



**GOBIERNO DE LA
CIUDAD DE MÉXICO**

**SECRETARÍA
DE MOVILIDAD**

**MATRIZ MULTICRITERIO PARA LA
JERARQUIZACIÓN DE PROYECTOS DE
INFRAESTRUCTURA VIAL CICLISTA CON
RECURSOS DEL FONACIPE**



1. INTRODUCCIÓN

El Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México (PIM) 2019-2024 establece como línea de acción prioritaria del Eje 3: *Proteger*, el incremento y expansión de la infraestructura vial ciclista. De igual forma, el Plan de Reducción de Emisiones del Sector Transporte, en su Eje *Cambiar*, establece como acción alcanzar 600 kilómetros de ciclovías para 2024. Ambos instrumentos publicados por el Gobierno de la Ciudad de México, se alinean al objetivo de contar con infraestructura ciclista accesible, segura, cómoda y funcional para pedalear en la ciudad, conectada a redes de transporte público y que permita alcanzar el 3% del total de viajes en 2024.

Uno de los mecanismos a través del cual se obtienen recursos para la implementación de mejoras a la infraestructura para la movilidad no motorizada y peatonal, es el Fondo Público de Atención al Ciclista y al Peatón (FONACIPE). De este fideicomiso público, se han aplicado recursos en la implementación de los trolebicitos de Eje Central y el Eje 2 Sur, así como las ciclovías del Eje 5 Sur y el Eje 2 Poniente.

El presente documento presenta una metodología basada en análisis multicriterio, aplicándola a la evaluación de la factibilidad de cuatro tramos propuestos para implementar infraestructura vial ciclista en el año 2022. El análisis toma en consideración un conjunto de variables concernientes a las características de la infraestructura, demanda y el contexto territorial de la zona donde se localizan las propuestas.

2. OBJETIVO

Establecer una jerarquización de los tramos viales propuestos para implementar infraestructura vial ciclista, a través de un mecanismo denominado análisis multicriterio.

3. METODOLOGÍA

El análisis multicriterio es un método que permite orientar la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes. Este método se destina esencialmente a la comprensión y a la resolución de problemas de decisión y se utiliza para emitir un juicio comparativo entre proyectos o propuestas, por lo que se emplea principalmente para evaluaciones.

Para poder llevar a cabo un análisis multicriterio, es necesario disponer de un conjunto de criterios que permita formar juicio sobre los proyectos y generar una tabla de valoración



de los criterios con la finalidad de obtener una agregación de los resultados para realizar una clasificación de los proyectos por orden de preferencia.

En primera instancia, se definen los criterios relevantes que se deben considerar como parte del proceso de evaluación. Una vez se han definido los criterios, se procede a identificar las variables o indicadores que hacen parte de cada criterio y su forma de medición.

Dado que las variables que participan en el proceso de evaluación se miden generalmente en escalas diferentes (usuarios, distancias, costos, etc.) es necesario transformar estas unidades en una unidad abstracta homogénea que sea válida para todas las escalas. En este sentido, se asigna un peso a cada uno de los criterios y variables de evaluación propuestos.

Una vez definidos los criterios, variables y pesos, se determinan los rangos de medición para cada variable, de tal forma que, al determinar los valores correspondientes y colocarlos en la matriz multicriterio se obtenga el puntaje por variable, criterio y proyecto, que permita establecer el orden de jerarquía entre ellos.

Tomando en consideración el objetivo principal del estudio que es evaluar la viabilidad de implementación de infraestructura vial ciclista, se identificaron los siguientes criterios, variables y pesos:

CRITERIO A: INFRAESTRUCTURA

El criterio de infraestructura incluye la ponderación de cuatro indicadores relacionados que, en su conjunto, permiten calificar cada alternativa en función de sus características. Este criterio tendrá un peso del **35%** en la evaluación de las propuestas.

