, carreteras, pasos peatonales y vialidades no motorizadas.

Estos resultados indican que de las 21 intersecciones evaluadas, 8 operan con niveles de servicio adecuados A y B; 5 intersecciones operan con niveles de servicio "C y D" los cuales son todavía aceptables y los usuarios experimentan con demoras mayores para cruzar una intersección, este nivel de servicio se identificó en varias intersecciones de 21 de Marzo y Benito Juárez. Se observan niveles de servicio deficientes "F" en 4 intersecciones dos en el Blvd. Emiliano Zapata, otra sobre 21 de marzo y la última ubicada en la carretera federal 132, debido a los altos volúmenes vehiculares y a la cantidad de movimientos que allí confluyen.

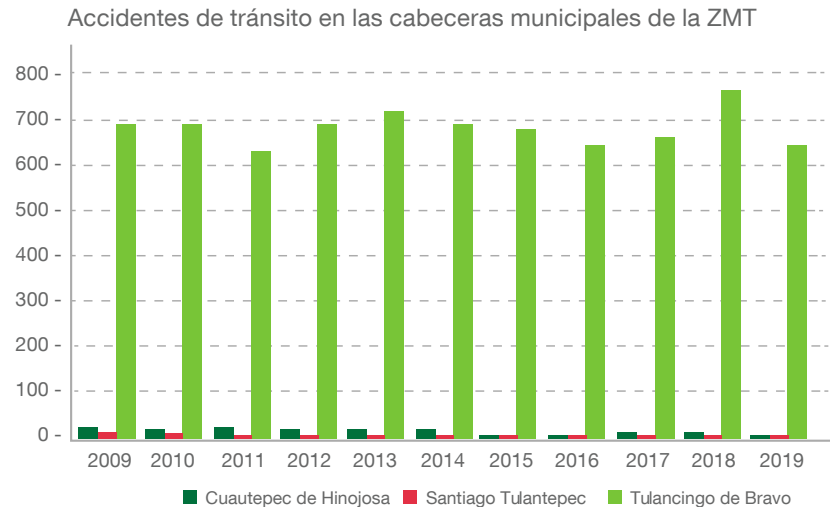
Niveles de servicio de intersecciones principales de la Zona Metropolitana de Tulancingo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Seguridad vial

Los registros de accidentes de tránsito ocurridos en la Zona Metropolitana de Tulancingo son responsabilidad del Instituto Nacional de Estadística INEGI y que tiene como insumos los registros de la Policía de tránsito. Las estadísticas identifican para las 3 cabeceras la cantidad de víctimas al año, pero sin detalles de los accidentes como ubicación, tipo de usuarios o causa. En la siguiente figura se indica la cantidad de accidentes de tránsito anuales registrados desde el año 2009 para los tres municipios.



Como se observa en la figura en todos los años, los accidentes de tránsito registrados en Cuauhtepec y Tulantepec representan menos del 3% de los accidentes registrados en Tulancingo. Es importante considerar que existen factores como los sub-registros donde la información es tomada por diversos entes y no se cuenta con una base final que compila todos los eventos, o donde las personas que fallecen lo hacen posteriormente en el hospital y no se asocia el evento al no estar articulado con los hospitales. Esta situación ocurre a nivel nacional y afecta las estadísticas y por ende la magnitud del problema.

DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD NO MOTORIZADA

Como parte fundamental de un plan integral de movilidad, es indispensable analizar las condiciones de accesibilidad y los modos no motorizados, y su interacción con los otros modos de transporte que interactúan en el ámbito urbano, ya que son elementos claves para definir estrategias.

Caracterizando cualitativamente las condiciones existentes para la circulación peatonal en la zona metropolitana del municipio, se encuentra que en general:

- La infraestructura peatonal cuenta con obstáculos diversos que generan afectaciones en la mayoría de las banquetas.
- En la zona centro, la infraestructura peatonal puede calificarse como optima, al tener calles exclusivas para la circulación peatonal.
- A pesar de que en la zona centro cuenta con calles destinadas al tránsito peatonal, las aceras para llegar a dicha zona, en ocasiones son deficientes e irregulares.
- En la zona perimetral de la ciudad, se cuenta con infraestructura peatonal, aunque esta no atiende en muchos casos las necesidades de las personas con movilidad reducida por lo que la circulación del peatón se enfrenta a una diversidad de situaciones que dificultan y desincentivan caminar.

De lo anterior, las condiciones para la circulación peatonal son deficientes en cuanto a su calidad, siendo insuficiente la infraestructura para la promoción del tránsito no motorizado en la zona metropolitana del municipio.

Obstáculos y cambios de nivel



En general, son escasas las adecuaciones en la infraestructura peatonal que faciliten la circulación de personas con movilidad reducida que requieran el uso de aparatos externos para su movilización (sillas de ruedas, muletas, bastones, etc.), ya que en las banquetas se ofrece de forma parcial la continuidad al peatón y las rampas no cuentan con un diseño óptimo que cumplan con las recomendaciones, para el diseño de banquetas.

Estado de infraestructura para la movilidad reducida en el Municipio de Tulancingo



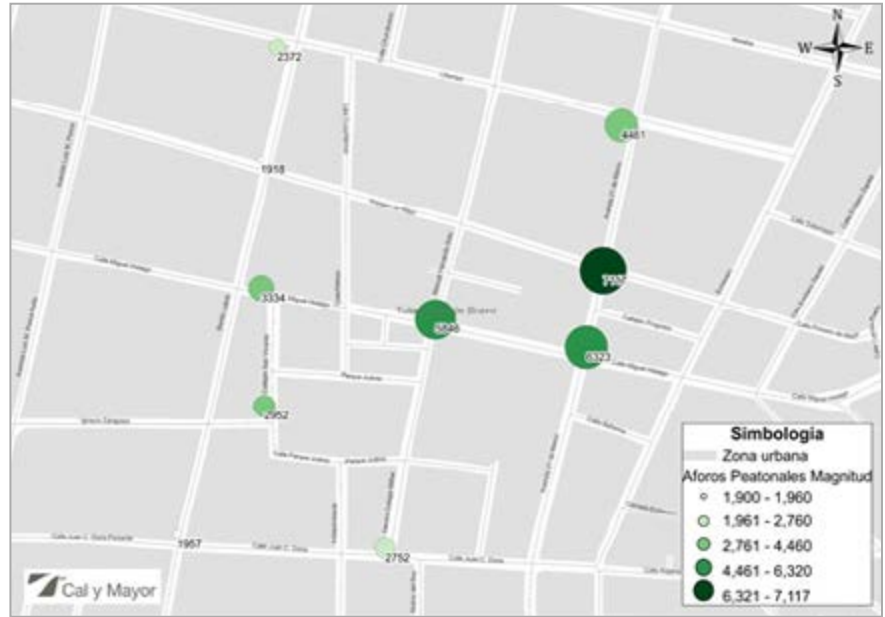
Los puentes peatonales con escaleras o rampas inadecuadas representan barreras a la accesibilidad de personas con capacidad limitada. Las estructuras más antiguas al recibir poco mantenimiento presentan un aspecto hostil e inseguro; como consecuencia, una parte de los peatones prefiere cruzar a nivel, en otro punto de la vía. O en otras con características similares, en las que el cruce se realiza a nivel mediante la regulación con semáforos; en general esta condición se produce cuando existen limitaciones físicas para construir la infraestructura de un puente peatonal

Puentes peatonales en el Municipio de Tulancingo



Volumen de estaciones peatonales, en el periodo de 6 Hrs.

Se llevó a cabo el análisis de aforos peatonales, de la cual se observa para los 10 puntos donde se realizó la recopilación de información, que el 2% de los peatones, cuentan con movilidad reducida y el 98% son personas que no cuentan con alguna discapacidad. Los grupos más relevantes dentro de los aforos, se presentaron en personas adultas entre los 20 y 59 años, sin existir una diferencia significativa entre hombres y mujeres. El mayor volumen peatonal se presenta en los puntos AP01, AP02, AP04, AP06, AP07 y AP09, con volúmenes entre 826 y 2081 de peatones, en la hora de máxima demanda (12:00 – 13:00).



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Movilidad en bicicleta

En la zona metropolitana del municipio la infraestructura para ciclistas se contempla en 4 tramos, de los cuales tres se clasifican como ciclovía local y uno como sendero ciclista, con una extensión aproximada de 43 kilómetros. Estas ciclovías están construidas paralelas a las aceras (son ciclovías confinadas) y son de uso exclusivo para los ciclistas, permitiendo la circulación segura fuera de la vía. Esta infraestructura tiene el potencial de integrarse a una red de ciclovías que brinde cobertura en la zona metropolitana.

Los cuatro tramos ciclistas generan una conectividad metropolitana, principalmente entre los municipios de Tulancingo y Santiago Tulantepec al contar con una superficie de rodamiento que facilita los desplazamientos, mientras que el tramo que (el naranja) vincula el municipio de Santiago Tulantepec y Cuauhtepac, es necesario implementar mejoras. Se observa que el 26% de la ciclovía se encuentra en un estado regular, un 16% en mal estado y un 58% de terracería.

Estado de Ciclovía



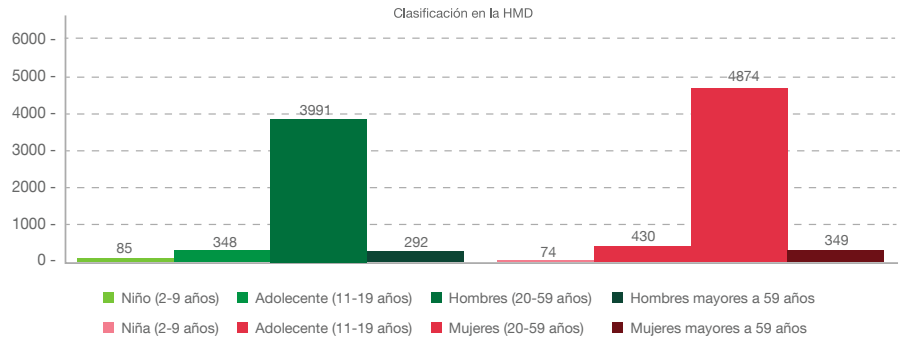
Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Movilidad peatonal

En la siguiente figura se presentan los flujos peatonales registrados en los 10 sitios donde se realizaron los aforos peatonales, para la HMD.

Representando gráficamente los resultados de los conteos peatonales, se pueden analizar las variaciones en los desplazamientos de peatones en cada uno de los 10 sitios donde se realizaron aforos peatonales. La variación de color en el gráfico diferencia el sentido del desplazamiento.

Flujo peatonal en las 10 estaciones (12:00-13:00 horas)



CONCLUSIONES GENERALES

Conforme se ha presentado en este diagnóstico, la Zona Metropolitana de Tulancingo presenta una serie de oportunidades y potenciales que son importante considerar de cara al planteamiento de la política de movilidad que se desarrolle en la siguiente etapa del PIMUS.

- Referente a la estructura urbana y proyección de la población, la zona metropolitana ha llegado a su nivel de estabilización. Sin embargo es primordial consolidar el espacio urbano, evitar la segregación de los usos de suelo, integrar y equilibrar la ciudad dispersando las actividades económicas y gestionar adecuadamente el crecimiento en las periferias. Esto implica aprovechar los espacios vacíos en la estructura urbana y favorecer la contención de la mancha urbana a través de los programas de movilidad.
- La gran concentración de las unidades económicas con foco en el comercio minorista, plazas, centros comerciales y centrales de abasto en el centro de la zona metropolitana trae consigo gran aglomeración de vehículos para el traslado de mercancías, que, en combinación con vialidades de baja capacidad, resultaría en un ineludible el problema de congestión en el corto, mediano y largo plazo. Es importante por tanto articular los programas para optimizar el uso de las vialidades a la par que se implemente regulación y programas orientados a la logística urbana.
- El transporte público atiende cerca de 103 mil pasajeros pero se realiza en un sistema desarticulado, de baja capacidad y con sobre oferta de unidades, se requiere por tanto una optimización de las rutas a fin de operar conforme la demanda bajo condiciones de comodidad y seguridad al usuario.
- El sistema vial con una mayor orientación radial requiere mejorar relacionadas con una definición sistémica de la jerarquía vial que mejores la permeabilidad y conectividad a través del territorio y que mejor la regulación y control de las intersecciones para mejora de las condiciones de transitabilidad.
- Si bien la zona metropolitana tiene una estructura que favorece los viajes cortos y es notoria la caminata y uso de bicicleta como modo de transporte, la infraestructura para caminar es de baja calidad con banquetas estrechas e invadidas por mobiliario. Se muestra un impulso al uso de la bicicleta por la presencia de infraestructura de ciclo rutas pero que está más orientada al uso deportivo que al uso de transporte.



FORMULACIÓN DEL PIMUS Y SUS PROGRAMAS

Con la elaboración de un Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) se busca que la Zona Metropolitana de Tulancingo llegue a ser una ciudad a la vanguardia en la implementación de planes de movilidad a nivel nacional e internacional, generando alternativas al uso del automóvil, promocionando viajes no motorizados y en transporte público, fomentando el uso del transporte limpio, promoviendo infraestructura que permita la sana interacción entre los diferentes actores de la vía e impulsando el ordenamiento del transporte de mercancías, conociendo los puntos atractores y generados de viajes, sus sistemas de distribución, puntos logísticos de intercambio así como racionalizando la circulación de este tipo de vehículos en la Zona Metropolitana.

Es importante hacer énfasis que los proyectos o acciones propuestos, hacen parte de una estructura integral en la cual se articulan y se priorizarán en el tiempo en fases posteriores del estudio.

Los horizontes establecidos para la implementación por etapas son:

- Acciones a corto plazo (2022-2024)
- Acciones a mediano plazo (2025-2031)
- Acciones a largo plazo (2032 en adelante)

ESTRATEGIA EVITAR – CAMBIAR - MEJORAR

La política de movilidad urbana y los proyectos que se formulan dentro del PIMUS se han desarrollado siguiendo una estrategia que se ha llamado Evitar – Cambiar – Mejorar. Bajo este lineamiento se busca dar una secuencia lógica de implementación y evitar en el futuro lidiar con problemas que pueden prevenirse si hoy se toman las medidas adecuadas.

Enfoque Evitar – Cambiar – Mejorar

EVITAR

- Reducir las necesidades de viaje
- A través de estrategias de ordenamiento territorial que minimicen los desplazamientos

EVITAR

- Transporte público y tránsito no motorizado
- Impulsar el cambio modal hacia el transporte público y no motorizado, ofreciendo estándares con la calidad esperada por los usuarios

EVITAR

- Transporte individual
- Mitigar el impacto sobre la población, el tráfico, el medio ambiente y además internalizando los costos

De este modo el PIMUS para la Zona Metropolitana de Tulancingo, orienta sus políticas y programas hacia la consecución de una movilidad sostenible, que pasa por establecer medidas y herramientas concretas que puedan provocar un cambio en las tendencias de movilidad y desarrollo urbano, gestionando la prioridad al tránsito no motorizado sobre aquellas facilidades que se otorguen al tránsito motorizado.

PROGRAMA INTEGRAL DE VIALIDADES Y OPERACIÓN DEL TRÁNSITO

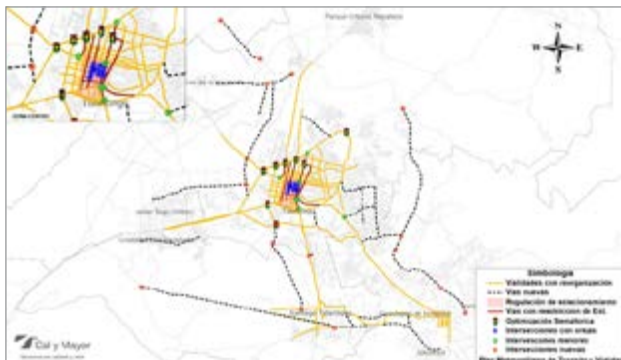
El programa de vialidades y operación del tránsito se orienta a mejorar las condiciones de infraestructura de la vialidad existente y plantear una red vial estructurada incluyendo la intervención de puntos conflictivos y la creación de nuevos ejes viales para conectar las zonas de crecimiento y atender las necesidades de viaje insatisfechas en la actualidad.

Como objetivos particulares se tienen:

- Establecer la jerarquización de la red vial de la Zona Metropolitana Tulancingo - ZMT según la función de la vialidad, el tipo de movimiento y las características de conectividad.
- Plantear soluciones a los principales puntos conflictivos en la malla vial que ocasionan importantes retrasos en el flujo normal del tránsito.
- Mejorar los sentidos de circulación para eliminar sobre recorridos y recorridos sinuosos.
- Garantizar una circulación cómoda, eficiente, accesible y segura a las personas que transitan en la vía pública, mediante el desarrollo de una red de “calles completas” en vías principales con señalización adecuada.

A continuación se presenta la visión general de las acciones prevista a nivel de la zona metropolitana.

Programa de vialidades y tránsito



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

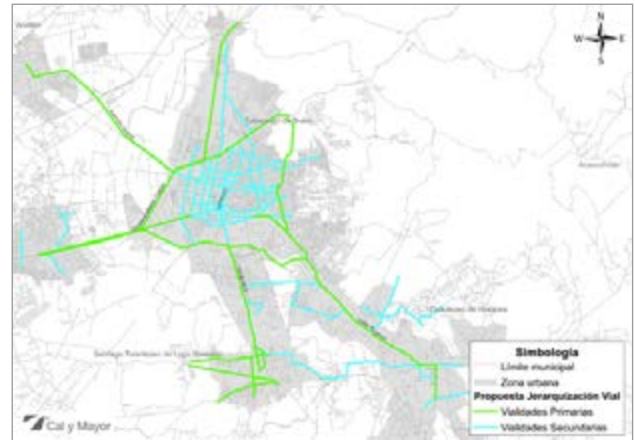
Definición de la jerarquización vial de y redistribución de espacio existente de acuerdo a la función asignada.

Para la priorización de acciones es necesario contar con una jerarquización donde la clasificación responda primordialmente a la función de la vía y no a las características geométricas. Este concepto de funcionalidad de la vía, permite generar vínculos respecto a otras variables de movilidad como: las actividades predominantes, los niveles de tráfico, las restricciones de circulación por tipo de vehículo y velocidad, entre otros factores.

Por tanto, la clasificación funcional de las vías atiende a una agrupación según las características del servicio que ofrecen

como parte de una red, considerando si su configuración aporta a la movilidad, a la conectividad y/o a la accesibilidad local.

Propuesta de jerarquización de vialidades de la ZMT a partir de la función de la vía



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

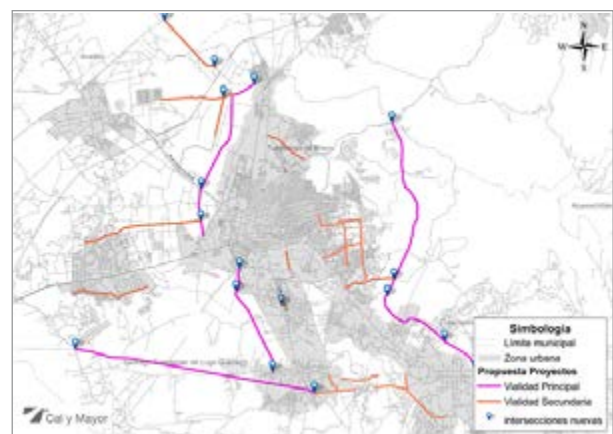
Construcción de infraestructura nueva

Se propone la construcción de infraestructura vial para complementar la red existente en torno a 3 aspectos importantes:

- Creación de conexiones directas entre municipios para evitar que viajes de paso entren a la ciudad de Tulancingo y saturen las vías y originen conflictos con los viajes internos. (anillo vial)
- Creación de una vía alterna de conexión entre Tulancingo y los dos municipios pertenecientes a la zona metropolitana (Santiago Tulantepec y Cuauhtepac de Hinojosa), para mitigar el conflicto que se da en horas de máxima demanda sobre las vías de conexión actuales.
- Creación de una red vial estructurada que permita conectar las zonas de crecimiento de Tulancingo, Tulantepec y Cuauhtepac con las vías primarias y en el caso de Tulancingo, con el anillo vial.

La propuesta de vialidades a construir se presenta en la siguiente figura junto con las intersecciones que requieren ser intervenidas para la correcta integración de tramos viales.

Propuesta de vialidades nuevas en la ZMT



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Red Primaria: El análisis de la construcción de nuevas vialidades, está orientado a mejorar la conectividad de las regiones y municipios aledaños con Tulancingo, permitiendo a los usuarios de largo, mediano y corto recorrido lleguen a su destino evitando transitar por la zona urbana de Tulancingo, que actualmente presenta altos niveles de congestión y, en consecuencia, bajas velocidades de operación.

