

# **Análisis Costo-Beneficio**

## **MODERNIZACIÓN DEL MALECÓN DEL RÍO EN LEÓN**

**ABRIL 2023**

**Documento elaborado conforme a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público  
Publicados el día 30 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.**

# CONTENIDO

I. 7

II. 13

A) 14

B) 22

C) 25

D) 32

III. 36

A) 38

B) 39

C) 40

D) 42

E) 46

IV. 58

A) 58

B) 70

C) 72

D) 76

E) 77

F) 77

G) 78

H) 83

I) 83

J) 84

K) 85

L) 89

M) 92

V. 104

A) 104

B) 105

C) 107

D) 108

E) 110

VI. 111

ANEXOS



## Lista de Imágenes

<i>Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de León, Gto.</i>	13
<i>Imagen 2 Ubicación de los Cuellos de Botella</i>	14
<i>Imagen 3 Inicio de Tramos de la oferta en la situación Actual.</i>	21
<i>Imagen 4. Tramos de la oferta en la situación Actual.</i>	22
<i>Imagen 5 Datos de la oferta Actual por tramo.</i>	23
<i>Imagen 6. Localización de los Aforos y Estaciones Maestras</i>	25
<i>Imagen 7 TDPA´s de las Estaciones Maestras (2018)</i>	26
<i>Imagen 8. Comportamiento horario de la demanda actual de la Zona de Estudio</i>	27
<i>Imagen 9. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular</i>	28
<i>Imagen 10 Demanda actual por tramos.</i>	29
<i>Imagen 11. Secciones Tramo 1</i>	58
<i>Imagen 12. Secciones Tramo 2A</i>	59
<i>Imagen 13 Secciones Tramos 2C y 2D</i>	60
<i>Imagen 14. Secciones Tramo 3</i>	61
<i>Imagen 15. Secciones tramo 4A</i>	61
<i>Imagen 16 Secciones tramo 5A</i>	63
<i>Imagen 17 Secciones tramo 5B</i>	64
<i>Imagen 18 Secciones tramo 5C</i>	64
<i>Imagen 19. Tramos a construir por Etapas en Malecón del Río, Sentido Norte-Sur.</i>	66
<i>Imagen 20 Render Malecón del Río Tramo 1</i>	66
<i>Imagen 21. Render Malecón del Río Tramo 2</i>	67
<i>Imagen 22 Render Malecón del Río Tramo 3</i>	67
<i>Imagen 23. Render Malecón del Río Tramo 4</i>	67
<i>Imagen 24 Render Malecón del Río Tramo 5</i>	68
<i>Imagen 25. Ubicación en la red carretera</i>	71
<i>Imagen 26. Coordenadas inicio y fin del proyecto</i>	71
<i>Imagen 27 Tramos por Etapas</i>	72
<i>Imagen 28. Tramos de la oferta en la situación con proyecto</i>	83
<i>Imagen 29 Inicio de Tramos de la oferta en la situación con proyecto.</i>	84
<i>Imagen 30 Datos por tramo de la oferta situación con proyecto.</i>	86
<i>Imagen 31 Demanda Proyecto por Tramo.</i>	88
<i>Imagen 32 Demanda de la Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo</i>	89
<i>Imagen 33 Comparativa de Oferta de la Situación Actual y Situación con Proyecto.</i>	90
<i>Imagen 34 Comparativa de Demanda de la Situación Actual y Situación con Proyecto.</i>	90
<i>Imagen 35 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 1 – 2A</i>	91
<i>Imagen 36 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 2B – 2C.</i>	91
<i>Imagen 37 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 3 - 4.</i>	91
<i>Imagen 38 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 5A – 5B.</i>	92
<i>Imagen 39 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 1 – 2A</i>	92
<i>Imagen 40 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 2B – 2C – 2D.</i>	92
<i>Imagen 41 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 3 – 4A.</i>	93
<i>Imagen 42 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 4A – 5A.</i>	93
<i>Imagen 43 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 5B – 5C.</i>	93

## Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Componentes del Proyecto</i>	9
<i>Tabla 2 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Asfalto</i>	10
<i>Tabla 3 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Hidráulico</i>	10
<i>Tabla 4. Datos de la oferta Actual.</i>	22
<i>Tabla 5 Características de las Rampas Existentes</i>	23
<i>Tabla 6 Condición del camino por IRI para Concreto Hidráulico y Asfáltico</i>	24
<i>Tabla 7 Localización de los Aforos y Estaciones Maestras</i>	25
<i>Tabla 8. Resultados de EM-01</i>	27
<i>Tabla 9. Resultados de EM-02</i>	27
<i>Tabla 10. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular</i>	28
<i>Tabla 11 TDPA por Tramo (2018) Actualizado al 2023</i>	28
<i>Tabla 12. Demanda actual</i>	29
<i>Tabla 13 TCMA</i>	30
<i>Tabla 14 Tiempos de Recorrido Situación Actual.</i>	30
<i>Tabla 15. Velocidades situación actual</i>	31
<i>Tabla 16 Nivel De Servicio para Calles Urbanas</i>	31
<i>Tabla 17. Niveles de servicio durante la hora de máxima demanda en la situación actual</i>	32
<i>Tabla 18. CGV situación actual</i>	33
<i>Tabla 19. Optimizaciones</i>	37
<i>Tabla 20. Datos de la oferta actual sin proyecto (optimizada)</i>	38
<i>Tabla 21. Demanda en la situación optimizada</i>	39
<i>Tabla 22 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación sin el PPI</i>	39
<i>Tabla 23. Niveles de servicio y velocidades en la situación sin proyecto</i>	41
<i>Tabla 24. CGV situación sin proyecto (optimizada)</i>	43
<i>Tabla 25 Monto total de la Alternativa 1</i>	50
<i>Tabla 26 Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos) Alternativa 2</i>	54
<i>Tabla 27 Monto total de la Alternativa 2</i>	54
<i>Tabla 28. Flujo de costos de mantenimiento de Ambas Alternativas</i>	54
<i>Tabla 29. Análisis de alternativas (miles de pesos)</i>	55
<i>Tabla 30. Resumen de Componentes del Proyecto</i>	68
<i>Tabla 31. Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos</i>	69
<i>Tabla 32 Coordenadas de los Tramos de Proyecto</i>	72
<i>Tabla 33 Calendario Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatad)</i>	74
<i>Tabla 34 Calendario Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)</i>	74
<i>Tabla 35 Calendario de avance físico y financiero Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatad)</i>	74
<i>Tabla 36. Calendario de avance físico y financiero Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)</i>	74
<i>Tabla 37 Montos de inversión por etapas.</i>	75
<i>Tabla 38 Fuentes de financiamiento</i>	75
<i>Tabla 39. Nivel de Servicio por Tramo</i>	76
<i>Tabla 40 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación con el PPI</i>	78
<i>Tabla 41. Metas físicas del proyecto</i>	81
<i>Tabla 42. Datos de la oferta situación con Proyecto</i>	84
<i>Tabla 43 Características de las Rampas con Proyecto</i>	87
<i>Tabla 44. Demanda Proyecto</i>	87
<i>Tabla 45 Demanda Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo</i>	88
<i>Tabla 46. Niveles de servicio en la situación con proyecto</i>	94
<i>Tabla 47. CGV de la situación con proyecto (miles de pesos)</i>	98
<i>Tabla 48 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Asfáltico</i>	102
<i>Tabla 49 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Hidráulico</i>	102
<i>Tabla 50. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos)</i>	102
<i>Tabla 51. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto hidráulico (miles de pesos)</i>	103
<i>Tabla 52. Costos por Molestias</i>	103
<i>Tabla 53. Parámetros para estimar el valor del tiempo</i>	104
<i>Tabla 54. Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto</i>	104

<i>Tabla 55. Parámetros para obtener los costos de operación vehicular</i>	105
<i>Tabla 56. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto</i>	105
<i>Tabla 57. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión</i>	106
<i>Tabla 58. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento</i>	107
<i>Tabla 59. Análisis de sensibilidad a la demanda</i>	107

## **Lista de Fotografías**

<i>Fotografía 1 Cuello de botella en la Rampa de Descenso antes de Blvd. Vicente Valtierra</i>	15
<i>Fotografía 2. Rampas de Acceso</i>	15
<i>Fotografía 4 Condiciones del Pavimento</i>	15
<i>Fotografía 5 Condiciones del Pavimento</i>	16
<i>Fotografía 6 Condiciones del Pavimento</i>	16
<i>Fotografía 7 Condiciones del Pavimento</i>	16
<i>Fotografía 8 Condiciones del Pavimento</i>	17
<i>Fotografía 9 Tramo 1</i>	17
<i>Fotografía 10 Tramo 2A</i>	18
<i>Fotografía 11 Tramo 2B</i>	18
<i>Fotografía 12 Características Tramo 2C</i>	18
<i>Fotografía 13 Características Tramo 2B a 200 m antes de Republica</i>	19
<i>Fotografía 14 Características Tramo 3 Puente Blvd. A. López Mateos</i>	19
<i>Fotografía 15 Características de Tramo 4</i>	19
<i>Fotografía 16 Tramo 5A Después del Puente Niza</i>	20
<i>Fotografía 17 Tramo 5A Antes del Puente Niza y Tramo 5B</i>	20
<i>Fotografía 18 Colocación de Aforos Automáticos</i>	26
<i>Fotografía 19 Colocación de Aforos Automáticos</i>	26
<i>Fotografía 20 Toma de tiempos de recorrido</i>	30