A1. Longitud total del proyecto en kilómetros. Una mayor longitud del proyecto se traduce en una mayor cobertura de población, así como en mayor conectividad del tramo con el resto de la red de infraestructura vial ciclista, sobre todo si el tramo se localiza en zonas periféricas. Esta variable tendrá un peso del **30%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo con la longitud total del proyecto:

- Mayor a 5 kilómetros (100%)
- De 2 a 5 kilómetros (70%)
- De 1 a 2 kilómetros (35%)
- Menor a 1 kilómetro (15%)



A2. Tipo de infraestructura vial ciclista para el tramo propuesto. Se califica el tipo de infraestructura en función del grado de confinamiento del flujo ciclista que se relaciona con el grado de protección de las personas que transitarán en los tramos propuestos; los tipos de infraestructura se clasifican de acuerdo con los criterios de la Guía de Infraestructura Ciclista de la Ciudad de México. Esta variable tendrá un peso del **30%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes según el tipo de infraestructura vial ciclista propuesto para el tramo:

- Ciclovía (CV) y Senderos compartidos (SC) (100%)
- Carril bus - bici (CBB) (70%)
- Ciclocarril (CC) y Carril de Prioridad Ciclista (CPC) (35%)

A3. Número de barreras urbanas superadas. Se contabiliza el número de vías primarias (vías de acceso controlado, ejes viales, arterias principales), por las que cruza el tramo propuesto. En tanto que son vialidades con velocidades máximas superiores a los 50 km/h. Considerando que la velocidad es un factor importante en la producción de hechos de tránsito con consecuencias fatales para los usuarios de la vía, el habilitar infraestructura ciclista que permita cruzar de manera segura este tipo de vialidades, mejorará de forma sustancial las condiciones de traslados de las personas usuarias. Esta variable tendrá un peso del **20%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo al número de barreras urbanas superadas:

- 5 o más barreras urbanas (100%)
- 2 a 4 barreras urbanas (70%)
- Al menos 1 barrera urbana (35%)
- No cruza barreras urbanas (15%)

A4. Conectividad con la red de infraestructura ciclista. El tramo conecta con otros tramos de la red de infraestructura vial ciclista, lo que incrementa la accesibilidad de los viajes ciclistas al crear un efecto de sinergia en el resto de la red. Esta variable tendrá un peso del **20%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo al número de tramos de la red de infraestructura vial ciclista con los que conecta el tramo:

- Conecta 2 o más tramos de la red de infraestructura vial ciclista (100%)
- Conecta con al menos 1 tramo de la red de infraestructura vial ciclista (70%)
- No conecta con ningún tramo de la red de infraestructura vial ciclista (35%)



CRITERIO B: DEMANDA POTENCIAL

La demanda es la razón básica de construir cualquier infraestructura de transporte, por lo que se considera como uno de los criterios más relevantes en este análisis. El criterio de infraestructura incluye la ponderación de dos indicadores relacionados que, en su conjunto, permiten tener una idea de la demanda que podrían tener los tramos viales propuestos. Este criterio tendrá un peso del **30%** en la evaluación de las propuestas.

B1. Porcentaje de viajes en bicicleta generados en el distrito de tránsito donde se localiza el tramo. El indicador es una aproximación a la demanda actual de viajes que se registran en la zona donde se localiza el tramo propuesto. El porcentaje se obtiene de los datos registrados en la Encuesta Origen Destino 2017. Se consideran únicamente los datos a nivel distrital, en función de que los resultados de la EOD 2017 tienen representatividad estadística hasta ese nivel de agregación. Si el tramo se localiza en dos o más distritos se obtiene el porcentaje a partir de la suma de viajes ciclistas y totales de todos los distritos. Esta variable tendrá un peso del **60%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo al porcentaje de viajes en bicicleta en el/los distritos de tránsito donde se localiza el tramo:

- 1.5% o más de los viajes (100%)
- Entre el 1% y el 1.5% de los viajes (70%)
- Menos del 1% de los viajes (35%)