Listado de nueva infraestructura red vial primaria

Vialidad	De	Hasta	Longitud aprox km	Periodo de implementación
Circuito interconexión municipal	Emiliano Zapata	Carr. Tulancingo Huachinango	5.98	Mediano
Circuito interconexión municipal	Emiliano Zapata	Miguel Hidalgo	4.2	Mediano
Canal Pte La Morena	Abundio Ortega	Central	4.11	Mediano
Canal Pte La Morena	Central	Carr. Federal 132	1.51	Largo
Continuación Cto. Bicentenario	Libramiento a Cuauhtepac	Av. México	3.73	Mediano
Circuito Pemex	Pemex	Empresa Tamex	7.84	Largo

Red Secundaria: La construcción de nueva infraestructura en la red secundaria es un factor determinante para establecer un sistema de vías que mejoren la conectividad a nivel urbano, que consolide las comunicaciones entre la Zona Centro con la periferia de Tulancingo, así como la conexión entre Tulantepec y Cuauhtepac, con la implementación de segmentos que eviten flujos concentrados y reducir la congestión de vialidades metropolitanas. En la siguiente tabla se muestra el listado de la nueva infraestructura de red secundaria propuesta.

Listado de nueva infraestructura red vial secundaria

Vialidad	De	Hasta	Longitud aprox km	Periodo de implementación
Fresno-Bosque de Santiago	Vía sin nombre	Vía sin nombre	2.55	Corto
Continuación del Puente	Adolfo López Mateos	Circuito interconexión 301	1.68	Mediano
La Hacienda	Canal	Fracc. La Hacienda	2.34	Largo
Conexión Laguna de Zupitlán	Vía Universidad	Entronque Zupitlán	2.26	Largo
Continuación Palacio Municipal	Palacio Municipal	Nueva vía La Hacienda	1.23	Mediano
Las Minas	Carr. Tulancingo Huachinango	Carmen Serdán	1.41	Mediano
Continuación Capulines	Av. Ahuehuetitla	Santa Clara	3.84	Largo
Revolución	Div. del Norte	Av. Hidalgo (canal)	0.57	Mediano
Continuación Emiliano Zapata	Del ferrocarril	Benito Juárez	1.18	Mediano
Continuación Pemex	De Juárez	Benito Juárez	1.31	Mediano
Continuación Corregidora	Corregidora	Ciclo pista Metropolitana	1.1	Mediano
Continuación Emiliano Zapata 2	Corregidora	Pemex	0.6	Mediano
Vía ciclo pista	Emiliano Zapata	Héroes de Nacoziari	2.13	Mediano
Continuación Obsidiana	Moctezuma	Justino Sánchez	0.13	Corto
Continuación Eucalipto	José Madrid Borja	Vialidad sin nombre	1.41	Corto
Vialidad sin nombre	José Madrid Borja	Continuación del Puente	2	Corto
José Madrid Borja	Chapultepec	Vialidad sin nombre	1.65	Corto
Cosme Hernández	Luis Donald Colosio	Vialidad sin nombre	1.35	Corto

La priorización de realizar estos proyectos dará como resultado una mejora en la conectividad y cobertura vial y reducción de costos operativos para los usuarios.

Intervenciones propuestas

Intervenciones en intersecciones

Las intervenciones en intersecciones tienen por objetivo mejorar la conectividad a nivel metropolitano, generando vialidades de flujo continuo que permiten reducir y/o eliminar las filas generadas por las intersecciones en vialidades principales de la red vial.

Asimismo, de acuerdo con el diagnóstico y los resultados de la evaluación de las intersecciones analizadas, se identificó la necesidad de mejorar la geometría e introducción de adecuaciones para mejorar la operación de las vialidades e intersecciones con deficiencias en los niveles de servicio y que se presentan como puntos conflictivos, por lo que en la siguiente figura se ubican las intervenciones consideradas.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intervenciones mayores

Partiendo de la incorporación de vialidades nuevas, se identificó la necesidad de realizar adecuaciones en la intersección de Blvd. Bicentenario y Libramiento Cuauhtepc, debido a que la incorporación de la vialidad “Continuación de Blvd. Bicentenario” atraerá un volumen significativo a la intersección, y considerando que el Libramiento de Cuauhtepc es una de las vías primarias y rápidas de la zona metropolitana, se plantea la incorporación de un puente vehicular que dé servicio a los volúmenes que circulan en sentido oriente – poniente y viceversa, contando con un carril por sentido, mientras que a nivel se genera la intersección semaforizada en la cual se permite realizar todos los movimientos direccionales con la canalización de los giros derechos en las tres vialidades que la constituyen.

Dicha intervención se plantea para el largo plazo, mientras que previo a la construcción se plantea la operación con la incorporación de un controlador semafórico que permitirá optimizar la operación desde la entrada en operación de la nueva vialidad (continuación Circuito Bicentenario). Así también es importante mencionar que con la incorporación de la semaforización a nivel se proporciona tiempo suficiente para realizar los cruces peatonales y ciclistas en la intersección. En la siguiente figura se muestra el esquema propuesto para la intervención.

Intersección Blvd Bicentenario y Libramiento Cuauhtepc



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

La siguiente propuesta de intervención consiste en la construcción de una conexión hacia el puente que cruza la Carretera Tulancingo – Ecatepec, en sentido sur oriente a sur poniente, mediante un acceso a desnivel proveniente del Libramiento Cuauhtémoc.

Este brazo del puente permitirá mejorar la conectividad del Libramiento Cuauhtémoc hacia el poniente de Tulancingo / Pachuca, reduciendo los movimientos indirectos que se realizan en la calle Pinos y giros en U sobre Lázaro Cárdenas, la cual se plantea sea construido e inicie operaciones en el mediano plazo. Para la elevación de dicho cuerpo, es necesaria la ampliación a nivel para permitir un carril para el giro derecho de Libramiento Cuauhtémoc hacia Lázaro Cárdenas y un carril (proyecto) que se eleva para conectar con el puente. En la siguiente figura se muestra la propuesta de intervención mencionada.

Intervención Lázaro Cárdenas y Libramiento Cuauhtémoc



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

La Intervención propuesta para Blvd. Emiliano Zapata y Mariano Matamoros/ Av. Central se concibe desde dos perspectivas, la primera es mejorar el nivel de servicio de la intersección que en escenarios futuros se ve seriamente comprometida, y la segunda perspectiva es debido al crecimiento urbano esperado hacia la zona norponiente de Tulancingo. La propuesta se considera entre en operación en el largo plazo.

El puente proyectado, cuenta con dos cuerpos que albergan dos carriles por sentido, y a nivel se mantiene la intersección con dos carriles por sentido. Para el desarrollo del puente es necesario contemplar la ampliación de los carriles laterales para dar cabida a la estructura del puente. En la siguiente figura se muestra la intervención propuesta.

Intervención Blvd. Emiliano Zapata y Mariano Matamoros



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intervenciones menores

A partir de la identificación intersecciones que atienden en la actualidad volúmenes significativos y que no cuentan con una geometría o canalización adecuada que beneficie la operación de los movimientos que allí confluyen, se proponen intervenciones menores que contribuirán al aprovechamiento del espacio existente y a mejorar aspectos como la visibilidad y la disminución de demoras al circular por la intersección. A continuación, se muestran las adecuaciones menores aplicadas a las intersecciones de la ciudad de Tulancingo, las cuales se plantearon fuesen implementadas a corto plazo.

En la intersección de Blvd. Emiliano Zapata y 21 de marzo, se propone cerrar el retorno ubicado junto a la pequeña glorieta y abrir un retorno al norte y al sur de dicha glorieta, que permite canalizar y reducir las interferencias que se generan por los cruces de los movimientos ote-pte y viceversa con los giros en U hacia el poniente.

Adecuación geométrica Blvd. Emiliano Zapata y 21 de marzo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Adecuación geométrica 5 de mayo y Mariano Matamoros

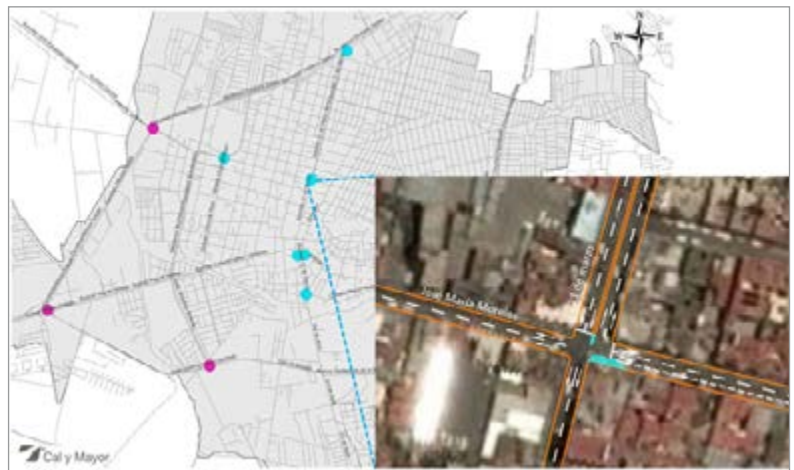
La intervención en la intersección ubicada en 5 de mayo y Mariano Matamoros, incorpora orejas peatonales que brindan seguridad a los peatones y se modifica el trazo de la aguja que permite el retorno, y suaviza la continuación del trazo que da continuidad de Mariano Matamoros hacia 5 de mayo.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intervención 21 de marzo y José María Morelos

La intervención mostrada en 21 de marzo y José María Morelos, incorpora una oreja que mejora el cruce peatonal y la ampliación del cuerpo separador de 21 de marzo a fin de eliminar el giro en U que se presenta en dicha intersección.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intervención Xicoténcatl y 21 de marzo

En la intervención de Xicoténcatl y 21 de marzo, adicional al cambio de sentido (actualmente se utiliza en doble sentido y se modifica ha sentido único oriente-poniente), se adicionan orejas para la seguridad peatonal en Xicoténcatl.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intervención 21 de marzo e Hidalgo

La intervención propuesta para intersección de Hidalgo y 21 de marzo, permitirá canalizar adecuadamente los movimientos direccionales que ahí se presentan, así como mejorar el punto de ascenso y descenso de los usuarios de transporte, al mismo tiempo que permite el flujo continuo de Emiliano Zapata en ambas direcciones.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intervención Prof. Cosme Hernández y Luis Donaldo C.

En la intersección de la figura anterior se incorporan dos pequeñas agujas que ayudan a canalizar los movimientos direccionales y separar los movimientos de giros derechos a fin de mejorar la interacción en la intersección.



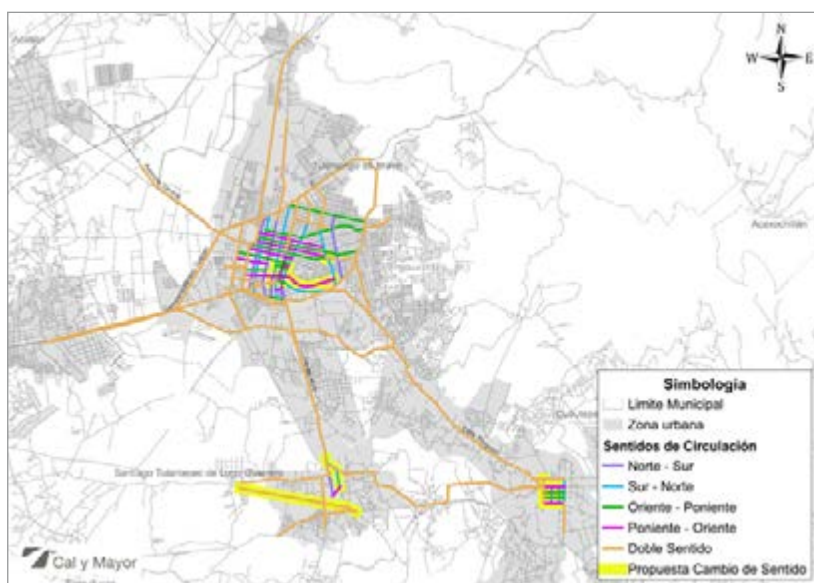
Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Reorganización de sentidos de circulación en la ZMT

Optimización de los sentidos de circulación

El objetivo de la optimización de los sentidos es mejorar la circulación vehicular en la zona de estudio, equilibrar la red respecto a la distribución de los volúmenes y dar continuidad a vialidades para generar corredores que mejoren la conectividad en la ciudad. Para las propuestas de cambio de sentido de circulación se realizó un estudio individualizado y pormenorizado, concluyendo con la propuesta de reordenación del tráfico adaptada a cada una de las características operativas y con la jerarquización vial presentada previamente.

Las vialidades donde se propone el cambio de sentido se muestran en la siguiente tabla.



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Propuesta de vialidades a cambio de sentido de circulación

Vialidad	Sentido actual	Sentido propuesto	De	Hasta
TULANCINGO				
Progreso	O-P	P-O	21 de marzo	Echavarrí
Chiapas / Constitución	O-P	P-O	Allende	20 de noviembre
Miguel Hidalgo	P-O	O-P	Echavarrí	Manuel Fernando Soto
Xicoténcatl	P-O	O-P	Allende	21 de marzo
Molinos del rey	N-S	S-N	Valentín Gómez Farías	Juan C. Doria
Independencia	Doble sentido	N-S	Juan C. Doria	Nicolás Bravo
CUAUTEPEC				
Independencia	N-S	S-N	Benito Juárez	1ra Zaragoza
Álvaro Obregón	S-N	N-S	Benito Juárez	1ra Zaragoza
Morelos	Sentido único	Doble sentido	Miguel Hidalgo	2da Zaragoza
TULANTEPEC				
PEMEX	Terracería	Doble sentido	S / N	Agustín Melgar
Libramiento la Joya / José Ma. Rivera	N-S	S-N	Mina	Alejandra

O-P: oriente – poniente, P-O: poniente – oriente, N-S: norte – sur, S-N: sur – norte

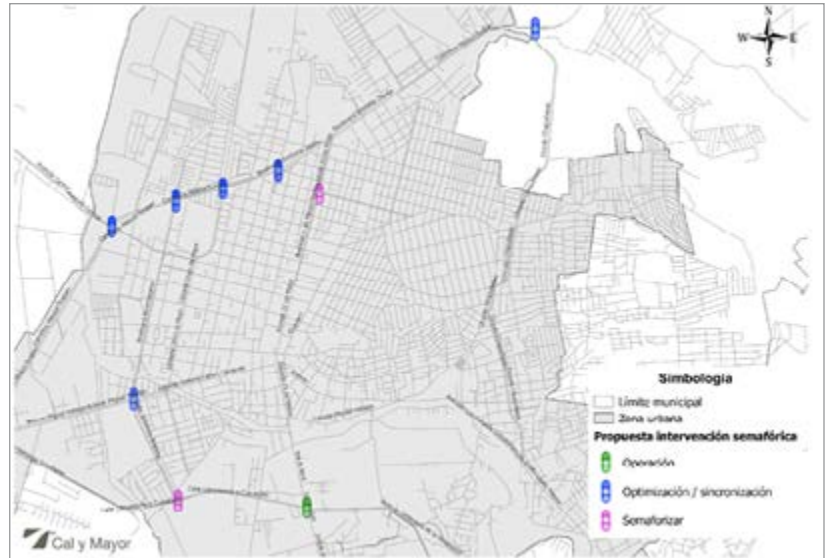
Optimización y coordinación semafórica

De acuerdo con el diagnóstico, el Bulevar Emiliano Zapata es donde se presentan mayores retrasos en los cruces semafóricos, por lo que la optimización y sincronización se realizó utilizando el programa Vissim, mismo con el que se evaluaron las intersecciones en el diagnóstico.

En la siguiente figura se muestran las intersecciones donde se optimizará el ciclo semafórico y las intersecciones donde además de la optimización, se aplica coordinación semafórica, así como la semaforización de intersecciones en las que se propone semaforizar.

Debe destacarse que con la implementación de los pares viales en la estructura vial actual y a la adecuación geométrica en las intersecciones identificadas en numerales anteriores, las demoras disminuyen considerablemente en muchas de las intersecciones.

Intersecciones de la Zona Metropolitana de Tulancingo donde se aplicará optimización y sincronización semafórica



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Intersecciones a intervenir

Intersección	Medida	Ciclo propuesto para escenario
Blvd. Miguel Hidalgo - Blvd. Bicentenario – Mariano Matamoros - Blvd. Emiliano Zapata	Optimización/Sincronización	Ambos
Suiza - Blvd. Emiliano Zapata	Optimización/Sincronización	Ambos
Blvd. Narciso Mendoza - Blvd. Emiliano Zapata	Optimización/Sincronización	Ambos
Quintana Roo - Blvd. Zapata	Optimización/Sincronización	Ambos
Av. Juárez - Blvd. Emiliano Zapata	Optimización/Sincronización	Ambos
Av. Gilberto Gómez – Libramiento Cuautepec	Reiniciar operaciones	Ambos
Nayarit - 21 De marzo	Semaforización	Inicia en 2031
Blvd. Bicentenario - Libramiento Cuautepec	Semaforización	Uno por escenario

Evaluación de intersecciones analizadas

Se realizó la evaluación de los escenarios considerando la implementación de las mejoras geométricas y operativas en la red vial de estudio, considerando los horizontes del establecidos (corto - 2024 y mediano - 2031) y el periodo horario de máxima demanda ya que es la situación más crítica.

A continuación, se presenta la comparativa con la situación actual con el objetivo de observar la mejora operativa de la red vial a través de los cambios sugeridos a la red de estudio.

Comparativa de los niveles de servicio de los escenarios evaluados desde situación actual hasta los escenarios con las mejoras propuestas.

ID	SA			SCP 2024			SCP 2031		
	Vol Modelo (Veh)	Demora (s)	NS (demora)	Vol Modelo (Veh)	Demora (s)	NS (demora)	Vol Modelo (Veh)	Demora (s)	NS (demora)
AD01	2,798	3.65	A	2,865	3.43	A	3,432	3.85	A
AD02	1,894	48.31	D	1,875	23.90	C	2,117	27.46	C
AD03	1,074	2.51	A	1,093	2.67	A	1,212	3.08	A
AD04	2,926	92.47	F	3,114	32.03	C	3,399	25.89	C
AD05	1,002	76.10	F	1,254	8.14	A	1,379	11.09	B
AD06	1,175	123.59	F	1,361	29.39	C	1,500	30.35	C
AD07	2,902	14.19	B	3,467	10.53	B	3,783	15.38	C
AD08	516	40.56	E	519	7.24	A	547	9.76	A
AD09	2,346	141.46	F	2,973	46.35	D	3,286	49.10	D
AD10	1,197	14.06	B	1,233	9.57	A	1,364	9.40	A
AD11	720	35.45	E	581	7.58	A	620	7.76	A
AD12	847	7.11	A	897	6.60	A	977	8.23	A
AD13	2,955	56.29	E	3,449	30.71	C	3,793	32.63	C
AD14	410	3.26	A	831	3.43	A	900	3.43	A
AD15	1,955	38.05	E	1,949	28.61	C	1,812	25.97	C
MAD16	1,701	16.73	C	1,480	13.02	B	1,499	13.41	B
MAD17	860	2.71	A	889	2.85	A	959	3.42	A
MAD18	645	21.96	C	689	5.23	A	752	7.13	A
MAD19	476	18.07	C	502	3.42	A	550	3.42	A
MAD20	2,072	5.02	A	2,110	4.60	A	2,309	5.70	A
MAD21	1,106	18.15	C	1,093	6.31	A	1,204	39.24	D
NVA22	-	-	-	-	-	-	1,753	19.36	B

Como se puede observar la red vial de estudio a través de las mejoras operativas y geométricas propuestas, presenta mejoras considerables en todas las intersecciones, en donde en situación actual presentan niveles de servicio deficientes F en 4 de ellas, una vez aplicadas las mejoras propuestas cambian el estado de su operación mejorando los niveles de servicio, desde "A" hasta "D".

A partir de la evaluación de las intersecciones con los proyectos propuestos, se concluye que las mejoras propuestas cumplen con su objetivo de beneficiar la operación vehicular dentro de la red vial de estudio.

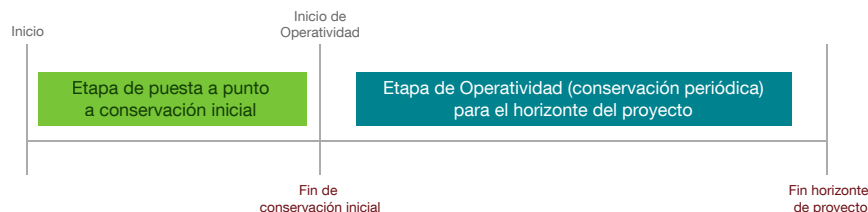
Estimación de acciones de conservación

Se propone para el mantenimiento de la infraestructura vial en la red de corredores viales así como ciclovías existentes y futuras, un programa integral de actividades de conservación en la cual se proponen trabajos de Puesta a Punto

o conservación inicial, Mantenimiento Periódico y Mantenimiento Rutinario, el cual fue desarrollada con base en las estimaciones y procesos resultantes del análisis de los pavimentos y en general de los trabajos que deben realizarse durante la un periodo de 30 años de conservación.