# Análisis Costo-Beneficio

## MODERNIZACIÓN DEL MALECÓN DEL RÍO EN LEÓN

### I. Resumen Ejecutivo

#### Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El objetivo del Proyecto, atendiendo el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato y el Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, **consiste en mejorar la velocidad y la seguridad de los usuarios, así como dar mayor capacidad de la modernización del Malecón del Río en León**, en el tramo que va desde el Blvd. Vicente Valtierra a la Calle Wagner, para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios, reduciendo los costos de operación vehicular y el tiempo de recorrido.

Problemática Identificada

Ante el exponencial crecimiento de la mancha urbana de León y el aumento del flujo vehicular que circula diariamente en la Ciudad es necesario contar con vialidades que ofrezcan a los usuarios traslados seguros y de calidad (menor tiempo y costo).

El **Malecón del Río atraviesa transversalmente la Ciudad de León, Guanajuato por lo que a través de ella circula un alto flujo vehicular ya que conecta la zona sur y norte con el centro de la Ciudad.**

La vialidad en estudio presenta características físicas deficientes ya que a lo largo de la misma tiene cambios de sección; **los carriles del Malecón del Río dependiendo de cada tramo oscilan entre uno y tres lo que se traduce en que los usuarios que transitan por esta vía no tengan un recorrido constante.**

El crecimiento del parque vehicular y las condiciones actuales que presenta el Malecón del Río generan **congestionamientos en la vialidad en horas pico del día**, lo que provoca mayores costos generalizados de viaje al aumentar los costos por tiempo de recorrido y los costos de operación vehicular, aunado a una mayor contaminación, desperdicio de energía y mayor probabilidad de accidentes.

Otra de las problemáticas del Malecón del Río en su parte inferior son los cuellos de botella ya que se presentan interrupciones en la circulación debido a la incorporación de vehículos por las rampas de acceso y al no mantener dos carriles, los puntos en los que se suscitan estos problemas son los siguientes: **debajo del Puente de Calle Republica (21.124271°, -101.674297°)**, la rampa de descenso de Blvd. Vicente Valtierra (21.135715°, -101.678849°), y la rampa de descenso del Blvd. Miguel Hidalgo (21.132796°, -101.678321°).

Estas deficiencias e irregularidades necesitan ser solventadas, buscando una mejora en el proyecto que asegure una mejora en la vialidad, brindando mayor eficacia y seguridad para los automovilistas.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamiento 10+050 al cadenamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).
- **Tramo 2A** del cadenamiento 10+380 al cadenamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto hidráulico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -

Breve descripción del PPI

101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

### **Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.**

Intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

Tramo 2. Con una longitud de 985 m con los siguientes alcances:

Vialidad inferior:

- Reducción a un carril del 20+000 al 20+140, considera la adecuación a dos carriles del 20+140 al 20+740 y adecuación de la rampa de ascenso de dos carriles del 20+740 al 20+960. Incluye la ampliación de obra de drenaje menor en el 20+750. El ancho de los carriles es variable de 3.25 m a 3.50 m, con un ancho de acotamientos de ancho variable.

Vialidad superior.

- Rehabilitación de 2 carriles del 20+090 al 20+125, construcción de rampa de descenso para 1 carril del 20+125 al 20+320; disminución de dos a un carril, más banqueta de ancho variable y ciclovía de 1.20 m esto del 20+125 al 20+275. Adecuación de dos carriles del 20+960 al 20+985. El ancho de los carriles es variable de 3.05 m a 3.50 m con acotamientos de anchos variables.

Tramo 3. Con una longitud de 840 m con los siguientes alcances:

Vialidad inferior:

- Ampliación a dos carriles del 30+220 al 30+520; y del Km 30+520 al 30+710 ampliación a dos carriles de la rampa de ascenso; concluyendo en la vialidad superior, con ancho de carril de 3.5m y acotamientos de 0.6m del lado izquierdo y 1.8m del lado derecho.

Vialidad superior:

- Rehabilitación de 2 carriles del km 30+000 al km 30+113, y adecuación del carril izquierdo para generar la rampa de descenso. Del km 30+113 al km 30+220 adecuación de una rampa de descenso de 1 carril. Del 30+520 al 30+710 reducción a un carril, se amplía la banqueta a 4.15 m. Ampliación a 3 carriles del km 30+710 al 30+840 y adicional a los 840m, el proyecto incluye la rehabilitación del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral. Los carriles son variables de 3.14 m a 3.50m, incluye acotamientos de anchos variables.