B2. Porcentaje de viviendas en un radio de 500 metros del tramo que disponen de bicicleta como medio de transporte. El indicador es una aproximación a la demanda potencial de viajes que se podrían alcanzar de llevarse a cabo la implementación de la infraestructura. El porcentaje se obtiene de los datos del Censo de Población y Vivienda de 2020. Esta variable tendrá un peso del **40%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo con el porcentaje de viviendas que disponen con bicicleta:

- Más del 25% de las viviendas (100%)
- Entre el 20% y el 25% de las viviendas (70%)
- Menos del 20% de las viviendas (35%)

CRITERIO C: CONTEXTO TERRITORIAL

Dentro del contexto territorial se analizan las condiciones del territorio donde se localizan los tramos propuestos, en cuanto a la población, actividad económica y el desarrollo social de los habitantes de la zona. Este criterio tendrá un peso del **35%** en la evaluación de las propuestas.



C1. Densidad de población (habitantes/hectárea hab/ha) en manzanas en un radio de 500 metros del tramo. El indicador busca medir la población que podría verse beneficiada con las propuestas, según los datos del Censo de Población y Vivienda 2020. La población se considera como uno de los factores principales en la generación de viajes. Entre mayor sea la densidad mayor es su calificación. Esta variable tendrá un peso del **40%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo con la densidad de población:

- Mayor a 200 hab/ha (100%)
- Entre 100 y 200 hab/ha (70%)
- Menor a 100 hab/ha (35%)

C2. Densidad de empleos (empleos/hectárea emp/ha) en manzanas en un radio de 500 metros del tramo. El indicador busca medir la actividad económica en las inmediaciones de las propuestas. Para ello se utiliza la información de personal ocupado por unidad económica del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2019 prorrateada con la información de personal ocupado por alcaldía del Censo Económico de 2019. Entre mayor sea la densidad mayor es su calificación. Esta variable tendrá un peso del **20%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo con la densidad de empleos:

- Mayor a 200 emp/ha (100%)
- Entre 100 y 200 emp/ha (70%)
- Menor a 100 emp/ha (35%)

C3. Porcentaje de población con Índice de Desarrollo Social bajo o muy bajo a 500 metros del tramo. El indicador busca medir el impacto social de los tramos propuestos, al brindar opciones de movilidad a zonas de la ciudad históricamente desatendidas. Para ello se hace uso de la información del Índice de Desarrollo Social 2020, el cual es una medida sintética que permite clasificar las manzanas urbanas de la ciudad en cinco niveles de desarrollo considerando información referente a la calidad y espacio de la vivienda, al acceso a servicios sanitarios (agua, drenaje y excusado), a la adecuación energética, el acceso a internet y la disponibilidad de telefonía (fija o celular), así como el rezago educativo, el acceso a los servicios de salud y a la seguridad social. Esta variable tendrá un peso del **40%** dentro del criterio de evaluación, con los siguientes puntajes de acuerdo con el porcentaje de población de Índice de Desarrollo Social bajo y muy bajo:

- Más del 20% de la población (100%)
- Entre el 10 y el 20% de la población (70%)
- Menor al 10% de la población (35%)

La última etapa, una vez definidos los criterios, variables, puntajes y rangos de medición, es la ponderación en la matriz multicriterio de los valores determinados para cada una de las propuestas.

Para ello se utilizó un modelo para calcular el puntaje:

Ecuación 1-1 Cálculo de puntaje

$$P_j = \sum_i W_i R_{ij}$$

Dónde:

R_{ij} = rating de la alternativa j en función del criterio i

W_i = ponderación para cada criterio i

P_j = puntaje para la alternativa j

Es importante mencionar que, para poder ser evaluado satisfactoriamente, el tramo tendrá que tener una sumatoria final de al menos **50 puntos**. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de la ponderación planteada.