La estimación de los volúmenes de los diferentes conceptos y trabajos a considerar en la propuesta de actividades de mantenimiento periódico en el horizonte de proyecto, fueron obtenidos mediante una inspección física y visual realizado por parte de personal técnico que participó durante los recorridos de inspección a la Red vial de Tulancingo con sus vías principales, secundarias y ciclo vías.

Línea de tiempo para puesta a punto o conservación inicial para posteriormente entrar a la Etapa Operativa de la red vial de la ZMT



Es importante hacer mención que para la elaboración de estos programas se obtuvieron volúmenes, así como costos estimados de conservación los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Importe total de conservación inicial y etapa operativa por vialidades y ciclovías actuales y futuras de ZMT

N°	Nombre de Vialidad y/o ciclovía	Puesta a punto Conservación inicial	Etapa operativa	Importe total
1	"Pachuca-Tulancingo" - "Cuauhtepc de Hinojosa" y Ciclovía "Lázaro Cárdenas" y "Tulancingo-Cuauhtepc"	\$45,573,674.44	\$211,454,5343.52	\$257,028,208.96
2	"Tulancingo-Ecatepec de Morelos" - "Huachinango-Tulancingo"	\$29,696,224.27	\$144,676,705.88	\$174,372,930.15
3	"Blvrd. Circuito Chapultepec" - "Av.José Lorenzo Cossio y Soto" y Ciclovía "Chapultepec"	\$12,620,149.32	\$66,111,671.58	\$78,731,820.90
4	"Av. 21 de Marzo" y Ciclovía "21 de Marzo"	\$10,532,085.00	\$47,119,619.12	\$57,651,704.1
5	"Blvrd. Bicentenario" - "22 de Mayo"	\$9,112,763.79	\$49,929,262.71	\$59,042,026.60
6	"Tulancingo-Jaltepec" - "Blvrd.La Morena" y Ciclovías "Mariano Matamoros" y "Del Ferrocarril"	\$29,099,282.26	\$167,802,073.88	\$196,901,356.14
7	"Tulancingo-Santiago" - "División de Norte y Ciclovía"Libramiento"	\$1,858,851.50	\$66,509,567.60	\$68,368,419.10
8	"Av. 21 de Marzo" - "1° de Abril Sur" y Ciclovía "Juárez"	\$1,922,049.68	\$83,098,351.06	\$85,020,400.74
9	"Echavarrí"	\$7,303,880.55	\$34,150,555.50	\$41,454,436.05
10	"Av. Hidalgo"	\$2,364,631.79	\$8,441,046.09	\$10,805,677.88
11	"Vicente Aguirre Castillo" - "Benito Juárez"	\$8,469,583.86	\$40,679,088.30	\$49,148,672.16
12	"Allende" - "Blvrd.Circuito Chapultepec" y Ciclovía "Nezahualcoyotl"	\$2,832,019.29	\$18,229,713.33	\$21,061,732.62
13	"San Luis Potosí"	\$8,850,496.30	\$28,050,874.35	\$36,901,370.65
14	"Circuito Interconexión Municipal"	\$0.00	\$30,650,026.25	\$30,650,026.25
15	"Circuito Interconexión Municipal"	\$0.00	\$28,734,493.97	\$28,734,493.97
16	"Canal Puente La Morena"	\$0.00	\$24,924,700.94	\$24,924,700.94
17	"Canal Puente La Morena"	\$0.00	\$7,830,625.74	\$7,830,625.74
18	"Continuación Circuito Bicentenario"	\$0.00	\$22,847,368.32	\$22,847,368.32
19	"Circuito PEMEX"y Ciclovía "Los Romeros"	\$0.00	\$52,777,069.20	\$52,777,069.20
20	"Fresno-Bosque de Santiago"	\$0.00	\$33,108,980.01	\$33,108,980.01
21	"Continuación Del Puente"	\$0.00	\$7,994,863.05	\$7,994,863.05
22	"La Hacienda"	\$0.00	\$7,138,297.89	\$7,138,297.89
23	"Conexión Laguna de Zupitlán"	\$0.00	\$7,086,029.46	\$7,086,029.46
24	"Continuación Palacio Municipal"	\$0.00	\$8,157,727.48	\$8,157,727.48
25	"Las Minas"	\$0.00	\$5,979,653.55	\$5,979,653.55
26	"Continuación Capulines"	\$0.00	\$11,080,387.60	\$11,080,387.60
27	"Revolución"	\$0.00	\$2,307,538.74	\$2,307,538.74
28	"Continuación Emiliano Zapata"	\$0.00	\$4,659,293.62	\$4,659,293.62
29	"Continuación PEMEX" y " Ciclovía "PEMEX"	\$0.00	\$5,763,693.42	\$5,763,693.42
30	"Continuación Corregidora"	\$0.00	\$4,285,897.57	\$4,285,897.57
31	"Continuación Emiliano Zapata 2"	\$0.00	\$2,464,262.73	\$2,464,262.73
32	"Vía Ciclopista"	\$0.00	\$7,933,722.16	\$7,933,722.16
33	"Continuación Obsidiana"	\$0.00	\$746,602.98	\$746,602.98
34	"Continuación Eucalipto"	\$0.00	\$7,994,843.66	\$7,994,843.66
35	"Sin nombre"	\$0.00	\$11,345,969.88	\$11,345,969.88
36	"José Madrid Borja"	\$0.00	\$9,044,134.31	\$9,044,134.31
37	"Cosme Hernández"	\$0.00	\$8,257,310.49	\$8,257,310.49
38	"Miguel Hidalgo"	\$0.00	\$1,733,923.77	\$1,733,923.77
39	"Libertad"	\$0.00	\$3,586,877.68	\$3,586,877.68
40	"Pino Suárez"	\$0.00	\$3,162,775.88	\$3,162,775.88
41	"Manuel de la Colina"	\$0.00	\$1,146,909.69	\$1,146,909.69
42	"Tamaulipas"	\$0.00	\$1,631,562.56	\$1,631,562.56
43	Tecnológico"	\$0.00	\$1,103,233.52	\$1,103,233.52
44	"16 de Septiembre"	\$0.00	\$4,434,331.35	\$4,434,331.35
45	"Durango"	\$0.00	\$991,959.09	\$991,959.09
46	"Benito Juárez"	\$0.00	\$2,961,896.90	\$2,961,896.90
47	"Francisco I. Madero"	\$0.00	\$1,279,418.70	\$1,279,418.70
TOTAL		\$170,235,692.05	\$1,301,399,446.08	\$1,471,635,138.13

PROGRAMA INTEGRAL DE ESTACIONAMIENTOS

El programa integral de estacionamiento, nace como respuesta al problema del espacio público invadido por el parque automotor, impidiendo el adecuado disfrute de este por parte de los peatones, degradando la imagen de la ciudad y causando congestión vehicular en algunos casos.

Para cumplir con el enfoque propuesto es necesario racionalizar el uso del automóvil particular y aplicar medidas de gestión del estacionamiento para generar cambios positivos en las tendencias del incremento del uso del automóvil. La gestión de la demanda tiene por objeto solucionar problemas de congestión en la vialidad, y todo lo que lleva consigo, a través de la administración de los viajes y los modos disponibles en la ZMT, en específico en la zona Centro de Tulancingo.

Para la implementación de las estrategias mostradas se prevé, su aplicación para el mediano plazo, ya que al ser una zona de alta concentración de actividades, es de suma importancia la redistribución y optimización del espacio urbano y liberar la capacidad de las vialidades para mejorar la operación vial.

Como parte de la gestión del estacionamiento es necesario generar estrategias de estacionamiento, las cuales permitan estructurar los espacios de residentes y de la rotación en función de la oferta y demanda, tomando en cuenta los objetivos de movilidad sostenible y planificación de la zona Centro de Tulancingo.

Conociendo la vocación de la zona e identificadas las dinámicas de movilidad y la afectación que la actividad del estacionamiento genera en la circulación, se procede al establecimiento de zonas para administrar el estacionamiento, así:

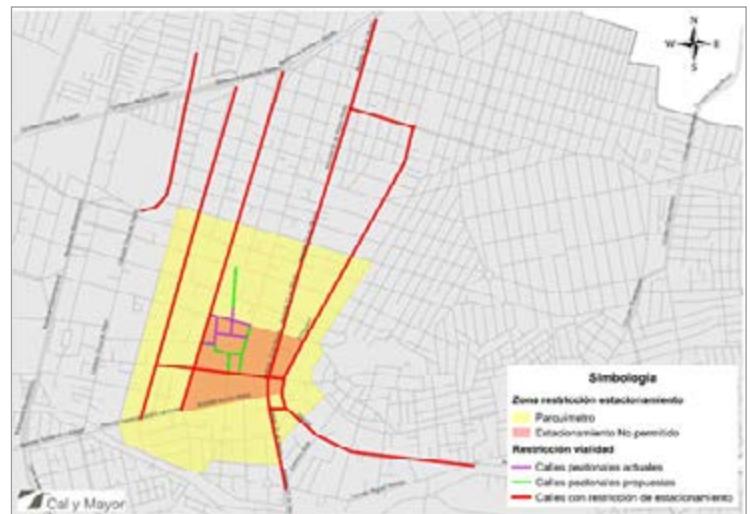
- Zonas donde se restringe el estacionamiento en vía ya que la ocupación de un carril afecta de manera sustancial la capacidad y la calidad de la circulación y restringe la posibilidad de asignar espacios para usuarios de la movilidad no motorizada.
- Zonas donde se permite el estacionamiento cobrando para atender y reconocer la vocación y usos de suelo existentes y optimizar el uso del espacio público favoreciendo la rotación.
- Zonas donde se permite el estacionamiento sin cobrar de acuerdo con las condiciones del flujo vehicular.

En la siguiente figura se muestra la propuesta para gestionar el estacionamiento.

Acciones de gestión de estacionamiento

Programa	Estrategia
Gestión del estacionamiento	Restricción de estacionamiento
	Creación de zona de pago de estacionamiento en vía

Gestión del estacionamiento



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Ejemplo de restricción de estacionamiento en vía

La propuesta de zonas para la gestión del estacionamiento en el centro de Tulancingo, muestra polígonos concéntricos donde el polígono interno muestra la zona donde se restringe el estacionamiento en vía, para alinearse con la priorización de la movilidad no motorizada, con la red de calles peatonales y principalmente para ofrecer los espacios necesarios para la circulación del alto flujo peatonal que ahí se concentra.

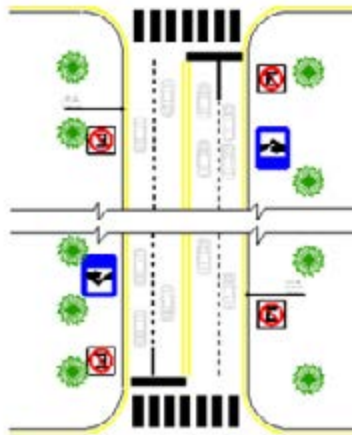
Es importante comentar que el único tramo en el que se plantea permitir el estacionamiento con parquímetro en el límite del polígono rojo (no permitido) es sobre Miguel Hidalgo en el tramo entre Manuel Fernando Soto, y Echavarri, debido a las actividades comerciales que se realizan en el segmento de la vía (mercado). Sin embargo, fuera de dicho tramo, todas las vialidades que bordean el polígono de restricción deben eliminar el estacionamiento en vía en ambos lados.

El polígono externo, resaltado en color amarillo, indica la zona donde es posible implementar cobro por el uso del espacio público para estacionar a través de parquímetros. Esta zona se encuentra muy cerca de los atractores máximo de viajes, (centro de la ciudad) y cuenta con calles en las que el uso de un carril para el estacionamiento no afecta de manera significativa la calidad de la circulación.

Mientras que al exterior del polígono de parquímetro es posible estacionarse sin pagar, debido a que se identificó una disminución significativa de los flujos peatonales y vehiculares, reduciéndolos a volúmenes locales que no se ven afectados por la asignación de un carril para el estacionamiento.

Restricción de estacionamiento

Al evaluar el estacionamiento sobre la calle es importante tener en mente que existe una competencia por el uso del espacio público a lo largo de las vías y que es necesario encontrar un balance entre los agentes que demandan su uso, de tal forma que se obtengan niveles aceptables de seguridad y eficiencia en el uso del espacio.



Un aspecto importante a tener en cuenta en el estacionamiento es el concepto de un señalamiento adecuado, que permita al usuario identificar con claridad las condiciones definidas para no estacionar un vehículo en una vialidad. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de señalamiento para estacionamiento prohibido.

Como se ha comentado anteriormente, las vialidades y corredores sobre los cuales no se permitirá el estacionamiento en vía, tiene como fundamento el enfoque "Empujar y Atraer" viajes, desincentivando el uso del modo particular y atraer a los usuarios a modos no motorizados y el transporte público en la zona, empujando a modos más sostenibles.

La estrategia de restricción de estacionamiento en la zona central de Tulancingo propuesta se localiza en las siguientes vialidades.

Restricción de estacionamiento en zona central

Vialidad	De	Hasta
Benito Juárez	Blvd. Emiliano Zapata	Gral. Lázaro Cárdenas /Nicolás Bravo
Calle 21 de marzo	Blvd. Emiliano Zapata	Valentín Gómez Farías /Hidalgo
Luis M. Ponce	Blvd. Emiliano Zapata	Gral. Lázaro Cárdenas
Del Trabajo / Echavarri/ Ignacio Allende	Nayarit	Hidalgo / Luis Donald Colosio
Nayarit	21 de marzo	Echavarri / Del trabajo
Juan Doria	Luis M. Ponce	Ignacio Allende
Allende	21 de marzo (Xicotencatl)	Luis Donald Colosio
Blvd. Sin nombre No. 84	5 de mayo	Jazmín

Zona de pago de estacionamiento (Parquímetros)

El cobro del estacionamiento en vía favorece la rotación de los lugares de estacionamiento, fomentando la aplicación de la ley y maximiza la operación de los mismos. Ya que un automóvil pasa en promedio entre el 80 y el 95% del tiempo detenido, dependiendo de la ciudad (Shoup, 2005 e ITDP, 2010), por lo es necesario regularlo para que tanto los residentes como los visitantes tengan acceso a un cajón de estacionamiento.

Para la correcta implementación de un distrito de estacionamiento, se deben considerar los siguientes principios:

- Cobrar por el estacionamiento en vía según las condiciones del mercado para garantizar que los estándares de desempeño, como las ocupaciones, se cumplan.
- Creación de beneficios o en donde los ingresos de parquímetros se reinviertan dentro de la comunidad para mejorar los servicios públicos y promover la movilidad no motorizada, lo que ayuda a superar la resistencia de los usuarios de pagar por ocupar un espacio en la vía.
- Retomar el espacio de calle utilizado para automóviles, para promover la movilidad no motorizada con acciones de completar calles con aceras más anchas, pacificación del tránsito, acupuntura urbana con espacios públicos y creación de la cultura ciclista.

Regulación especial

Para regulación del estacionamiento en zonas de parquímetro, es necesario considerar la asignación de espacio en función de las características de los tipos de vehículos que lo utilizarán como los siguientes:

Zona para motos

Debido a la proliferación de la motocicleta en las ciudades y al no tener una debida regulación tiende a ocupar los espacios del peatón sobre las banquetas o estacionar en cordón sobre la vía, generando mayor ocupación del espacio; por lo que es necesario establecer espacios específicos en la vía, sin costo alguno para los usuarios, sin embargo, en caso de no estacionar dentro de los espacios asignados deberán ser infraccionados.

Reservas para taxis

Como medida para acercar el servicio a los sitios de gran demanda de pasajeros y evitar la presencia de taxis circulando sin pasajeros, se deberán habilitar zonas especiales para que los taxis realicen base.

Zona de carga y descarga

Es el espacio destinado a la carga y descarga para uso de los vehículos comerciales, la que se representa normalmente con demarcaciones de líneas amarillas en la rodadura para distinguirla de los otros tipos de transporte. Es importante que dicha estrategia sea comunicada a los transportistas para que las operaciones se realicen en el menor tiempo posible para mantener libre el espacio para el uso común y continuo por todos los espacios comerciales que así lo requieran.

Equipo para cobro de estacionamiento (parquímetro)

La correcta selección de los dispositivos para el cobro del estacionamiento determinará en gran medida el éxito del sistema y su grado de aceptación entre la ciudadanía. En el mercado existen diversas marcas y modelos, donde todos presentan pros y contras, por lo que la selección se debe hacer a partir de estudios detallados de la zona a regular. Acorde a las características de la Ciudad de Tulancingo, se propone la utilización de equipos multi espacio.

Este presenta una amplia variedad de pago y opciones de tecnología. Parquímetros de espacios múltiples son comunes con instalaciones tanto en la vía pública y fuera de la calle y pueden soportar prepago, pago por el espacio, y pagar por la matrícula. Si bien cada una de ellas tiene ventajas y aplicaciones únicas, todos son capaces de aceptar la moneda y los pagos con tarjeta de crédito, informes en tiempo real, y la fijación dinámica de precios al tiempo.

Ejemplos de parquímetros multi espacio



Para la implementación del sistema es necesario realizar las marcas sobre la carpeta y/o sobre la guarnición, a fin de no invadir ni obstruir la acera ni mucho menos dañar la imagen urbana.

El siguiente paso es definir por cada calle de la zona de parquímetros, donde es permitido el estacionamiento en vía, y donde es prohibido. Luego hay que seleccionar los tipos de vehículos que serán regulados según la vocación de cada calle y paramento, tomando en cuenta el tipo de espacio.

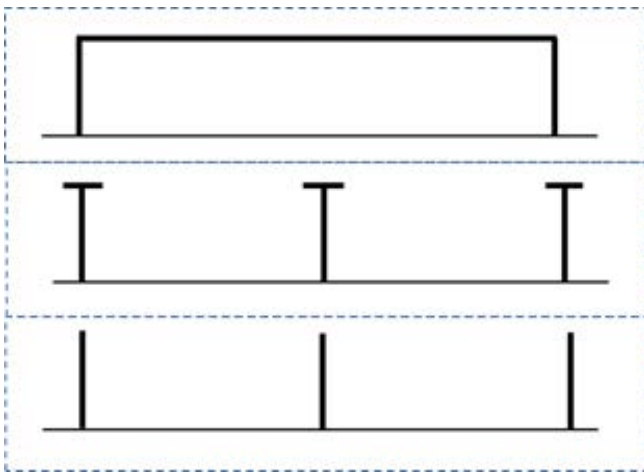
Es recomendable señalar con demarcación horizontal los espacios de estacionamiento permitido en vía, donde la señalización varía en sus dimensiones y depende del tipo de vehículo, se recomienda considerar los siguientes valores referenciales:

Marca por tipo de espacio

Tipo de espacio	Ubicación del estacionamiento	Ancho típico del espacio (metros)
Vehículo particular	Paralelo a la vía (en cordón)	5.0 – 6.5
Motocicletas	En batería (perpendicular a la vía)	0.90 - 1.2

Existen diversas formas de demarcar el espacio de estacionamiento en vía, que puede ser completo (con línea continua o segmentada) o parcial, con distintos colores para las líneas según el vehículo (por ejemplo, amarillo para taxis), con textos (para indicar periodos de uso, tipo de vehículo) y con elementos horizontales adicionales (rayado en zigzag para área de carga y descarga). La siguiente figura ilustra algunos ejemplos.

Ejemplo de marcas horizontales para estacionamiento en vía con parquímetro



Fuente: Cal y Mayor e imagen de <https://gabysalido.mx>, 2021.

Además de la señalización vial de sector o zona de parquímetros tiene que complementarse con señales verticales que informen a los usuarios de los sitios de pago y del horario y días donde opera el sistema. La siguiente figura muestra ejemplos de este tipo de señalización.

Operación del sistema

Entre los pasos que tiene que realizar la ciudad de Tulancingo para la implementación de las zonas de pago de estacionamiento (parquímetro) está la elaboración de un reglamento de operación de parquímetros, se recomienda deberá incluir:

- La definición del marco administrativo,
- Los términos en que se desarrollará la concesión para su operación;
- El mecanismo para fijar las tarifas, modo de cobro, destino y administración de los fondos recaudados;
- Estándares técnicos de las tecnologías a aplicar;
- Uso y características de los cajones,
- Definición de señalización vial
- Sanciones a los infractores,
- Todos aquellos aspectos involucrados en la gestión y operación del sistema.
- Mecanismos de transparencia y rendición de cuentas

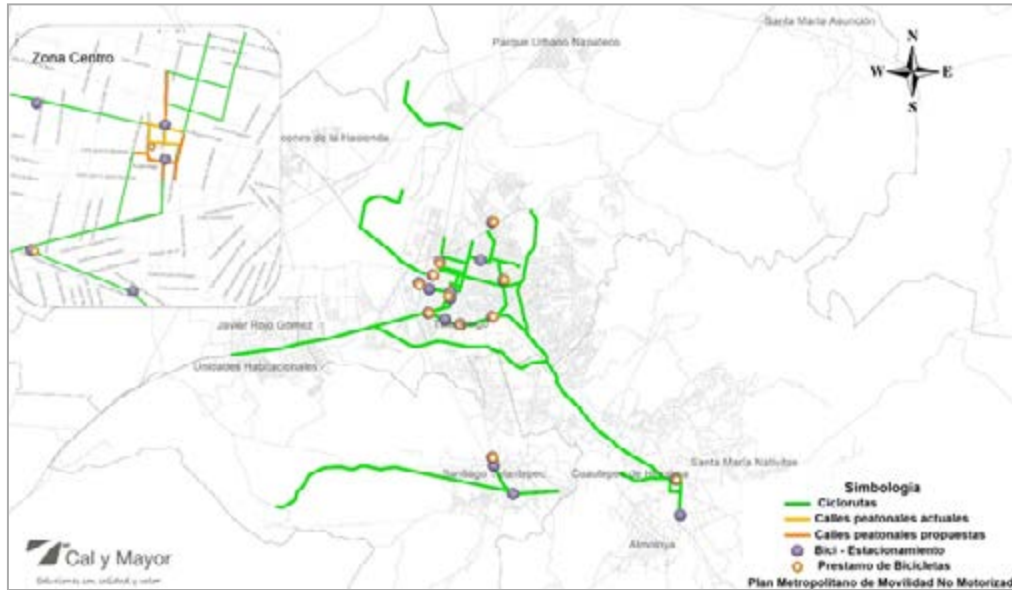
Como se ha mencionado anteriormente es de suma importancia mantener una adecuada observancia tanto para el control como inserción del programa a fin de eliminar resultados no deseados.

PROGRAMA INTEGRAL DE MOVILIDAD NO MOTORIZADA

Los conceptos de accesibilidad y diseño no se refieren solamente a construir rampas en los cruces de las aceras con la vialidad, sino de contar con espacios, e infraestructura que ofrezcan el mismo nivel de comodidad y seguridad a todos los miembros de una comunidad sin importar su grado de capacidad de movilidad, permitiendo desarrollar habilidades y realizar actividades esenciales para su vida cotidiana.

En el ámbito de la planeación urbana, el peatón no es solamente un modo de traslado, es la presencia de las personas en el ámbito urbano. Los espacios peatonales no son solamente la acera, las escaleras, andadores y sendas por las que se camina; son las plazas y los parques donde simplemente se está, los campos deportivos, las paradas de transporte y en general el espacio público. El ciclismo, por su parte incluye, además de la bicicleta, el triciclo de carga y de trabajo, triciclos urbanos, y las bicicletas con remolque. La visión metropolitana de las acciones para movilidad no motorizada se presenta a continuación.

Programa de vialidades y tránsito



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Movilidad peatonal

Las banquetas para circulación de peatón es una infraestructura que debe cubrir la totalidad de la mancha urbana, y acceder a todos los espacios públicos y edificaciones, garantizando la movilidad a todas las personas. Las banquetas que conducen a las paradas del transporte público requieren de atención especial en el diseño de los cruces a la vialidad, y tratamiento de las banquetas, de manera que el peatón circule confortablemente y en espacios seguros.

La tipología de calles completas busca reconocer que la calle debe estar destinada a mover personas y no autos, y que el rol y la función de una calle se relacionan con su contexto. La tipología tiene como objetivo aclarar la función que desempeña cada vía y establecer prioridades para facilitar la toma de decisiones al momento de balancear las demandas. No se pretende ser minucioso sobre el diseño de cada calle, al reconocer que hay una variante de calles dentro de cada tipología.

Especificaciones recomendadas en el Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas

Tipología	Descripción	Visión de calle completa
Avenidas principales	Edificios de comercio aglomerados en un punto centro o varias cuadras llenas de comercio Múltiples accesos directos a comercios Uso de suelo mixto Acceso directo de la vía a los comercios (estacionamientos fuera de vía en cada comercio) Alta demanda vehicular	Prioridad balanceada: peatón, buses, ciclista, autos y camiones Reducir la frecuencia de los accesos a comercios Estacionamiento fuera de vía en edificios Cruce peatonal a nivel, donde sea necesario para completar las rutas peatonales, no se debe limitar a intersecciones. Aceras entre 2.5 y 4m Ciclo ruta
Calle Principal	Actividad comercial de un solo piso que provee artículos esenciales (por lo menos 2 cuadras) Columna de calles residenciales Propiedades segregadas de la vía (no se puede acceder directamente a edificaciones)	Prioridad balanceada: peatón, buses, ciclista, autos y camiones Aceras con nivel continuo (elevar entradas a comercios) Aceras entre 2.5 y 4m Tráfico calmado Cruce peatonal a nivel, donde sea necesario para completar las rutas peatonales, no se debe limitar a intersecciones. Complementar con extensión de acera. Ciclovía Estacionamiento en vía de alta rotación Espacios públicos para que los residentes se reúnan
Calle residencial	Acceso directo a viviendas Tráfico calmado	Prioridad balanceada: peatón, buses, ciclista y autos Cruce peatonal a nivel Carril compartido
Calle compartida	Una sola superficie compartida por todos los modos de transporte Velocidad muy baja por seguridad a los peatones y ciclistas.	Prioridad al peatón y ciclista Velocidad muy baja Bolardos, sillas, luces, cambios de material en la vía se pueden ubicar para definir límites de los espacios Cruce peatonal a nivel Carril compartido

Calles peatonalmente propuestas

Las calles completas optimizan el uso del espacio vial, ya que al proporcionar opciones de realizar el viaje caminando, andando en bicicleta y en transporte público se puede reducir la demanda para viajes en transporte particular. Combinado con los beneficios de los Desarrollos Orientados al Transporte (DOT) se evitan kilómetros de viajes en transporte particular.

Como se observa en el mapa, se propone implementar calles peatonales similares a las existentes en el centro del municipio. Estas vialidades, contarán con acceso restringido para locatarios, residentes o de instituciones gubernamentales (como bomberos, seguridad pública, etc).



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

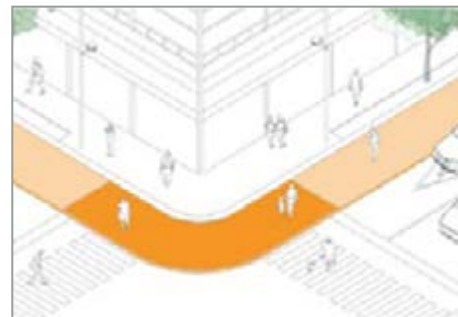
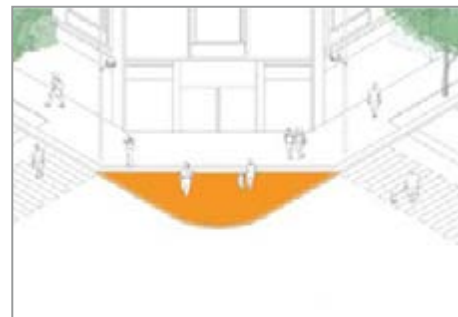
Diseño de cruces seguros

Uno de los criterios más importantes para la caminabilidad es la existencia de cruces seguros que posibiliten la continuidad de las rutas peatonales y asegure la integridad física de los usuarios. En las intersecciones, se precisa el desarrollo de infraestructura que permita generar un escenario urbano donde peatones y bici-usuarios puedan realizar sus recorridos de forma segura y confortable.

Para el diseño de intersecciones existen las siguientes recomendaciones;

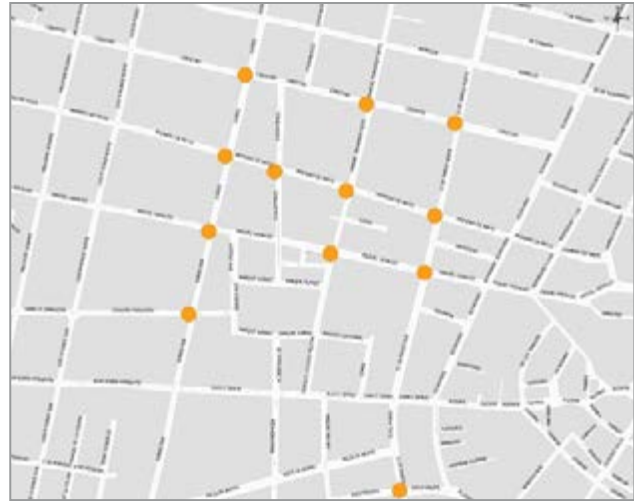
- Minimizar la distancia de cruce entre un extremo y otro de la calle llevando a cabo una ampliación de banquetas en esquina siempre que sea posible.
- Reducir los radios de giro en esquinas para minimizar las velocidades vehiculares al dar la vuelta.
- Aprovechar al máximo los remanentes viales para reconvertirlos en parte de banqueta.
- Siempre que exista estacionamiento en vía pública, se recomienda llevar a cabo una ampliación en banqueta en esquina.
- Crear pequeñas plazoletas en los espacios recuperados para los peatones.
- Cuando existan intersecciones complejas, compartimentarlas en un conjunto de intersecciones más pequeñas y sencillas.

Ejemplo de tipo de intersecciones, optimas



Fuente: Lineamiento para el diseño y construcción de banquetas en la Ciudad de México

Mapa de intersecciones con orejas.

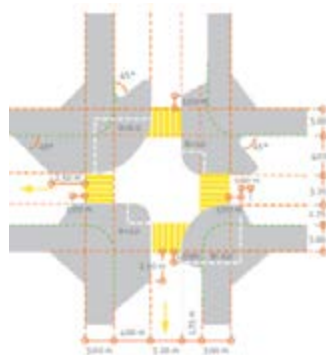


Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Para la seguridad de los actores no motorizados, los cruces deben ser amplios y visibles, de manera que los demás actores de la vía puedan ver y ceder el paso.

Criterios de ampliación y rediseño

La ampliación de banquetas y rediseño de intersecciones permite incrementar la superficie peatonal en banqueta, acortando la distancia de cruce peatonal y facilitando la incorporación de rampas accesibles.

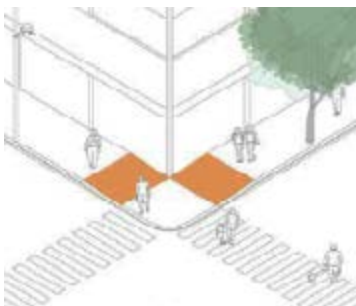


Fuente: Lineamiento para el diseño y construcción de banquetas en la Ciudad de México

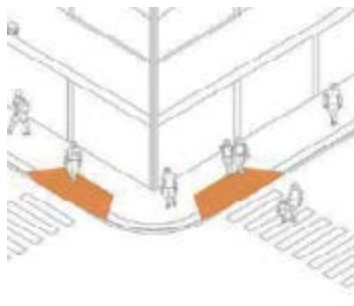
Las rampas peatonales en banquetas son uno de los componentes del cruce peatonal, y un elemento primordial para garantizar un tránsito de peatones accesible y seguro para todos. Diversas soluciones en rampas deben de considerarse para una traza urbana que resulta en múltiples

configuraciones de intersecciones viales. Se recomienda contar con franjas de advertencias en rampas peatonales que indiquen el límite entre banqueta y arroyo vehicular cuando ambos se encuentran al mismo nivel en un cruce peatonal.

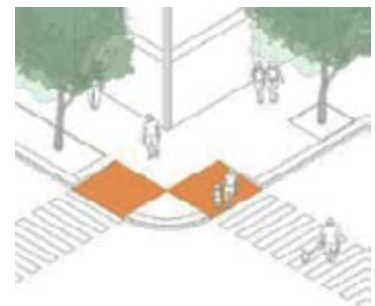
Rampas rectas con abanico



Rampas con alabeo



Rampa recta confinada



Fuente: Lineamiento para el diseño y construcción de banquetas en la Ciudad de México

Banquetas

Las especificaciones para las banquetas en las áreas urbanas en México se encuentran en el Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas / Manual Normativo / Tomo IV / Diseño Geométrico de Vialidades.

En el caso de las zonas urbanas, el Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas, enlista los anchos mínimos y deseables de banquetas, en la zona centro deberá contar con un ancho mínimo de 1.5 m, en la zona sub-centro el ancho mínimo es de 1.2 m y en las zonas periféricas y suburbanas su ancho podrá ser de 1.0 m.

La norma estipula un ancho, para cada una de las zonas de 2.0 m a 1.5 mínimo deseable, para ubicar toda la infraestructura, mobiliario urbano y elementos de paisajismo, a fin de preservar el ancho de paso mínimo establecido según la zonificación del sector.

En principio, se plantea la recuperación de las aceras que rodean los lugares más emblemáticos de la zona metropolitana y el centro del municipio de Tulancingo.

Criterios de diseño para garantizar la accesibilidad peatonal;

- **Pendientes:** Todas las franjas deben estar preferentemente al mismo nivel y con una pendiente continua máxima del 2% en sentido transversal para el drenaje pluvial. La superficie del piso debe tener una pendiente longitudinal máxima de 4%. Las pendientes mayores se deben salvar incorporando rampas.

- **Obstáculos en banquetas:** En todos los casos se debe procurar una sección de banqueta con un ancho mínimo de circulación peatonal de 1.20 m libres de cualquier obstáculo, continuo en todo el trayecto. En caso de que existan obstáculos, principalmente postes o árboles, de tal manera que impidan un ancho libre mínimo de 1.20 m y que sea complicado reubicar, se debe contemplar la alternativa de ampliar la banqueta hacia el área vehicular a partir del obstáculo, con un ancho mínimo de 1.20 m.

Especificaciones recomendadas en el Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas

Manual Normativo		
Zonas	Mínimo	Deseable
Centro	1.5 m	2.0 o mas
Subcentro	1.2 m	1.75 m
Áreas periféricas y suburbanas	1.0 m	1.75 m

Fuente: Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas

Pendientes recomendables



Fuente: Lineamiento para el diseño y construcción de banquetas en la Ciudad de México

Obstáculos en banquetas



Fuente: Lineamiento para el diseño y construcción de banquetas en la Ciudad de México

- **Desniveles en sentidos longitudinal:** Los desniveles de hasta 30 cm se recomienda salvar mediante rampas con pendientes máxima de 4%. Los desniveles mayores a 30 cm se deben salvar mediante rampas de pendientes constantes de entre 6% y 8%. Los desniveles de 2 cm o menores se pueden resolver mediante chaflán.
- **Accesos vehiculares:** Las entradas vehiculares son un punto a resolver de tal forma que no sean obstáculo para el peatón garantizando siempre la continuidad de tránsito libre sobre la banqueta.
- **Rampa transversal:** En banquetas con ancho mayor a 2 m, se debe conservar una franja peatonal mínima de 1.20 m con nivel continuo y solucionar el acceso vehicular mediante rampa recta con pendiente máxima del 12% en sentido transversal al sentido de la banqueta.
- **Rampa laterales:** En banquetas con anchos menores a 2 m, se debe solucionar el acceso vehicular mediante dos rampas rectas laterales con pendiente máxima del 8% y un área a nivel del arroyo vehicular con un ancho igual al acceso vehicular. Esta solución se recomienda solo en casos en los que no es posible incorporar una rampa transversal. En caso de utilizar este tipo de rampas y que existan dos o más accesos vehiculares adyacentes, se debe mantener el nivel de arroyo vehicular abarcando los dos accesos, para evitar generar múltiples rampas.
- **Accesos a inmuebles:** Las entradas vehiculares se deben resolver de tal forma que no sean obstáculo para el peatón garantizando siempre la continuidad de tránsito libre sobre la banqueta. Tratando de evitar la colocación de escalones, jardineras o algún otro elemento que reduzca la movilidad peatonal.

Ejemplo de tipo de intersecciones, optimas



Fuente: Lineamiento para el diseño y construcción de banquetas en la Ciudad de México

Adecuación de remanentes viales para la generación de espacio público

Los remanentes viales son lugares residuales del trazado urbano y de la infraestructura vial, que tienen el potencial de ser aprovechados para la generación de espacio público efectivo en zonas consolidadas de la ciudad.

Para intervenir espacios se deben generar acciones en dos etapas: una etapa piloto que permita recuperar el espacio a un bajo costo, y una etapa de consolidación donde se refuerce la condición de espacio colectivo del lugar con materiales duros y elementos de permanencia.

Etapas de intervención en espacio

Etapa	Estrategia	Acciones
Piloto	Redefinir	Espacios para el peatón (se das, cruces seguros)
	Asegurar	Instrumentos de seguridad y equidad
	Dotar	Elementos de paisajismo y confort
Consolidación	Ocupar	Mobiliario de permanencia
	Consolidar	Diseño innovador de iniciativas

Movilidad en bicicleta

Para mejorar y fomentar el uso de la bicicleta en la zona metropolitana del municipio y lograr un cambio en la percepción cultural de la movilidad no motorizada es necesario generar infraestructura que otorgue a los ciclistas un espacio seguro, cómodo y continuo para transitar en las vías de la ciudad.

Red de ciclovías

En este sentido, generar una red de ciclovías amplia y accesible debe ser una prioridad para el municipio. Para definir el grado de segregación de las ciclovías, se deben considerar criterios como: límites urbanos de velocidad, cantidad de vehículos, número de ciclistas y tipos de intersecciones.

Existen tres tipos posibles de ciclovía según el nivel de segregación del tráfico mixto motorizado:

- Tráfico compartido. Sin segregación en calzada.
- Ciclo carriles. Con segregación visual en la calzada y dentro de la misma.
- Ciclovías. Segregada con separación física de la calzada al mismo nivel de la acera.

El diseño de la infraestructura ciclista siempre debe contemplar las necesidades de circulación de ambos tipos de usuarios.



Dimensiones de ciclo-carriles en áreas urbanas

Tipo	Más de 1,500 ciclistas/día	Menos de 1,500 ciclistas/día
Ciclo-carril sin estacionamiento a un costado	2.25 m	1.50 m
Ciclo-carril sin estacionamiento a un costado	2.50 m	1.50 m

*Dimensiones para velocidades de diseño de 30 Km/hr en zonas planas

Fuente: Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas

Mapa de ciclovías propuesto



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

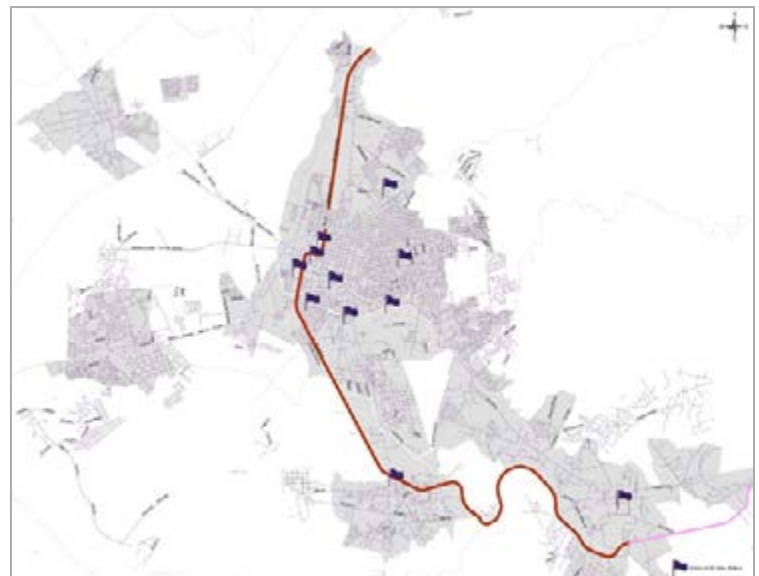
El trazado de la red debe incluir toda la zona metropolitana del municipio, para generar una conexión en todo el municipio, como se muestra en el mapa.

La generación de vías exclusiva de bicicletas creará conectividad para los usuarios cotidianos de esta y de otros modos no motorizados, al atender la demanda entre puntos generadores y atractores de viajes en el área urbana.