Cuadro 1. Cuadro resumen de la matriz multicriterio

Criterio	Peso por criterio	Variable	Peso por variable - criterio	Peso general por variable
Infraestructura	35%	A1. Longitud total del proyecto en kilómetros	30%	10.50%
		A2. Tipo de infraestructura vial ciclista para el tramo propuesto	30%	10.50%
		A3. Número de barreras urbanas superadas	20%	7%
		A4. Conectividad con la red de infraestructura ciclista	20%	7%
Demanda	30%	B1. Porcentaje de viajes en bicicleta generados en el distrito de tránsito donde se localiza el tramo	60%	18%
		B2. Porcentaje de viviendas en un radio de 500 metros del tramo que disponen de bicicleta como medio de transporte	40%	12%
Contexto territorial	35%	C1. Densidad de población (hab/ha) en manzanas en un radio de 500 metros del	40%	14%



		tramo		
		C2. Densidad de empleos (emp/ha) en manzanas en un radio de 500 metros del tramo	20%	7%
		C3. Porcentaje de población con Índice de Desarrollo Social bajo o muy bajo a 500 metros del tramo	40%	14%

Fuente: Elaboración propia.

4. CARTERA DE PROYECTOS

En el Cuadro 2 y la Figura 1 se muestran los cuatro tramos propuestos para atender las necesidades de la infraestructura vial ciclista con recursos del FONACIPE para el año 2022.

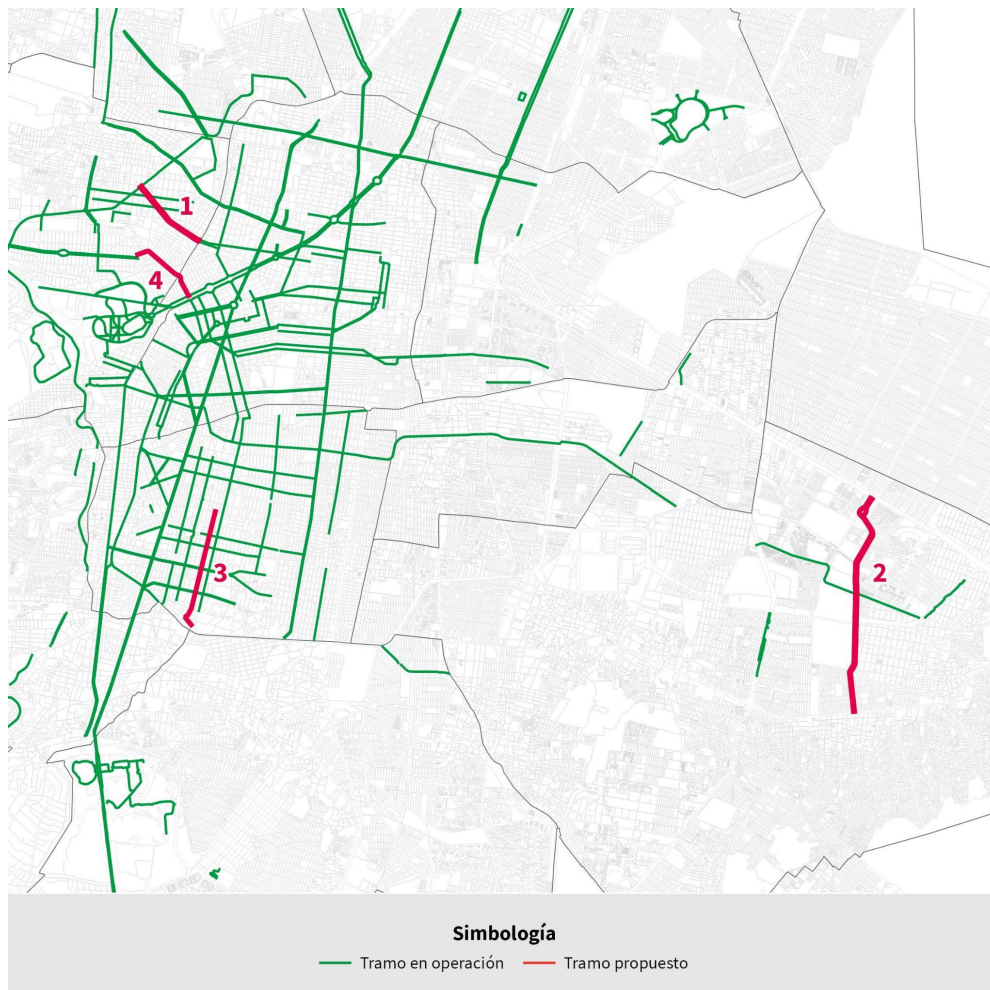
Cuadro 2. Características de los tramos propuestos