Etapas de intervención en espacio

Tipología	Características	Ventajas	Inconvenientes
Ciclovia	<ul style="list-style-type: none"> Segregadas físicamente con barrera acústica y de protección 	<ul style="list-style-type: none"> Al ser utilizadas en vialidades locales, dan conexión cómoda y segura de largas distancias 	<ul style="list-style-type: none"> Entradas y salidas controladas. Largas distancias sin actividad en vía
Ciclo carril	<ul style="list-style-type: none"> Segregadas físicamente o visualmente del resto del tránsito y peatones Pueden estar a nivel de calzada o acera, pero siempre con barrera física Si va por la acera, la franja peatonal debe ser lo suficientemente ancha para evitar la invasión 	<ul style="list-style-type: none"> Máxima comodidad, seguridad y relajación para ciclistas Máxima capacidad de atracción de nuevos usuarios <p>Si es en calzada:</p> <ul style="list-style-type: none"> Facilidad de implementación costo mínimo de construcción y remodelación Permite circular de modo seguro a altas velocidades 	<p>Calzada:</p> <ul style="list-style-type: none"> Propensas a ser invadidas por los autos Fricción con las paradas de bus Baja percepción de seguridad especialmente para ciclistas con poca experiencia <p>Acera</p> <ul style="list-style-type: none"> Pueden generar conflictos con peatones Incomodidad para ciertos usos estanciales y recreativos del espacio peatonal Puede generar una errada cultura de la movilidad, en la que se asocia el ciclista como un peatón
Carril compartido	<ul style="list-style-type: none"> Carril compartido por carros y bicis No se recomienda en calles con congestión El carril no debe medir más de 3 metros para evitar adelantamientos Velocidad máxima de 30km/hr Se debe identificar con el logo de bicicleta 	<ul style="list-style-type: none"> Costo mínimo. Máxima flexibilidad para ciclistas Buena visibilidad del ciclista 	<ul style="list-style-type: none"> Percibido como inseguro por parte de los usuarios Sólo es percibida como segura si se acompaña con medidas de tránsito calmado efectivas Menos atractivo que las vías segregadas (exposición a la contaminación), a no ser que el volumen del tránsito sea bajo

Mapa de ubicación del Sistema Público de Bicicletas



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Sistema Público de Bicicletas

Un sistema público de bicicletas (SPB) es un sistema de movilidad público, individual y en autoservicio que se basa en el préstamo o alquiler temporal de bicicletas. La implementación de un sistema público de bicicletas puede ser una medida con gran impacto en el fomento del uso de la bicicleta en la ciudad. Un SPB podrá potencializar la cultura de la bicicleta y lograr que el ciclismo urbano se vuelva deseable dentro del imaginario de los ciudadanos, toda vez que se genere admiración hacia el sistema y sus usuarios.

Se propone un número total de 11 estaciones dentro de la zona metropolitana, para el préstamo de bicicletas en el municipio, el cual impulsará la movilidad no motorizada en la zona. Para la implementación de un sistema público de bicicletas se debe contar con modelo de negocios. Para el presente documento se tomó de ejemplo el Sistema Público de la Ciudad de México, el cual es el sexto a nivel mundial.

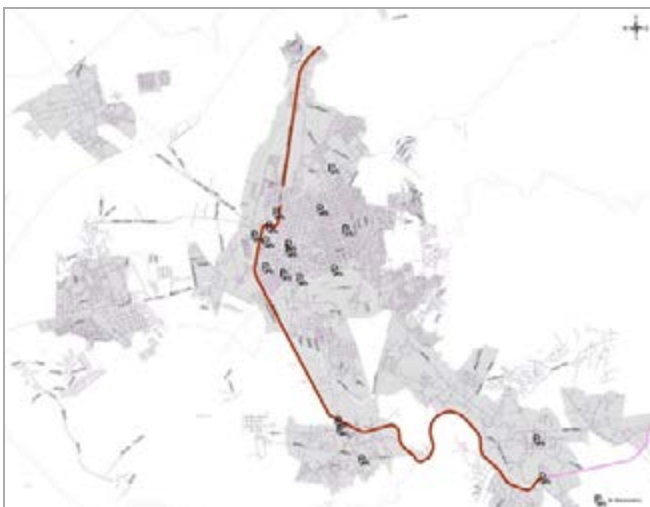
La fuente de recursos se obtiene principalmente de;

- Subsidios y presupuesto de la ciudad. (Públicos, Privados, Donaciones, Concesiones de Suelo).
- Cuotas de membresías/suscripción:
- Venta de productos de marca

Ciclo-Estacionamientos

La creación de estacionamientos y otras facilidades para la bicicleta privada permitirá fomentar en los ciudadanos el uso cotidiano de la bicicleta y creará accesibilidad al facilitar el tránsito adecuado y confortable de ciclistas. Adicionalmente, existe la posibilidad de generar intermodalidad al localizar ciclo-estacionamientos en cercanía a paraderos de transporte público y redes caminables. Los ciclo-estacionamientos deberán estar ubicados en el centro de la ciudad y puntos atractores.

Mapa de ubicación de ciclo-estacionamientos



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Se propone un modelo «U» invertida o estante Sheffield es el más popular de todos los tipos de mobiliario. Es un mueble en forma de arco en el que normalmente se estacionan dos bicicletas, aunque puede ocuparse para cuatro. Permite que la bicicleta permanezca erguida, al estar sujeta del cuadro y de una o ambas ruedas. A partir de esta forma básica se han desarrollado una gran cantidad de variantes, buscando hacer atractivo el uso del mueble.

Ejemplo de Ciclo Estacionamientos



Fuente: Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas

PROGRAMA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

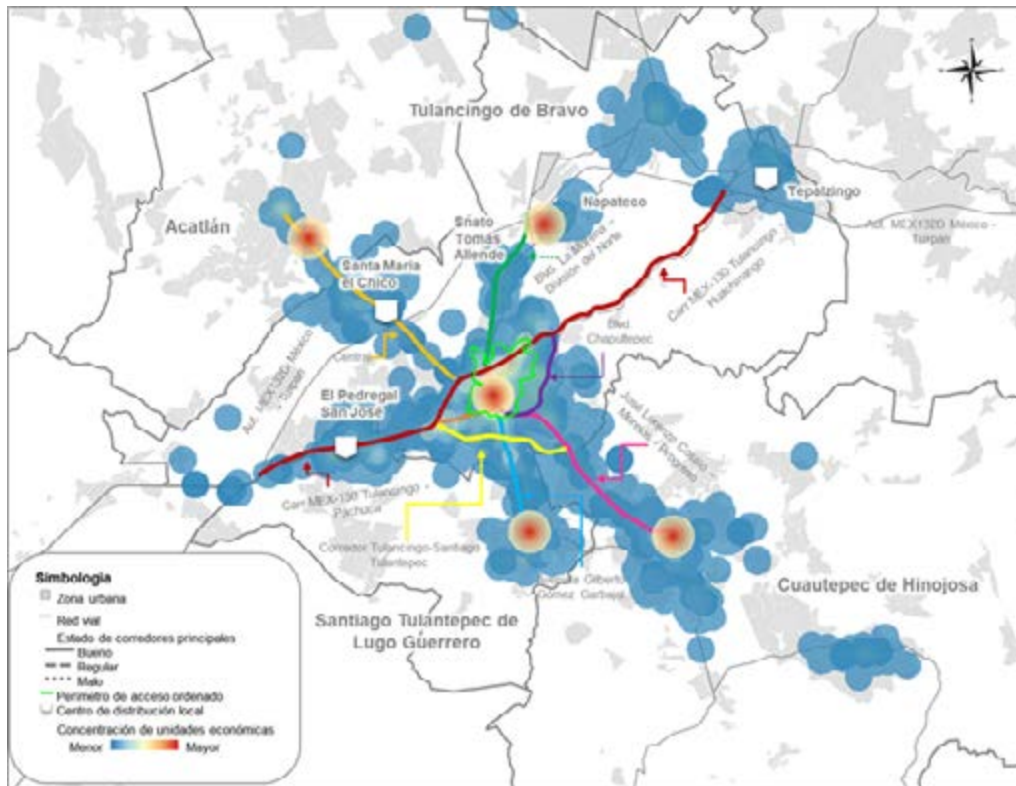
La alineación estratégica que buscan coadyuvar en el mejoramiento de la movilidad, el bienestar y competitividad del Área Metropolitana de Tulancingo en el ámbito de transporte de mercancías. Es importante mencionar que el planteamiento estratégico aquí expuesto, cuenta con una visión de planificación de desarrollo económico local que presta atención principalmente a los siguientes dos elementos:

1. Mejorar las redes de transporte y;
2. Crear suelo que facilite la localización de las empresas procurando evitar/mitigar centralización de la actividad económica que motiva el tránsito de mercancías

Ambos elementos se han contextualizado con base en la realidad que se ha diagnosticado para el área metropolitana y le dan forma a los objetivos, estrategias y metas de este programa.

La siguiente figura, muestra de forma resumida la imagen objetivo que se busca con el cumplimiento de los objetivos, estrategias y metas previamente mencionadas.

Imagen objetiva para el tránsito de mercancías en el área metropolitana de Tulancingo



Fuente: Elaborado por Cal y Mayor, 2021.

Objetivos, estrategias y metas

Incrementar la calidad y eficiencia de la infraestructura para el transporte de mercancías en el Área Metropolitana de Tulancingo.

Estrategia 1.1 (transversal al programa de mejoramiento de vialidades)

Mejorar el estado del pavimento de los principales corredores para transporte de mercancías en el Área Metropolitana de Tulancingo.

Metas:

- Repavimentación de hasta 20 Km de la carretera MEX-130 Pachuca – Tulancingo-Huachinango incluyendo entronques con la autopista de cuota MEX-132D México-Tuxpan
- Repavimentación de hasta 9 Km del corredor que incluye la Avenida Central, los entronques con la carretera MEX-130, la autopista de cuota MEX-132D México – Tuxpan y la vía Hidalgo-Tulancingo-Pachuca que conecta al municipio de Acatlán
- Consolidar hasta 6 Km del corredor Tulancingo-Santiago Tulantepec, como enlace transversal para los tres municipios que integran el área metropolitana

Estrategia 1.2 (transversal al mejoramiento de vialidades)

Modernizar y/o rehabilitar vías principales de acceso hacia los municipios periféricos del Área Metropolitana de Tulancingo para consolidar una red integral para transporte de mercancías

Metas:

- Modernizar hasta 5 Km de la Avenida Gilberto Gómez Carbajal, conexión principal con el municipio de Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero.
- Modernizar hasta 7 Km del corredor José Lorenzo Cossio – Morelos – Progreso, conexión principal con el municipio de Cuautepec de Hinojosa.
- Modernizar hasta 7 Km corredor Blvd. La Morena – División del Norte al norte del municipio de Tulancingo de Bravo.
- Modernizar hasta 5 Km corredor Gral. Lázaro Cárdenas-Allende, enlace para la conectividad de los municipios Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero y Cuautepec de Hinojosa.

De igual manera, se procura el desarrollo policéntrico de actividades económicas en el Área Metropolitana de Tulancingo

Estrategia 2.1

Diseñar e implementar planes de gestión de tránsito de vehículos de carga para la zona centro del municipio de Tulancingo.

Metas:

- Implementar un esquema operativo de acceso a vehículos de carga por horarios escalonados dentro de las 11 colonias con mayor concentración de empresas en el municipio de Tulancingo. Estas son: Centro de Tulancingo de Bravo, Vicente Guerrero, Francisco I Madero, Fraccionamiento La Morena, Fraccionamiento Los Pinos, Lindavista, Insurgentes, Caltengo, San Luis, Conjunto Habitacional la Morena y el Fraccionamiento del Villar.

Estrategia 2.2

Diseñar e implementar planes de regeneración urbana con énfasis en el asentamiento de comercios minoristas y/o mayoristas.

Metas:

- Elaboración de proyecto y construcción de plan de regeneración urbana para centros y/o “HUBs” comerciales en el municipio Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero.
- Proyecto y construcción de plan regeneración urbana para centros y/o “HUBs” comerciales en el municipio Cuauhtec de Hinojosa.
- Proyecto y construcción de plan regeneración urbana para centros y/o “HUBs” comerciales en las localidades de Santo Tomás Allende – Napateco al norte del municipio de Tulancingo de Bravo.
- Proyecto y construcción de plan regeneración urbana para centros y/o “HUBs” comerciales en el municipio de Acatlán.

Estrategia 2.3

Impulsar el desarrollo de centros de distribución local en la periferia de Tulancingo.

Metas:

- Estudiar e implementar tres (3) centros de distribución local en los alrededores de las localidades de Santa María el Chico, Pedregal de San José y Tepalzingo por su localización estratégica próxima con la autopista de cuota MEX-132D México – Tuxpan.

A través del cumplimiento de las metas del programa se busca que el Área Metropolitana de Tulancingo cambie gradualmente su estructura urbana centralizada donde las actividades económicas que demandan flujos de mercancías para la realización de sus actividades; hacia una estructura poli céntrica, de tal forma que se mitigue la concentración de vehículos de carga y se reduzcan los traslados a través del impulso de otros centros de actividad económica-comercial en los municipios satélites y al norte de Tulancingo.

HUB's comerciales

Pueden definirse como espacios urbanos delimitados que agrupan una oferta comercial concentrada, diversa e integrada de comercios y negocios independientes que cooperan entre sí para mejorar su atractivo y el de su entorno, que es gestionado profesionalmente y que cuenta con una imagen común. Ejemplos de esta filosofía de desarrollo urbano se encuentran en programas como “París Ciudad de 15 minutos”

Imagen conceptual de los HUBs comerciales en Francia



Fuente: “Ciudades poli-céntricas: un viejo concepto como futuro urbano pospandémico”. Escrito por Camilla Ghisleni | Traducido por Mónica Arellano | <https://www.archdaily.mx/mx/956407/ciudades-policentricas-un-viejo-concepto-como-futuro-urbano-pospandemico>

En aras de promover este tipo de proyectos y volverlos viables frente ojos de la sociedad civil y los microempresarios, se pueden mencionar los siguientes aspectos fundamentales:

Uso de suelo urbano

- Para lograr la máxima integración de la comunidad con los locales comerciales que potencialmente se emplacen en este tipo de espacios, es necesario que el plan de desarrollo urbano permita uso el suelo de tipo Habitacional con comercio en planta baja (HC), y Habitacional mixto (HM) en polígonos específicos dentro de las cabeceras de los municipios que integran el Área metropolitana de Tulancingo.

Imagen propia

- Es importante para esto espacios contar con una imagen y diseño arquitectónico propio. Esto ayudará a crear espacios únicos, atractivos y seguros tanto para los potenciales clientes que acudan él como los microempresarios que decidan invertir y colocar un negocio allí. En ese sentido será necesario formular proyectos de arquitectónicos de generación urbana a nivel ejecutivo para su ejecución.

Medidas de incentivo

- Otro factor que podría considerarse de importancia para impulsar este tipo de proyectos son estímulos o beneficios fiscales que le brinden mayores oportunidades de éxito para los microempresarios.

Socios

- Como cualquier otra iniciativa, es importante considerar contar con grupos de comerciantes de forma inicial para catapultar el éxito de estos espacios. Esto ayudaría en la consolidación de un atractivo inicial con el fin de que este permee para promover la expansión de los mismos dentro de los municipios y su reproducción en otros.

De forma complementaria, la experiencia internacional, incluso en proyectos de gran envergadura permite saber que resulta conveniente comenzar con mesura y en la medida que se obtiene experiencia se puede mejorar la estrategia de penetración de cualquier iniciativa, todo dependerá de finalmente de la voluntad y el trabajo que se le dedique para ejecutar.

Centros de distribución local

Este tipo de infraestructura suelen tener un tamaño reducido en comparación a los grandes centros de consolidación y distribución convencionales (desde 30 m² hasta 2000 m² dentro de un centro comercial) ya que esto permite que se establezcan varios ciclos de operación en la jornada, lo que representa un adecuado reabastecimiento de puntos de venta, en el interior del tejido urbano sin la necesidad de grandes vehículos de carga e incluso vehículos no motorizados.

Para el éxito de este tipo de instalaciones es necesario que se cuente con:

- Localizaciones estratégicas en términos de conectividad
- Fomento por parte de la autoridad local y
- Socios de la iniciativa privada que participen, como algún operador logístico especializado y/o unidades de negocio de logística de empresas productoras de bienes de consumo masivo (como abarrotes en general).

Conceptualización de centros de distribución local



Fuente: "Logística Urbana: El futuro de la logística para un mundo mejor"
 Por LD Logística Dinámica | <https://www.ld.com.mx/blog/logistica/logistica-urbana-el-futuro-de-la-logistica-para-un-mundo-mejor/>

De forma transversal, ya se ha señalado la necesidad de fortalecer la infraestructura vial con el fin de permitir el tránsito de mercancías de forma rápida y eficiente hacia o desde los nuevos centros de actividad económica propuestos.

PROPUESTA DE TRANSPORTE PÚBLICO

El sistema de transporte público es uno de los principales ejes rectores de la visión estratégica. En el contexto de la realidad urbana, el transporte está fuertemente condicionado por el modelo de ciudad y sus usos del suelo, influenciado tanto por el urbanismo histórico como por los cambios ocurridos en la sociedad. De manera global, el plan se indica en el siguiente mapa.

Propuesta de Transporte público



Fuente: Cal y Mayor, 2021

De esta manera, los principios conceptuales del sistema planeado.

Principios conceptuales del sistema de transporte público

Diseño operacional	Servicios de acuerdo a la demanda	<ul style="list-style-type: none"> Se articulan distintos tipos de rutas que brindan mayores alternativas operacionales, reducir superposición de rutas, kilómetros recorridos, mejora en las frecuencias.
	Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> En el tiempo, las rutas se pueden reestructurar conforme se comporte la demanda o surjan nuevas necesidades de cobertura
	Tipología vehicular	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de la tipología vehicular de acuerdo con las necesidades de la demanda de pasajeros
Diseño funcional	Operación por cuencas	<ul style="list-style-type: none"> El sistema considera una operación mediante cuencas de transporte previamente identificadas por la infraestructura vía existente.
	Infraestructura para el transporte público	<ul style="list-style-type: none"> Conceptualizar ubicación de terminales, paradas y señalización para el transporte público
	Prioridad al transporte público	<ul style="list-style-type: none"> Identificar corredores estratégico de mayor demanda donde se puedan plantear esquemas de prioridad de paso al transporte público

Diseño funcional del transporte público

El diseño funcional del sistema se refiere a la definición de los elementos que integran el sistema y que permitan que el mismo garantice el acceso al transporte público de una manera eficiente. Así, dentro del diseño funcional se define principalmente. A continuación se describen en estos elementos para la situación del proyecto de transporte público de la ciudad de Tulancingo y su Zona Metropolitana.

Diseño de las rutas de transporte

El sistema de transporte público proyectado se basa en mejorar la cobertura actual de rutas, logrando una eficiencia en la operación y los recorridos; mediante una estructura de rutas Diametrales y Radiales al centro histórico de Tulancingo.

La estructura está diseñada en pares viales norte-sur y sur norte con la intención de distribuir las preferencias de viaje de los usuarios; mediante recorridos Diametrales con circulación en carril preferente en el centro histórico desde las diferentes cuencas de alimentación. El sistema cuenta con rutas radiales las cuales no entran o atraviesan el centro histórico y circulan lo menos posible por sus vialidades buscando que estas terminan su recorrido en puntos fuera del centro histórico evitando que los cierres de circuito se hagan en las vías como actualmente lo hacen.

Cabe señalar que se ha diseñado un sistema acorde a la demanda de la ciudad de Tulancingo y a su estructura urbana con la finalidad de mejorar la calidad del servicio de transporte; esperando que se genere un sistema accesible, eficiente y que a su vez disminuya el uso del auto particular.

Sistema propuesto



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Como ya se ha señalado la tipología de rutas determina la prioridad de paso en la zona del centro histórico de la ciudad; se especifican para el tipo de rutas urbanas las de tipo.

Rutas Diametrales



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Diametral

- Aquellas rutas que tienen un servicio de transporte atravesando el centro histórico por carril preferencial y operando el sube y baja de pasajeros en puntos determinados de las vialidades destinadas para su circulación. Estas rutas buscan disminuir el tiempo de recorrido de los viajes evitando las demoras por congestión, tiempos muertos y paradas arbitrarias en ciertos tramos del recorrido. La siguiente imagen muestra los recorridos diametrales por cada una de las cuencas de transporte.

Rutas Radiales



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Radiales

- Se refieren a aquellas rutas que llegan a un punto límite del centro histórico creado un cierre de circuito en una terminal fuera de vía, la cual integra otros modos de transporte y hacia los servicios diametral. Cabe señalar que estas rutas actualmente tienen sus terminales en predios particulares y estos se consideran válidos para las mismas por lo cual son rutas que se han quedado con su recorrido normal.

Cabe señalar que para que el sistema urbano sea funcional se ha buscado adecuar de la misma forma el sistema de rutas suburbanas y regionales, de tal manera que estas no interfieran con la estrategia de mejoramiento del sistema urbano de la Ciudad.

Suburbanas y Regionales: Estas rutas tienen conectividad de las zonas apartadas de la zona metropolitana o fuera de los mismos municipios metropolitanos, actualmente estas tienen bases terminales sobre algunas vías del centro histórico; la situación propuesta para ellas es establecer terminales en puntos de integración con el sistema urbano sin interferir con la operación del mismo. Estas rutas han quedado con sus recorridos iguales desde origen pero al llegar a la zona metropolitana de Tulancingo se integrarán a ella mediante estaciones terminales fuera de vía.

Rutas Suburbanas y Regionales



Fuente: Cal y Mayor, 2021

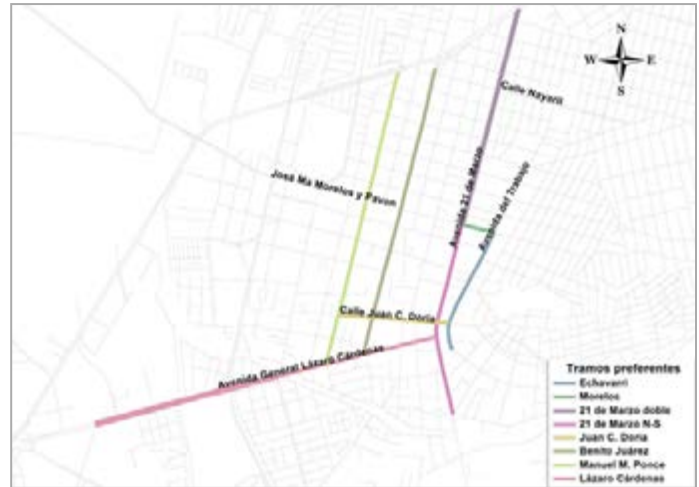
Prioridad al transporte público

Las inversiones para ese esquema de carriles preferenciales al transporte público no han de ser muy elevadas, el punto principal será la aceptación por parte del público y el control que deba ejercer la autoridad. Por lo tanto, la primera etapa del sistema deberá ser cuidadosamente preparada.

La propuesta básica es definir uno o dos carriles continuos para el uso preferencial de los autobuses, no exclusivo, los cuales deben permanecer libre de estacionamiento, los vehículos privados pueden circular sobre los carriles preferenciales siempre y cuando requieran girar a la derecha, además, se recomienda tener vigilancia con cámaras “OCR” - “Optical character recognition”.

Para la ciudad de Tulancingo se propone una longitud de aproximadamente 11km de carril preferencial en el centro histórico de la ciudad lo cual permitirá obtener mejoras en los tiempos de viaje de los usuarios. La siguiente imagen muestra la propuesta de la ubicación de carriles preferentes de acuerdo a las necesidades de los viajes de los usuarios.

Demarcación especial carril preferencial



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Etapas de intervención en espacio

N°	Vía	Longitud km	Entre		Sentido
1	Av. Echavarrí o del trabajo	0.69	Av. Xicoténcatl	Av. José Ma. Morelos	S-N
2	Av. José Ma. Morelos	0.18	Av. Echavarrí o del trabajo	Av. 21 de Marzo	O-P
3	Av. 21 de Marzo	2.40	Av. José Ma Morelos	Bldv. Emiliano Zapata	Doble
4	Av. 21 de Marzo	1.03	Av. José Ma Morelos	Calzada Miguel Hidalgo	N-S
5	Calle Doria	0.60	Av. Luis Ponce	Av. Echavarrí o del trabajo	P-O
6	Av. Benito Juárez	1.58	Av. Gral. Lázaro Cárdenas	Bldv. Emiliano Zapata	N-S
7	Av. Luis Ponce	1.61	Av. Gral. Lázaro Cárdenas	Bldv. Emiliano Zapata	S-N
8	Av. Gral. Lázaro Cárdenas	2.92	Av. Fernando del Villar	Av. 21 de Marzo	Doble

Los tramos identificados para este fin se describen la tabla siguiente; de acuerdo al punto de inicio y fin de la vía así como la longitud y el sentido de circulación.

Planteamiento de paradas tipo

Se considera prioritario también, como infraestructura del sistema de transporte público implementar paradas de transporte público espaciadas en promedio 500m, separación adecuada para la operación de las rutas en los principales corredores. Como parte de las condiciones que deberían integrar las paradas tipo, se considera el concepto de accesibilidad universal, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Información y señalización
- Espacio
- Mobiliario
- Protección de la intemperie
- Iluminación

La identificación de las paradas en los corredores preferenciales está basada en la necesidad de los viajes identificados durante la toma de información de campo.

Propuesta de ubicación de paradas en corredores preferenciales



Fuente: Cal y Mayor, 2021

A demás de ubicar las paradas por las necesidades de los usuarios el distanciamiento de las paradas influye en la operación de los derroteros especialmente en el tiempo de recorrido y la velocidad, por lo cual, en zonas urbanas es recomendable distancias entre 300 y 500 metros con lo cual

se tiene velocidades de operación del orden de 15 a 25 km/h¹ Se plantean un número de aproximadamente 39 señales de paradas distribuidas en las vialidades de corredor de acuerdo a la siguiente tabla.

Propuesta de paradas en corredores preferenciales

Vía	N° Señales	Entre		Sentido
Av. Echavarrí o del trabajo	4	Av. Xicoténcatl	Av. José Ma. Morelos	S-N
Av. José Ma. Morelos	0	Av. Echavarrí o del trabajo	Av. 21 de Marzo	O-P
Av. 21 de Marzo	8	Av. José Ma. Morelos	Bld. Emiliano Zapata	Doble
Av. 21 de Marzo	4	Av. José Ma. Morelos	Calzada Miguel Hidalgo	N-S
Calle Doria	3	Av. Luis Ponce	Av. Echavarrí o del trabajo	P-O
Av. Benito Juárez	5	Av. Gral. Lázaro Cárdenas	Bld. Emiliano Zapata	N-S
Av. Luis Ponce	5	Av. Gral. Lázaro Cárdenas	Bld. Emiliano Zapata	S-N
Av. Gral. Lázaro Cárdenas	10	Av. Fernando del Villar	Av. 21 de Marzo	Doble

El tipo de parada propuesta es de tipo sencilla acorde al espacio público de las aceras peatonales ya que el espacio en las calles del centro histórico de Tulancingo es reducido; en las siguientes imágenes se presentan algunos ejemplos que pueden servir de referencia; a la izquierda Metrobús de la Ciudad de México y a la derecha del sistema de transporte urbano de la Ciudad de Bogotá en Colombia.

Ejemplos de paradas para infraestructura

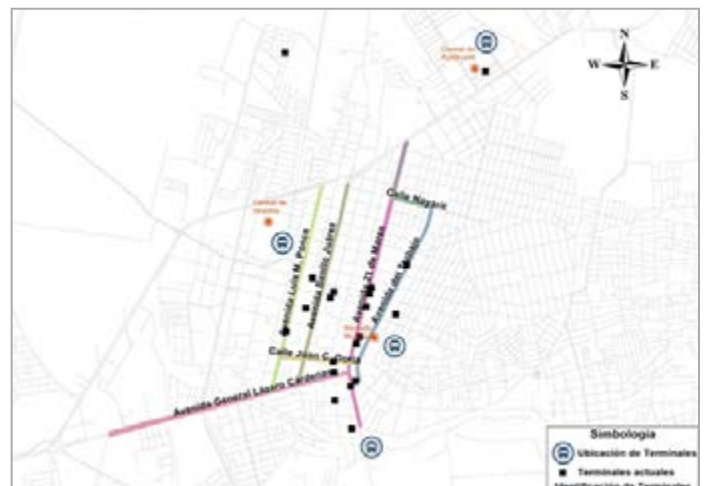


La localización del Terminal planteado para componer un sistema integrado como es el caso de la Ciudad de Tulancingo, debe atender un conjunto de criterios en su construcción, entre los cuales se puede destacar:

- Accesibilidad a los corredores preferenciales
- Proximidad del centro de la demanda
- Minimización de recorridos “negativos” de los servicios
- Facilidad de accesos para los vehículos
- Seguridad del acceso de los peatones
- Disponibilidad de áreas para implantación

Considerando los conceptos anteriores se hace una propuesta de localización de dichas terminales en puntos cercanos a los principales corredores de las cuencas de captación y a las terminales actuales ubicadas sobre las vías del centro de la ciudad, esto con la finalidad de no desviar los orígenes y destinos actuales.

Ubicación de terminales de integración



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Terminales de integración

Los Terminales de Integración son edificaciones cuya implantación es fundamental para la precisa operación de un sistema integrado de transportes, sistema que busca maximizar la eficiencia de los diferentes subsistemas del transporte urbano, que normalmente operan con distintas opciones tecnológicas en sus vehículos: (autobuses convencionales, midibuses, autobuses largos, etc.).

¹ Transporte público: Planeación, diseño, operación y administración; Ángel R. Molinero y Luis I. Sánchez Arellano.UAEM-1997

Sistema urbano reestructurado

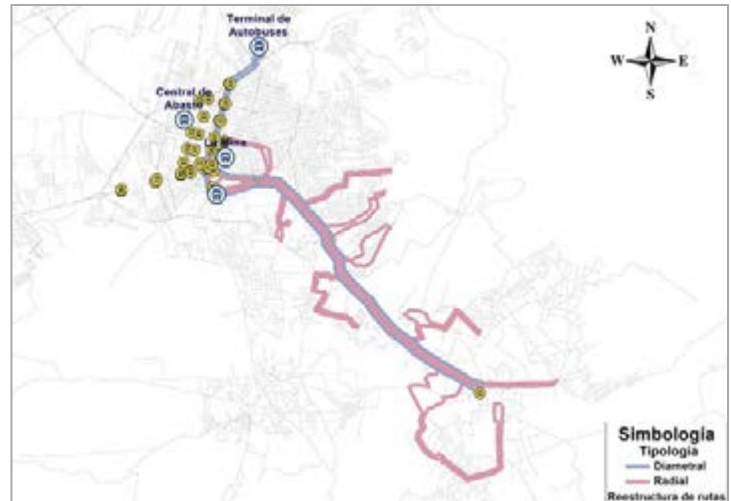
Diseño operacional de la red de transporte público

El sistema de transporte se basa en la sustitución del sistema de rutas de transporte urbano actual por un sistema integrado por rutas Urbanas Diametrales y Radiales integradas mediante estaciones terminales. El sistema urbano consta de 19 rutas diametrales al centro histórico circulando por carriles preferentes con paradas específicas diseñadas de acuerdo a los viajes reportados por los usuarios de transporte; 28 rutas de tipo radial las cuales circulan en tránsito mixto y tienen su cierre de circuito en puntos cercanos al centro de Tulancingo sin penetrar e integrándose al sistema diametral mediante paradas específicas o en las terminales de integración.



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Rutas que componen la Cuenca de Rojo Gómez



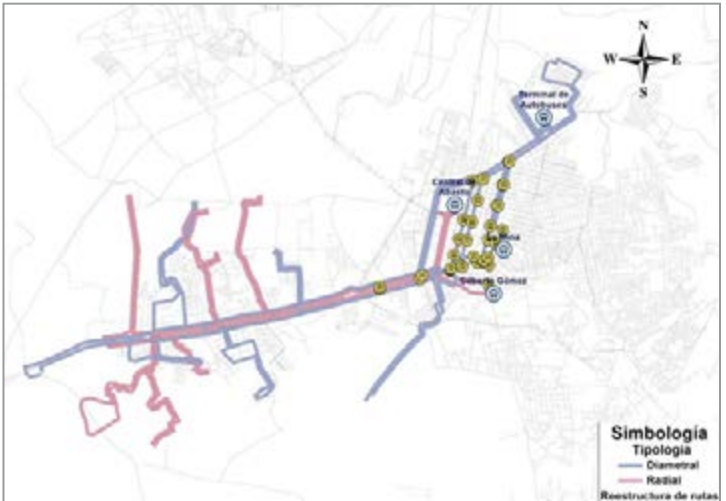
Fuente: Cal y Mayor, 2021

La cuenca de Cuauhtec se integra por 1 ruta diametral la cual tiene su terminal en la Central de Autobuses y 8 radiales de las cuales 5 terminan en la terminal de La Antigua Mina y 1 en la zona de Gilberto Gómez y 2 más en su cierre de circuito actual el cual se reconoce como la terminal 21 de marzo en predio particular y se localiza en Av. 21 de Marzo y calle Xicotencatl.

Rutas que integran la cuenca de Cuauhtec

Clave	Tipología de trazo	Derrotero	Longitud	Terminal Tulancingo
Ruta_01	Radial	Tulancingo Centro - Santa Teresa de los Pinos	12.33	La Mina
Ruta_02	Radial	Tulancingo - El Tepeyac	18.37	21 de Marzo
Ruta_03	Radial	Tulancingo-Texcaltepec-Cuauhtec	26.64	21 de Marzo
Ruta_04	Radial	Tulancingo Centro - El Paraíso	7.98	La Mina
Ruta_05	Radial	Tulancingo-El Pedregal	15.51	La Mina
Ruta_06	Radial	Tulancingo Centro - Progresista 2000	11.43	La Mina
Ruta_07	Diametral	Cuauhtec - Terminal de Autobuses	21.98	Central de Autobuses
Ruta_47	Radial	Tulancingo - Santa María Nativitas	18.78	Gilberto Gómez
Ruta_48	Radial	Tulancingo Centro - Reforma	11.09	La Mina

Rutas que componen la Cuenca de Rojo Gómez



Fuente: Cal y Mayor, 2021

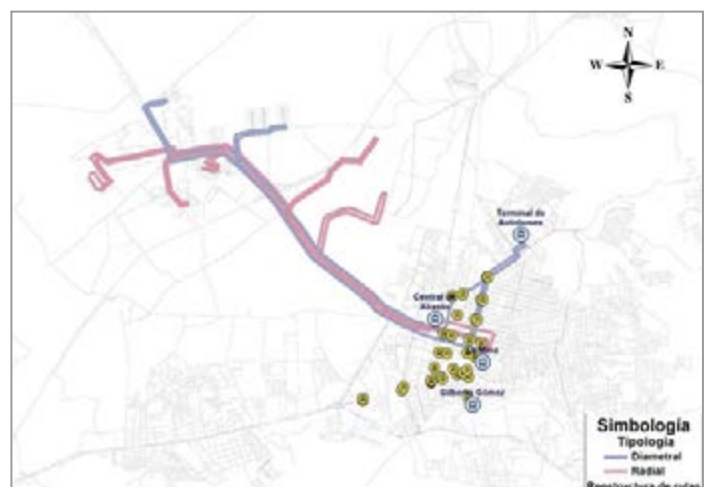
La cuenca de Rojo Gómez se encuentra integrada por 5 rutas de tipo diametral de las cuales 3 tienen como terminal principal su terminal original en la colonia Real de Minas o el progreso, 1 en la Terminal de Autobuses y 1 en la Cañada y 7 de tipo radial de las cuales 4 tienen su cierre de circuito en Gilberto Gómez 2 en La Mina y 1 en Central de Abasto.

La siguiente tabla muestra las longitudes y descriptivos de los derroteros de las rutas que conforman la cuenca de Rojo Gómez.

Rutas que integran la cuenca de Rojo Gómez

Clave	Tipología de trazo	Derrotero	Longitud	Terminal Tulancingo
Ruta_08	Radial	Tulancingo - Felipe Ángeles	18.16	Gilberto Gómez
Ruta_09	Radial	Tulancingo - Paxtepec	18.55	Gilberto Gómez
Ruta_10	Diametral	Pedregal de San José - La Cañada	21.90	Minas
Ruta_11	Radial	Tulancingo - Bosques de Santiago	15.16	Gilberto Gómez
Ruta_12	Diametral	Progresista 2000 - Las Minas	23.63	Minas
Ruta_13	Radial	Paraíso - Terminal de Autobuses	21.28	La Mina
Ruta_14	Radial	Col. Rojo Gómez - Terminal Gilberto Gómez	19.00	Gilberto Gómez
Ruta_15	Radial	Ahuehuetitla - Col. Rojo Gómez - Terminal Gilberto Gómez	18.60	La Mina
Ruta_16	Radial	Ahuehuetitla - Emiliano Zapata - Terminal Central de Abasto	14.92	Central de Abasto
Ruta_18	Diametral	Hospital General - Las Minas	23.76	Minas
Ruta_19	Diametral	Los Pinos - El Magisterio	15.10	Central de Autobuses
Ruta_20	Diametral	San Miguel Huatengo - La Cañada	17.61	La Cañada

Rutas que componen la Cuenca de Jaltepec



Fuente: Cal y Mayor, 2021

La cuenca de Jaltepec se encuentra integrada por 7 rutas urbanas de las cuales 2 son de tipo diametral y 5 radiales. Las diametrales se les han asignado su cierre de circuito en las terminales de Terminal de Autobuses mientras que a las radiales se les ha asignado en La Central de Abasto y La Mina.

La siguiente tabla muestra las rutas que pertenecen a Jaltepec sus derroteros longitudes y las terminales a las que fueron asignadas.

Rutas que integran la cuenca de Jaltepec

Clave	Tipología de trazo	Derrotero	Longitud	Terminal Tulancingo
Ruta_26	Radial	Santiago Caltengo - Sta. María el Chico - Terminal Central de Abastos	12.00	Central de Abasto
Ruta_27	Radial	Emiliano Zapata - Jaltepec -Tulancingo	15.00	Central de Abasto
Ruta_28	Diametral	Carrillo Puerto, Jaltepec, Tulancingo Terminal de Autobuses	21.60	Central de Autobuses
Ruta_29	Radial	Presidencia - Terminal Central de Abastos	12.90	Central de Abasto
Ruta_30	Radial	Caltengo - Col. Carlos Salinas - Jaltepec - Terminal Central de Abasto	19.20	Central de Abasto
Ruta_31	Diametral	Fracc. Rincones de la Hacienda - Terminal de Autobuses	18.18	Central de Autobuses
Ruta_49	Radial	Rancho de San Andrés - Tulancingo	15.11	La Mina

Rutas que componen la Cuenca de Norte

Las rutas de la cuenca Norte se integran principalmente de rutas de tipo diametral con 2 derroteros de este tipo y 4 de tipo radial; los recorridos y cobertura se presentan en la siguiente imagen; donde los recorridos diametrales tienen cierre de circuito en la terminal Gilberto Gómez mientras que las de tipo radial terminan su recorrido en La Central de Abastos.



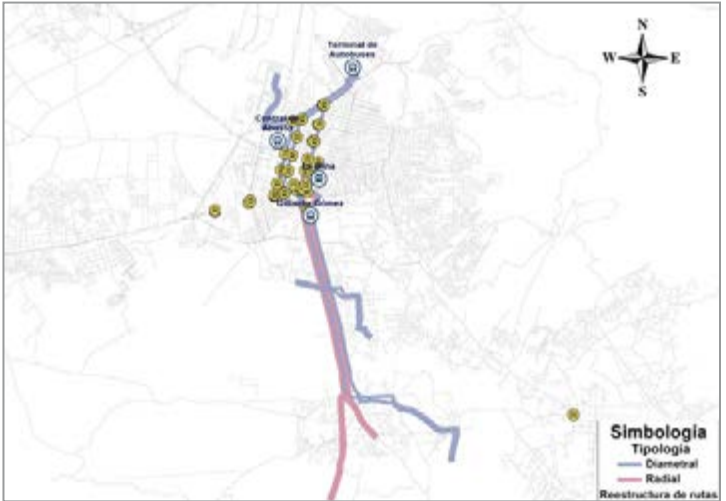
Fuente: Cal y Mayor, 2021

La siguiente tabla muestra detalles de los derroteros y longitud de las rutas pertenecientes a la cuenca Norte.

Rutas que integran la cuenca de Norte

Clave	Tipología de trazo	Derrotero	Longitud	Terminal Tulancingo
Ruta_32	Diametral	Huapalcalco - Terminal Gilberto Gómez	15.33	Gilberto Gómez
Ruta_33	Radial	Universidad Politécnica - Central de Abasto	12.89	Central de Abasto
Ruta_34	Radial	Napateco - Central de Abasto	15.48	Central de Abasto
Ruta_35	Diametral	Napateco - Terminal Gilberto Gómez	20.61	Gilberto Gómez
Ruta_50	Radial	Napateco - Huapalcalco - Tulancingo	20.44	La Mina
Ruta_51	Radial	Napateco - Central de Abastos	16.92	Central de Abasto

Rutas que componen la Cuenca de Tulantepec



Fuente: Cal y Mayor, 2021

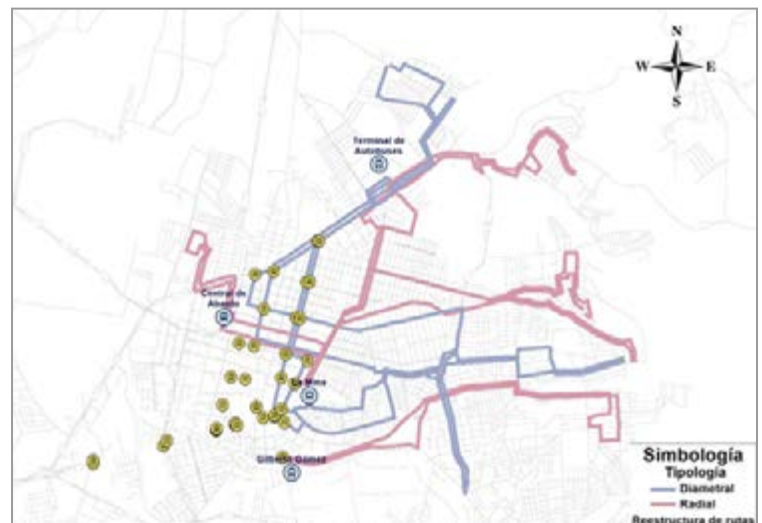
La cuenca de Tulantepec está estructurada por 6 rutas de las cuales 4 son diametrales y 2 radiales. 3 de las diametrales tienen cierre de circuito en la terminal de autobuses y 1 se localiza en la colonia del Refugio; cabe señalar que estas rutas ya operan de manera normal en estas terminales y solo se les ha quitado el sobrepaso y mejora del recorrido en el centro de la ciudad. Las rutas clasificadas como radiales 1 se asigna a la terminal de La Mina y 1 a Gilberto Gómez.