Número	Tipo IC	Vía	Tramo	Alcaldía	Sentidos	Kilómetros
1	Carril Bus Bici	Av. Marina Nacional	Circuito Interior - F.C. de Cuernavaca	Miguel Hidalgo	2	3.8
2	Ciclovía	Av. Guelatao	Calzada Ermita Iztapalapa - Calzada Ignacio Zaragoza	Iztapalapa	2	9.8
3	Ciclovía	Amores	Eje 6 Sur - Circuito Interior	Benito Juárez	1	2.6
4	Ciclovía	Kelvin / Thiers	Calzada Mariano Escobedo - Paseo de la Reforma	Cuauhtémoc	1	1.6

Fuente: Elaboración propia.



Figura 1. Localización de los tramos propuestos



Fuente: Elaboración propia.

Los principales lineamientos para la generación de estas propuestas de tramos son:

- ❖ Beneficiar a la mayor cantidad de población posible
- ❖ Dotar de infraestructura a las zonas periféricas de la ciudad, que han sido históricamente desatendidas
- ❖ Crear suturas a la red existente, que incrementen la accesibilidad de las y los ciclistas
- ❖ Conectar con infraestructura ciclista los espacios públicos rehabilitados a través del programa Sembrando Parques y Senderos Seguros



5. EVALUACIÓN DE LOS TRAMOS PROPUESTOS

El Cuadro 3 muestra el puntaje alcanzado por cada uno de los cuatro tramos propuestos para atender las necesidades de la infraestructura vial ciclista con recursos del FONACIPE para el año 2022. El tramo con mayor factibilidad de ser construido es el correspondiente a la Avenida Guelatao (2), mientras que el de menor factibilidad sería el correspondiente a la Avenida Amores (3). No obstante, **todos los tramos tienen puntajes por arriba de 70**, por lo que todos son factibles de implementarse.

Cuadro 3. Evaluación de los tramos propuestos por variable-criterio

Criterio	Variable	Calificación			
		1	2	3	4
Infraestructura	A1	7.4	10.5	7.4	3.7
	A2	7.4	10.5	10.5	10.5
	A3	4.9	4.9	4.9	4.9
	A4	7.0	4.9	7.0	7.0
Demanda	B1	12.6	18.0	12.6	18.0
	B2	8.4	4.2	8.4	12.0
Contexto territorial	C1	14.0	9.8	9.8	9.8
	C2	7.0	2.5	4.9	7.0
	C3	9.8	14.0	4.9	4.9
Evaluación total criterios		78.4	79.3	70.4	77.8
Jerarquía		2	1	4	3

Fuente: Elaboración propia.



SEMOVI

CRÉDITOS

Dirección

Andrés Lajous Loaeza, **Secretario de Movilidad**
Rodrigo Díaz González, **Subsecretario de Planeación, Políticas y Regulación**

Coordinación

Salvador Medina Ramírez, **Director General de Planeación y Políticas**

Elaboración

Arturo Edgar Pérez Hernández, **Jefe de Unidad Departamental de Programación**

Revisión

Linda Mercedes Moreno Sánchez, **Directora de Planeación y Programación**

semovi.cdmx.gob.mx

Ciudad de México, febrero de 2022