La tabla siguiente muestra el detalle de los derroteros, longitudes y terminales para cada ruta que integra esta cuenca

Rutas que integran la cuenca de Tulantepec

Clave	Tipología de trazo	Derrotero	Longitud	Terminal Tulancingo
Ruta_21	Diametral	Ventoquipa - Terminal de Autobuses Tulancingo	22.44	Central de Autobuses
Ruta_22	Radial	Tulancingo - Tulantepec	10.16	Gilberto Gómez
Ruta_23	Diametral	Explanada San Isidro - Terminal de Autobuses Tulancingo	14.95	Central de Autobuses
Ruta_24	Diametral	Medias Tierras - Tulancingo	13.09	Central de Autobuses
Ruta_25	Radial	Tehuacán - Tulancingo Centro	15.12	La Mina
Ruta_45	Diametral	El Refugio - Medias Tierras - Los Arcos	14.21	Refugio

Rutas que componen la Cuenca de Centro



Fuente: Cal y Mayor, 2021

La cuenca Centro está integrada por 7 rutas de las cuales 2 son diametrales y 5 radiales; las diametrales tienen su cierre de circuito en puntos actuales mientras que de las radiales 4 corresponden a la terminal La Mina y 1 a Gilberto Gómez; la siguiente imagen muestra los recorridos de las rutas que componen esta cuenca.

Las rutas Suburbanas y Regionales tienen un papel importante en el análisis ya que la demanda que se cubre con ellas deberá integrarse a la ciudad mediante los servicios urbanos si lo requiere el sentido del viaje. Estas rutas se integran de manera directa por medio de las terminales de integración. Actualmente gran parte de estos servicios tienen sus terminales en vía, para lo cual el principio de mejora ha sido asignarles un espacio en terminales fuera de vía.

Es importante remarcar que se debe realizar la reestructuración de las rutas actuales de manera gradual para permitir los ajustes necesarios sin traer prejuicios para los usuarios. Debe ser analizado el conjunto de las inversiones propuestas, las actividades correspondientes para la concertación con las organizaciones transportistas, las gestiones para el financiamiento de la flota y de los equipamientos necesarios para la operación y el recaudo.

Interconexión entre rutas urbanas

Como ya se ha mencionado el sistema se concibe interconectado por terminales de integración a las cuales se les plantea una ubicación óptima acorde a la de la situación actual, pero fuera de la vía pública el mapa siguiente muestra las terminales en vía que serán sustituidas por terminales fuera de vía en zonas sugeridas.

Plan de reubicación de terminales en vía a terminales de integración



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Como se puede observar actualmente se han identificado 22 puntos de terminal en vía, los cuales se proyecta sean asignados en áreas aledañas al centro generando en ellos una integración de los servicios urbanos, suburbanos y regionales. Mientras que para las terminales ubicadas en los predios particulares actualmente existentes se plantea operen de la misma forma.

Es importante destacar que esta conexión busca lograr una distribución de los servicios evitando la concentración de terminales en la zona centro además que también se conecta con el sistema no motorizado mediante las rutas ciclistas y sus puntos de bicicleta pública.

Integración de las terminales con el plan no motorizado



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Por su lado la interconexión de rutas se presenta para todos los tipos de cobertura Urbana, Suburbana y regional, distribuidas de acuerdo a la siguiente tabla.

Propuesta m² para terminales de integración

Terminales de transporte	Rutas Urbanas	Rutas Suburbana y regional
Antigua Mina	14	6
Central de Abasto	8	6
Gilberto Gómez	9	14
Terminal de Autobuses	7	3

En la siguiente imagen se puede apreciar de manera gráfica el modo en el cual las rutas tanto urbanas, suburbanas y regionales se integran mediante las terminales.

Integración de rutas urbanas, suburbanas y regionales



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Integración de rutas urbanas de acuerdo a los tipos de servicio

Por su parte los servicios urbanos además de generar interconexión mediante las terminales, se integran por mediante paradas establecida para los corredores de carril preferencial, de acuerdo a la siguiente imagen.



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Especificación de los vehículos de transporte público

La elección de la tecnología vehicular debe basarse en los siguientes conceptos: las necesidades de la demanda de pasajeros, el cumplimiento de las características técnicas del proyecto y la revisión de las Normas Oficiales Mexicanas. Para operar las rutas propuestas se proponen los siguientes tipos de vehículos:

• **Tipo 1:**

Minibuses de 8.5 metros, capacidad de hasta 40 pasajeros, para la operación de las rutas que circulan en carril preferencial y aquellas diametrales que captan una demanda de pasajeros importante.

• **Tipo 2:**

Vagonetas convencionales de entre 18 y 20 pasajeros, para las rutas radiales de tipo urbanas.

El dimensionamiento de flota para este tipo de vehículos en las rutas urbanas diametrales que circularán por carril preferente se presenta de la siguiente forma.

En el planteamiento de la tabla se muestra el dimensionamiento de los vehículos operativos en una situación fuera de la emergencia sanitaria; al número operativo de unidades es importante considerar un porcentaje de reserva para cubrir cualquier eventualidad que se suscite durante la operación.

Dimensionamiento de la flota rutas diametrales

Nueva	Corredor	Flota operativa	Flota con reserva
Ruta_07	Cuautepec	16	19
Ruta_10	Rojo Gómez	12	14
Ruta_12	Rojo Gómez	6	7
Ruta_18	Rojo Gómez	6	7
Ruta_19	Rojo Gómez	6	7
Ruta_20	Rojo Gómez	9	11
Ruta_21	Tulantepec	25	29
Ruta_23	Tulantepec	5	6
Ruta_24	Tulantepec	5	6
Ruta_28	Jaltepec	7	9
Ruta_31	Jaltepec	13	15
Ruta_32	Norte	10	12
Ruta_35	Norte	9	11
Ruta_38	Centro	23	27
Ruta_42	Centro	15	18
Ruta_45	Tulantepec	7	9
Total general		174	207

Dimensionamiento de la flota rutas diametrales

Nueva	Corredor	Flota operativa	Flota con reserva
Ruta_01	Cuautepec	13	15
Ruta_02	Cuautepec	7	9
Ruta_03	Cuautepec	7	9
Ruta_04	Cuautepec	14	17
Ruta_05	Cuautepec	11	13
Ruta_06	Cuautepec	8	10
Ruta_08	Rojo Gómez	8	10
Ruta_09	Rojo Gómez	6	7
Ruta_11	Rojo Gómez	5	6
Ruta_13	Rojo Gómez	43	50
Ruta_14	Rojo Gómez	5	6
Ruta_15	Rojo Gómez	5	6
Ruta_16	Rojo Gómez	5	6
Ruta_22	Tulantepec	4	5
Ruta_25	Tulantepec	17	20
Ruta_26	Jaltepec	4	5
Ruta_27	Jaltepec	5	6
Ruta_29	Jaltepec	4	5
Ruta_30	Jaltepec	14	17
Ruta_33	Norte	3	4
Ruta_34	Norte	5	6
Ruta_37	Centro	20	23
Ruta_39	Centro	4	5
Ruta_41	Centro	6	7
Ruta_44	Centro	12	14
Ruta_46	Centro	15	18
Ruta_47	Cuautepec	6	7
Ruta_48	Cuautepec	5	6
Ruta_49	Jaltepec	5	6
Ruta_50	Norte	12	14
Ruta_51	Norte	5	6
Total general		283	338

Como ya se ha señalado con anterioridad para las rutas de tipo radiales el vehículo propuesto en operación es el de tipo actual considerando que es un vehículo de baja capacidad; sin embargo con el análisis de optimización operativa del sistema reestructurado se plantea una estimación de unidades de acuerdo a la demanda captada en situación fuera de emergencia sanitaria.

Es importante destacar que la adecuación del tipo de vehículo a la demanda conlleva grandes beneficios en la operación y mantenimiento de los servicios de transporte, por lo que se señala que es de gran relevancia que las empresas realicen un análisis detallado de los costos de operar una u otra unidad de transporte, estableciendo condiciones de calidad en el servicio y eficiencia de los distintos tipos de vehículo que se ofertan en el mercado.

Datos operativos de servicios urbanos en situación actual y de proyecto

Datos operativos del sistema

Uno de los principales resultados de la evaluación de las rutas es el comportamiento operacional que cada una de ellas presenta en situación de proyecto permitiendo medir las mejoras del sistema con respecto a la situación actual. La calidad del servicio de transporte depende ampliamente del dimensionamiento operativo del sistema de transporte ya que de aquí se define su eficiencia.

Rutas Urbanas PMD-AM		
Operación del Sistema	Actual no COVID	Proyecto no COVID
Longitud (km)	1,290	756
Tiempo de Recorrido Tr (min)	28.6	26.4
Tiempo de permanencia en la terminal Tt (min)	9.6	9.9
Tiempo de Ciclo promedio Tc (min)	76.4	72.7
Velocidad de operación Vop (km/h)	16.1	18.3
Velocidad Comercial Vco (km/h)	12.0	13.1
Frecuencia de paso veh/periodo	1,873	1,162
Intervalo promedio (min)	20.5	12.1
Volumen de pasajeros transportados (pax/hmd)	22,139	22,160
Secciones de carga máxima	16,897	16,895
Pasajeros-kilómetro (Pax/km)	132,599	142,686
Km recorridos	13,683	9,364
Índice de pasajeros kilometro IPK	1.6	2.3
Distancia promedio recorrida x pas (km)	5.4	6.0
Capacidad	34,253	29,298
Índice de rotación por ruta	0.7	0.8

Indicadores de tiempo en situación proyecto

Como parte de los resultados del modelo de transporte se muestran los parámetros operacionales de referentes al ahorro del tiempo de la situación de proyecto.

Indicador	Urbano	Suburbano	Regional
Tiempo promedio total del viaje (min)	31.83	52.51	82.33
Tiempo promedio viaje (min)	23.93	40.54	69.59
Tiempo promedio en el vehículo (min)	16.19	30.48	59.16
Tiempo promedio de transferencia (min)	2.09	5.34	6.67
Tiempo promedio de espera (min)	7.90	11.97	12.74
Tiempo de caminata (min)	5.65	4.72	3.77
Índice de transbordo	0.32	0.43	0.50

Pronostico de la demanda

A partir de la determinación del pronóstico elaborado con el modelo de crecimiento y con la obtención de la demanda por tipo, se obtiene la demanda en el horizonte de planeación en la siguiente tabla se muestra el crecimiento de los viajes en el escenario de proyecto en un periodo de 30 años, en un escenario sin considerar la emergencia sanitaria COVID-19.

Año	Pronostico de la Demanda (Pasajeros día)			
	Urbana	Suburbana	Regional	Total
2021	128,361	32,424	24,790	185,575
2026	139,659	35,278	26,972	201,908
2031	149,519	37,768	28,876	216,164
2041	172,508	43,575	33,316	249,399
2051	197,103	49,788	38,066	284,957

Pronostico de la demanda para el tramo más cargado

Con el análisis de los escenarios futuros se identifica que el tramo de mayor carga en la red vía es el mismo tramo y en el tiempo sigue cumpliendo con el estándar de demanda que justifica la funcionalidad sistema de transporte recomendado y el tipo de vehículo. De acuerdo a la asignación de pasajeros se presenta la siguiente tabla para cada año de análisis.

Año	Pasajeros Periodo de Máxima carga	Pasajeros Hora/sentido	TCMA
2021	4,043	2,178	-
2026	4,430	2,386	1.8%
2031	4,751	2,559	1.4%
2041	5,501	2,963	1.5%
2051	6,274	3,380	1.3%

Flota en el horizonte de planeación

Para el horizonte de planeación año 30 el tramo de mayor carga no supera los 10,000 pasajeros/hora/sentido, que es una demanda que puede ser atendida por medio de autobuses de tipo convencional. La siguiente tabla muestra el análisis de crecimiento de la flota de acuerdo a la demanda de las rutas de tipo urbanas diametrales las cuales ocupan vehículos tipo minibuses los cuales circularán por carriles preferentes.

Año	Flota proyecto operando	Flota con reserva	% de crecimiento
2021	174	207	-
2026	184	220	6%
2031	196	233	7%
2041	225	267	15%
2051	253	300	12%

Estimación de ingresos en la situación con proyecto

El cálculo del EBITDA en términos globales, abre la posibilidad de implementar un esquema de grupos de rutas de tal forma que se pueda instrumentar un modelo de negocio que vuelva sostenible la operación de rutas de transporte que reportaron déficit operativo de forma individual que son necesarias a fin de proveer cobertura integral de servicio de transporte público en el área metropolitana.

De esta forma se ha ideado una propuesta conceptual donde se agrupan las rutas y por lo tanto las operaciones de los servicios en tres grandes concesiones para el área metropolitana con base en el arreglo de rutas para la situación proyecto. La siguiente tabla muestra el número de rutas acumuladas por sector-concesión que se ha propuesto.

Propuesta de asociación y concesiones para brindar de sostenibilidad al sistema de transporte público del área metropolitana

Corredor-Cuenca-Concesión	Número de rutas
Centro	7 rutas
Cuauhtepic-Asunción-Norte	46 rutas
Tulantepec-Rojo Gómez-Jaltepec	46 rutas
Total	99 rutas

Con la agrupación de las rutas, se evitaría mitigar el fenómeno de la guerra del centavo que hoy caracteriza al servicio de transporte público del área metropolitana y se intenta brindar sostenibilidad financiera para lograr un servicio de calidad. De esta forma se calcularon los costos, ingresos y EBITDA² de las tres grandes concesiones propuestas y se obtuvieron los siguientes resultados.

Estimación de utilidades brutas (EBITDA) para las 3 grandes concesiones propuestas para el sistema de transporte público propuesto sin efecto por la pandemia de COVID-19

Corredor o Cuenca	Suma de Ingresos por mes Base	Suma de Ingresos mensuales máximos	Suma de Ingresos mensuales por tarifa promedio	Suma de COV acumulado (mes) \$	EBITDA mensual Ingresos base	EBITDA mensual Ingresos máximos	EBITDA mensual Ingresos promedio	Margen mensual Ingresos base	Margen mensual Ingresos máximos	Margen mensual Ingresos promedio
Centro	\$8,706,513	\$8,830,433	\$8,768,473	\$5,375,531	\$3,330,983	\$3,454,902	\$3,392,942	62.0%	64.3%	63.1%
Cuautepec-Asunción-Norte	\$16,327,111	\$27,181,930	\$21,754,520	\$17,214,416	-\$887,305	\$9,967,514	\$4,540,105	-5.2%	57.9%	26.4%
Tulantepec-Rojo Gómez-Jaltepec	\$25,073,088	\$34,921,495	\$29,997,292	\$23,733,683	\$1,339,405	\$11,187,812	\$6,263,608	5.6%	47.1%	26.4%

MODELO DE RECAUDACIÓN

Con base en el diagnóstico en la primer etapa del presente estudio, y una vez que se identificó la manera en que se lleva a cabo el recaudo de los ingresos por el peaje de cada línea de transporte, se hizo un análisis para poder establecer los lineamientos bajo las tecnologías ITS que mejor se ajusten a la red del transporte público en la Zona Metropolitana de Tulancingo (ZMT), así como de ser conducente en un futuro, también se presentan los criterios generales sobre el diseño funcional del Centro de Control donde se emplazará el Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE).

La elección de tecnología o solución del sistema de transporte público afecta los tiempos de viaje, gastos en transporte de personal, el confort y seguridad de los viajeros. La elección también afecta financieramente a las entidades gubernamentales, ya sean municipales, estatales o federales, así como la eficiencia de la economía local.

Sistema de Recaudo

La ZMT cuenta con características particulares que van desde las banquetas en el Municipio que presentan condiciones distintas en cuanto al ancho, superficie y continuidad, no se cuenta con mobiliario urbano suficiente o en algunos casos es inexistente, se cuenta con infraestructura peatonal, aunque

esta no atiende en muchos casos las necesidades de las personas con movilidad reducida y en términos generales la infraestructura tanto como la flota vehicular se encuentra en condiciones de regulares a malas.

Dadas las condiciones, y teniendo en cuenta las condiciones y características propias del sistema de transporte público, se integran los siguientes elementos:

Elementos para la ejecución de una Sistema Integrado



² EBITDA: Acrónimo para Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization, que hace referencia a las utilidades brutas

Operacional

Se propone la instalación de alcancías a bordo de las unidades, tanto urbanas, suburbanas, regionales y locales, para evitar el manejo de efectivo y hacer más eficiente el recaudo y operación. Reduce el riesgo de asaltos, fraude y brinda un mejor control de viajes y pasajeros.

Además, se recomienda definir estándares de servicio para brindar un mejor servicio y además una mejor operación no sólo para el público en general sino para los transportistas.

Ejemplo de sistema de alcancías



Fuente: Cal y Mayor, 2021

Informativa

Desarrollar un sistema de información a usuarios que permitan conocer las tarifas vigentes y autorizadas, señalética informativa no sólo visual sino auditiva para personas con alguna discapacidad y lograr una movilidad incluyente.

Ejemplo de sistema de información a usuarios

Espacio

Para sillas de ruedas



Piso Podotáctil

Advierte de un posible peligro y guía el camino correcto a personas con debilidad visual



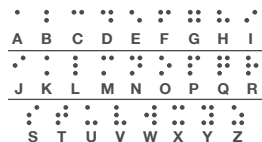
Sistema de audio

Información sobre datos del servicio de transporte público



Placas de braille

Brindarán información a personas con discapacidad visual



Imagen

Actualmente no se cuenta con una imagen homologada, que permita a los usuarios tener un servicio de calidad y brinde información clara o en buen estado sobre el destino, las paradas, asientos especiales o algún otro tipo tal como la tarifa o costo por km, según sea el caso.

Ejemplo de una imagen de transporte homologado



Medio de pago

El medio de pago seguirá siendo efectivo, aunque ya no se manipulará por parte del operador, lo que permitirá además de los puntos mencionados de seguridad, menores distracciones, un recaudo íntegro y que se ajuste a los usuarios.



PORTAFOLIO DE PROYECTOS

La priorización de proyecto se realizó por medio de una evaluación multicriterio, esta calificación permite priorizar las acciones mediante la puntuación obtenida, de esta manera a fin de determinar los proyectos estratégicos se consideraron aquellas acciones con mayor puntuación y que contribuyen

dentro de cada programa a detonar cambios positivos en la movilidad urbana de la ZMT. De esta manera, se reflejan a continuación los proyectos prioritarios por cada programa, indicando la visión esperada con la implementación de los mismos.

Proyectos prioritarios

Programa	Código	Acción	Visión
Programa de transporte público	TPUB2	Mejoramiento de paradas de transporte público	La optimización del sistema de transporte público permitirá brindar a los viajeros de la ZMT de un sistema eficiente, cómodo y seguro, con lo cual se promueva el uso de este modo de transporte sustentable.
	TPUB3	Generación de carriles preferenciales al transporte público	
	TPUB1	Optimizar sistema de rutas de transporte público	
Programa de movilidad no motorizada	NOM-01	Intervención piloto de cruces seguros	Las acciones enlistadas como prioritarias en materia de movilidad no motorizada están orientadas a generar cambios que detonen y visibilicen la caminata y bicicleta como modos de transporte sostenible.
	NOM-21	Plan de fomento de la movilidad no motorizada	
	NOM-04	Intervención piloto de andenes con accesibilidad universal	
	NOM-08	Construcción ciclo-carril piloto	
	NOM-16	Taller de socialización	
	NOM-11	Construcción de ciclo estación	
	NOM-22	Plan de promoción y educación de seguridad vial	
	NOM-18	Implementación de las primeras señales en el centro	
	NOM-12	Construcción piloto de ciclo estacionamiento	
	NOM-05	Conexión en lugares de interés con accesibilidad universal	
	NOM-15	Construcción de estación piloto del Sistema Público de Bicicletas	
	VIAL-38	Optimización semafórica	
	VIAL-28	Adecuación geométrica - Morelos y Blvd. No. 84	
	VIAL-30	Adecuación geométrica - Morelos y 21 de marzo	
	VIAL-27	Adecuación geométrica - Emiliano Zapata y 21 de marzo	
	VIAL-01	Cambios de sentido de circulación	
	VIAL-08	Mejoramiento - Fresno-Bosque de Santiago	
	VIAL-32	Adecuación geométrica - Hidalgo y 21 de marzo	
	VIAL-31	Adecuación geométrica - Allende y Xicotencatl	
	VIAL-26	Adecuaciones geométricas - orejas en intersecciones zona Centro Tulancingo	
	VIAL-39	Plan de conservación de pavimentos	
	VIAL-33	Adecuación geométrica - Luis Donald Colosio y José Lorenzo Cossio	
	VIAL-21	Construcción Vialidad Nueva - Continuación Obsidiana	
	VIAL-25	Mejoramiento - Cosme Hernandez	
VIAL-22	Mejoramiento - Continuación Eucalipto		
VIAL-23	Mejoramiento - sin nombre		
VIAL-24	Mejoramiento - José Madrid Borja		

Proyectos prioritarios

Programa	Código	Acción	Visión
Programa de estacionamientos	EST-02	Gestión de estacionamiento en vía - parquímetros zona centro Tulancingo	Estas acciones en materia de regulación de estacionamiento se priorizan a fin de propiciar un cambio de paradigma respecto del uso del vehículo privado.
	EST-01	Restricción de estacionamiento	
Programa de Transporte de mercancías (carga)	TCGA-01	Implementación de un plan de gestión de tránsito de mercancías en la zona centro de Tulancingo	La acción prioritaria en el programa de mercancías se orienta a gestionar el tránsito de mercancías buscando que esta se realice de manera más eficiente.

De manera conjunta con la evaluación de proyecto, se incluye una propuesta de implementación en el tiempo de cada una de las acciones, esta se define conforme la visión de experta del grupo consultar considerando el aporte y gradualidad que cada acción tiene dentro del PIMUS.

Los plazos se consideran en el horizonte de corto previendo que se implementen en un lapso de 1 a 3 años, mediano que considera un lapso de 4 a 10 años y largo plazo que considera una implementación a más de 10 años. A continuación se presentan las acciones por cada término de tiempo.

Acciones de implementación en corto plazo

Tipo	Código	Acción
EST	EST-01	Restricción de estacionamiento
	EST-02	Gestión de estacionamiento en vía - parquímetros zona centro Tulancingo
NOM	NOM-01	Intervención piloto de cruces seguros
	NOM-04	Intervención piloto de andenes con accesibilidad universal
	NOM-05	Conexión en lugares de interés con accesibilidad universal
	NOM-08	Construcción ciclo-carril piloto
	NOM-11	Construcción de ciclo estación
	NOM-12	Construcción piloto de ciclo estacionamiento
	NOM-15	Construcción de estación piloto del Sistema Público de Bicicletas
	NOM-16	Taller de socialización
	NOM-18	Implementación de las primeras señales en el centro
	NOM-21	Plan de fomento de la movilidad no motorizada
	NOM-22	Plan de promoción y educación de seguridad vial
TCGA	TCGA-01	Implementación de un plan de gestión de tránsito de mercancías en la zona centro de Tulancingo
Vial	VIAL-01	Cambios de sentido de circulación
	VIAL-08	Mejoramiento - Fresno-Bosque de Santiago
	VIAL-21	Construcción Vialidad Nueva - Continuación Obsidiana
	VIAL-22	Mejoramiento - Continuación Eucalipto
	VIAL-23	Mejoramiento - sin nombre
	VIAL-24	Mejoramiento - José Madrid Borja
	VIAL-25	Mejoramiento - Cosme Hernández
	VIAL-26	Adecuaciones geométricas - orejas en intersecciones zona Centro Tulancingo
	VIAL-27	Adecuación geométrica - Emiliano Zapata y 21 de marzo
	VIAL-28	Adecuación geométrica - Morelos y Blvd. No. 84
	VIAL-30	Adecuación geométrica - Morelos y 21 de marzo
	VIAL-31	Adecuación geométrica - Allende y Xicoténcatl
	VIAL-32	Adecuación geométrica - Hidalgo y 21 de marzo
	VIAL-33	Adecuación geométrica - Luis Donald Colosio y José Lorenzo Cossío
	VIAL-38	Optimización semafórica
	VIAL-39	Plan de conservación de pavimentos

Acciones de implementación en mediano plazo

Tipo	Código	Acción
NOM	NOM-02	Intervención en cruces del centro
	NOM-03	Intervención en cruces cercanos
	NOM-06	Replicar iniciativa de andenes con accesibilidad universal en toda la zona
	NOM-07	Replicar iniciativa de andenes con accesibilidad universal en los principales corredores
	NOM-09	Consolidar red ciclista principal
	NOM-13	Completar red de ciclo estacionamientos en el centro
	NOM-14	Replicar el modelo de ciclo estacionamientos en los demás municipios
	NOM-17	Completar la construcción del sistema
	NOM-19	Complementar el señalamiento en puntos atractores
	NOM-23	Ampliación de ofertas de actividades en el espacio publico
	NOM-24	Estrategia para la promoción, conservación y apropiación del espacio publico
	NOM-25	Creación de instituciones especializadas en la movilidad no motorizada
TCGA	TCGA-02	Construcción de un HUB económico-comercial en el municipio de Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero
	TCGA-03	Construcción de un HUB económico-comercial en el municipio de Cuauhtepc de Hinojosa
	TCGA-04	Construcción de un HUB económico-comercial al norte del municipio de Tulancingo, en las localidades de Santo Tomás de Allende - Napateco
	TCGA-05	Construcción de centro de distribución local en la localidad El pedregal San José
	TCGA-06	Construcción de centro de distribución local en la localidad Santa María el Chico
	TCGA-07	Construcción de centro de distribución local en la localidad Tepantzingo
	TCGA-08	Mejorar, los principales corredores de transporte de mercancías
	TCGA-09	Modernizar y/o rehabilitar las vías de acceso hacia los municipios periféricos del área metropolitana (Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Cuauhtepc de Hinojosa y localidades al norte e Tulancingo)
	Vial	VIAL-02
VIAL-03		Construcción Vialidad Nueva - Circuito interconexión municipal
VIAL-04		Construcción Vialidad Nueva - Canal Pte La Morena (primer tramo)
VIAL-06		Construcción Vialidad Nueva - Continuación Cto Bicentenario
VIAL-07		Construcción Vialidad Nueva - Circuito Pemex
VIAL-09		Construcción Vialidad Nueva - Continuación del Puente
VIAL-12		Construcción Vialidad Nueva - Continuación Palacio Municipal
VIAL-13		Construcción Vialidad Nueva - Las minas
VIAL-15		Construcción Vialidad Nueva - Revolución
VIAL-16		Construcción Vialidad Nueva - Continuación Emiliano Zapata
VIAL-17		Construcción Vialidad Nueva - Continuación Pemex
VIAL-18		Construcción Vialidad Nueva - Continuación Corregidora
VIAL-19		Construcción Vialidad Nueva - Continuación Emiliano Zapata 2
VIAL-20		Construcción Vialidad Nueva - Vía ciclo pista
VIAL-36		Semaforización intersección - 21 de marzo y Nayarit
VIAL-37		Semaforización intersección - Libramiento Cuauhtepc y Blvd. Bicentenario

Acciones de implementación en el largo plazo

Tipo	Código	Acción
NOM	NOM-10	Consolidar toda la red ciclista prevista
	NOM-20	Replicar iniciativa en otros puntos del municipio
	NOM-26	Creación de fuentes de financiamiento sostenibles
Vial	VIAL-05	Construcción Vialidad Nueva - Canal Pte La Morena
	VIAL-10	Construcción Vialidad Nueva - La Hacienda
	VIAL-11	Construcción Vialidad Nueva - Conexión Laguna de Zupitlán
	VIAL-14	Construcción Vialidad Nueva - Continuación Capulines
	VIAL-34	Construcción de puente y adecuación geométrica- Libramiento Cuauhtepc y Blvd. Bicentenario
VIAL-35	Construcción de puente - Av. Central y Vialidad Nueva Puente Sta. Clara	

ESTIMACIÓN PARAMÉTRICA DE COSTOS

A fin de presentar una evaluación de costos paramétricos para estimar las inversiones que implica el Plan de Movilidad Urbana, se integraron los siguientes rubros:

- Vías con restricción de estacionamiento
- Rutas ciclistas
- Cambio de sentido de circulación
- Vialidades nuevas
- Intersecciones generadas por vialidades nuevas
- Bici estacionamientos
- Sistema de bicicletas publicas
- Intersecciones en oreja
- Parquímetros
- Intervenciones menores



Así, la estimación de los costos de cada programa según el plazo de ejecución se indica a continuación.

Acciones de implementación en el largo plazo

Tipo	Grupo de acciones	Corto	Mediano	Largo
Estacionamiento	Restricción de estacionamiento	\$47,788,195	-	-
	Parquímetros		\$3,342,677	
No motorizados	Red de ciclo rutas	\$24,549,538	\$111,862,334	\$200,993,572
	Bicicleta estacionamientos	\$252,000	\$108,000	\$252,000
	Bicicletas públicas	\$152,323	\$304,645	\$152,323
Vialidades y Tránsito	Cambio de sentido	\$28,809,084	\$0	\$0
	Vialidades nuevas	\$1,156,620,391	\$7,060,801,213	\$1,632,854,140
	Intersecciones nuevas	\$156,729,150	-	-
	Mejoras en intersecciones	\$20,963,403	\$0	\$0
	Semaforización	\$0	\$500,000	\$500,000
Transporte Público	Conservación de pavimentos*	\$170,235,692	\$650,699,723.04	\$650,699,723.04
	Carril preferente	\$29,115,983	-	-
	Paradas	\$52,458,835	-	-
	Terminales	\$166,487,570	-	-
Costo TOTAL	\$12,167,232,513	\$1,854,162,163	\$7,827,618,592	\$2,485,451,757

Según lo anterior, se estiman costos de inversión cercanos a los \$12,167 millones de pesos mexicanos donde las mayores inversiones se prevén en el periodo de mediano plazo con \$ 7,827 millones.

Cabe anotar que estos costos se han estimado con base en la inversiones que requieran intervenciones en infraestructura,

por tanto, quedan por fuera acciones como la promoción de modos motorizados, tales como campañas, socialización y acciones que son del tipo de reglamentación o gestión las cuales implican un trabajo dentro de las instituciones relacionadas.

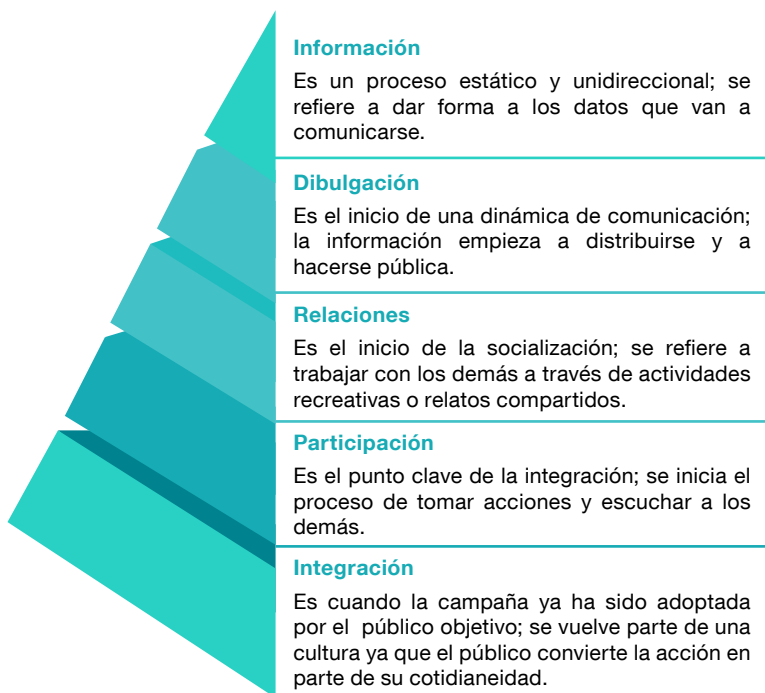
ACCIONES DE PROMOCIÓN DEL PLAN

La implantación de cambios y nuevos esquemas de operación para el tránsito y transporte requiere de un sistema de comunicación e información al usuario, y de promoción y difusión, de manera que al complementarse generen una efectiva recepción y conocimiento de los nuevos esquemas de movilidad.

Comunicación estratégica

Para lograr la promoción de cualquiera de los programas es necesario precisar lo que se quiere comunicar, siendo una negociación en la que los mensajes generan que las partes cambien de forma de actuar a fin de formar un sistema de interacción y reacción vinculadas. Lograr una comunicación efectiva implica adoptar un modelo de comunicación estratégica, a través de los siguientes niveles:

Niveles de comunicación estratégica



Comunicación visual

Para el ser humano, la visión ofrece la parte absolutamente predominante de los estímulos directos de información. Experiencias sobre memoria de corta duración mostraron que la presentación visual es más eficaz que la auditiva.

Se trata de un medio de comunicación eficiente, pero menos eficaz que los mensajes visuales. Las líneas maestras de la información deben siempre pertenecer al universo visual.

La utilización de medios visuales

Estudios realizados por especialistas en comunicación prueban la supremacía de la información visual sobre la auditiva, muestran también que es fácil olvidar información recientemente adquirida. Eso se explica por el hecho de que la actividad mental provocada por una única experiencia luego se extingue, si aquella experiencia no es repetida.

- Otras certezas que fueron determinadas por medio de experimentación son:
- El recuerdo decae rápidamente si hay intervalos largos entre las repeticiones de mensajes;
- Cuanto más largo el mensaje, tanto menor el recuerdo;
- La información transmitida en forma de palabras “familiares” logra mejor retención;
- Mensajes no relacionados a la actividad específica que se desarrolla en determinado recinto, son rápidamente olvidados;
- Mensajes visuales mixtos, o sea, las que utilizan al mismo tiempo números y letras, pueden entrar en conflicto entre sí, provocando olvidos;
- Los dígitos permiten una duración de memoria más larga que letras y palabras; letras separadas proporcionan retención más larga que palabras completas;
- La memoria de corta duración estará perjudicada si tiene que ser traducida para otras unidades y términos;

De ellas es la necesidad de limitar el número de información al mínimo indispensable, con la creación de códigos que no permitan confusión y sean autosuficientes. De hecho, un código cromático se vuelve ineficaz si el observador (daltónico) no conoce el significado de los colores escogidos, al mismo tiempo en el que la utilización de colores con tonalidades próximas puede causar dificultades en su distinción perjudicando la comprensión inmediata.

Otra necesidad es la repetición de la información a intervalos razonables, sin exceso, pero con frecuencia suficiente para garantizar buena retención de memoria.

Estrategias de promoción

Las estrategias de promoción consisten en hacer llegar la información adecuadamente de las ventajas y desventajas de los distintos modos de transporte y su beneficio en distintos ámbitos, por lo cual se presentan las estrategias que pueden generar mayor impacto en los habitantes y usuarios de los distintos modos para lograr el enfoque **“Evitar - Cambiar – Mejorar”**

Plan para el fomento de la Movilidad No Motorizada

Este plan busca a partir de acciones de comunicación, educación y participación fomentar en los ciudadanos el uso cotidiano de modos de transporte no motorizados, inculcando una cultura de sostenibilidad urbana, que permita infundir en las personas los beneficios individuales y colectivos que trae la movilidad activa.

Está dirigido a la ciudadanía en general, desagregada según su condición frente al uso del transporte no motorizado: los usuarios actuales, los usuarios potenciales y los no usuarios. Para cada uno de ellos se deberán diseñar programas, proyectos y acciones específicas, dado que los objetivos de los mensajes son distintos. El plan aportará:

- Cambio de concepción en la planeación de la ciudad
- Es posible y deseable desplazarse a pie o en bicicleta por la ciudad
- Actividad física permanente mejora en la salud de los ciudadanos
- Disminución de emisiones de GEI y disminución de la Huella de carbono
- Mejora en las condiciones de vida de la población
- Disminución de los costos asociados a la movilidad
- Disminución del tiempo de desplazamiento

Se proponen tres etapas para desarrollar el plan de manera continua y articulada; buscando un mejoramiento integral en el fomento de la movilidad no motorizada y de la gestión del espacio público.

A continuación, se presentan los diferentes programas y acciones que componen el Plan de Movilidad no Motorizada desagregados según las fases descritas anteriormente. Se debe considerar que las fases y el desarrollo del proyecto pueden variar dependiendo de factores económicos y de organización social en el municipio.

Etapas de intervención en espacio

Acciones	Plazo		
	Corto	Mediano	Largo
Plan de implementación de cruces seguros			
Intervención piloto	•		
Intervención en cruces del centro		•	
Intervención en cruces cercanos		•	
Red de andenes con accesibilidad universal			
Intervención piloto	•		
Conexión en lugares de interés	•		
Replicar iniciativa en toda la zona		•	
Replicar iniciativa en los principales corredores		•	
Implementación de red ciclista			
Construcción ciclo-carril piloto	•		
Consolidar red principal		•	
Consolidar toda la red prevista			•
Facilidad para bicicleta privada			
Construcción de ciclo estación	•		
Construcción piloto de ciclo estacionamiento	•		
Completar red de cicloestacionamientos en el centro		•	
Replicar el modelo de cicloestacionamientos en los demás municipios		•	
Sistema Público de Bicicletas			
Construcción de estación piloto	•		
Taller de socialización	•		
Completar la construcción del sistema		•	
Sistema de señalización Urbana			
Implementación de las primeras señales en el centro	•		
Complementar el señalamiento en puntos atractores		•	
Replicar iniciativa en otros puntos del municipio			•
Eje de intervención social			
Plan de fomento de la movilidad no motorizada	•		
Plan de promoción y educación de seguridad vial	•		
Ampliación de ofertas de actividades en el espacio público		•	
Estrategia para la promoción, conservación y apropiación del espacio público		•	
Eje de intervención institucional			
Creación de instituciones especializadas en la movilidad no motorizada		•	
Creación de fuentes de financiamiento sostenibles			•

Carrera de modos

Es una competencia entre las diferentes formas de desplazarse en la ciudad, en la que se trata de comprobar cuál es la más eficiente en términos de rapidez, consumo energético, costo y emisiones en un determinado recorrido. Estas carreras han tenido lugar desde el año 2009 en diferentes ciudades del mundo como Sao Paulo, Nueva York, Santiago, Bogotá, Pasto, entre otras. La distancia de cada carrera está relacionada con la distancia promedio de un viaje común de cada ciudad, tal es el caso de la ZMT, en donde el promedio de los recorridos está entre 5.5 y 8 kilómetros.

Por medio de estos ejercicios se ha logrado demostrar la efectividad de los viajes en bicicleta y medios de transporte colectivo en diferentes ciudades del mundo, utilizando diferentes variables dentro de los recorridos como, por ejemplo, incluir viajes multimodales, diferentes distancias, hacerlo en horas pico de la mañana y de la tarde.

Ejemplo de modos y resultados –
Carrera de modos Universidad de los Andes



Movilidad en bicicleta

Es importante resaltar que, para el desarrollo del programa de movilidad en bicicleta, es indispensable que se acompañe de educación para lograr el aumento en los viajes diarios realizados dentro de la ciudad. Dentro de las acciones de educación y promoción, es necesario crear una identidad e imagen para la apropiación social en todos los niveles, por lo que es importante la participación de los ciudadanos en conjunto con el gobierno, para promover los cambios en la forma de movilidad urbana.

Así mismo es imprescindible el diseño y ejecución de un plan educativo que contemple todos los aspectos relacionados con las creencias, los valores, los estereotipos, la motivación y las habilidades respecto a la bicicleta, es de suma importancia incluir este tema en los escenarios escolares y laborales.

Los planes de educación pueden adoptar distintos enfoques: formal, informal o no formal. A continuación se muestran algunas particularidades:

Formal

- En escuelas primarias y secundarias
- Se realiza en un calendario, horario y espacio escolar destinado dentro de las actividades programadas
- Un maestro adiestrado en el tema imparte clase
- Se ofrece conocimiento según los estándares educativos

No formal

- Se imparte en instituciones que sin ser escolares son creados para cumplir el objetivo educativo
- Un maestro adiestrado en el tema imparte clase
- Se ofrece conocimiento según los estándares educativos

Informal

- El proceso educativo se realiza por medios televisivos, escritos y son procesos autodidactas
- Es mucho más flexible
- Se puede impartir en espacios abiertos por propios u ONG
- Son procesos cortos y de contenidos y métodos alternativos