El análisis del presente ACB finaliza en las coordenadas 21.113241°, -101.665168° en el cadenamiento 30+840, dónde se termina la

intervención de los pavimentos u obra civil, es preciso mencionar que el Proyecto Ejecutivo termina en las coordenadas 21.112981°, -101.665026° en el cadenamiento 30+870; por lo que en el tramo que comprende de las coordenadas 21.113241°, -101.665168° al 21.112981°, -101.665026° solo se ejecutará el señalamiento horizontal y vertical, la cual no afecta las condiciones de circulación de los vehículos.

La inversión que se realizará en los tramos mencionados en el párrafo anterior considera: terracerías, estructuras, pavimentos de concreto hidráulico, banquetas, ciclovía, señalamiento horizontal y vertical, paisaje urbano, lavaderos pluviales, alcantarillado, agua potable, descargas domiciliarias, electrificación y alumbrado público.

### Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte  
Evaluación

de El horizonte de evaluación del proyecto es por un periodo de 31 años, considerando 1 para su construcción y 30 años de operación o vida útil.

Descripción de los  
principales costos del  
PPI

**Etapas de ejecución.** - La inversión total estimada es de \$181,993,917.58 incluyendo el IVA, precios 2023.

De igual forma, La inversión se dividirá por etapas. La etapa Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León, corresponde a un monto de \$119,550,000.00 incluyendo IVA. La segunda etapa, Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo, que corresponden a un monto de \$62,443,917.58.

En la siguiente tabla se muestran los componentes por etapas y en monto total:

*Tabla 1 Componentes del Proyecto*

Componente	Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.	Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo	Total
	Fuente Estatal	Fuente Municipal	
Terracerías	\$9,623,880.79	\$1,103,876.86	\$10,727,757.65
Estructuras	\$59,700,729.28	\$40,231,639.08	\$99,932,368.36
Pavimentos	\$25,739,805.23	\$8,857,097.29	\$34,596,902.52
Banquetas	\$561,709.37	\$0.00	\$561,709.37
Ciclovías	\$175,407.35	\$0.00	\$175,407.35

Señalamiento Operativo	\$1,228,697.56	\$278,581.19	\$1,507,278.75
Paisaje Urbano	\$256,647.52	\$560,189.81	\$816,837.33
Lavaderos Pluviales	\$335,762.92	\$572,516.70	\$908,279.62
Alcantarillado	\$1,473,399.66	\$2,023,546.63	\$3,496,946.29
Agua Potable	\$2,541,038.11	\$0.00	\$2,541,038.11
Descargas Domiciliarias	\$934,331.76	\$0.00	\$934,331.76
Alumbrado y Electrificación	\$488,935.28	\$203,515.87	\$692,451.15
Subtotal	\$103,060,344.83	\$53,830,963.43	\$156,891,308.26
IVA	\$16,489,655.17	\$8,612,954.15	\$25,102,609.32
<b>Total de la Inversión</b>	<b>\$119,550,000.00</b>	<b>\$62,443,917.58</b>	<b>\$181,993,917.58</b>

Fuente: Dirección de Obra Pública

**Etapas de operación.** - Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente:

Tabla 2 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Asfalto

Monto miles de pesos por año \$/km/carril			
Rutinario Anual	Bacheo General (cada 4 años)	Sobrecarpeta (Cada 8 años)	Reconstrucción (cada 16 años)
34	250	1,000	2,500

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

Tabla 3 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Hidráulico

Monto miles de pesos por año \$/km/carril		
Rutinario Anual	Reparación Superficial (cada 5 años)	Reparación Mayor (cada 10 años)
34	500	1,200

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

**Costos por molestias.** - Durante la etapa de construcción, se consideran los costos de molestias, debido a demoras extras que pudiera llegar a presentarse. Estos costos se estiman en \$120,231 miles de pesos.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Los beneficios esperados y cuantificados son derivados del ahorro en tiempos de viaje y ahorros en costos de operación vehicular, mismos que se reflejan en:

- Aumentar las velocidades de operación con lo que se generarán ahorros en los tiempos de recorrido y los costos de operación
- Mejorar los niveles de servicio
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios
- Disminuir la emisión de contaminantes

Monto total de inversión (con IVA) de

El monto total de la inversión se estima en \$181,993,917.58 con IVA.

Riesgos asociados al PPI

Los principales riesgos asociados al proyecto son la disponibilidad del total de los recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto.

De igual forma, se cuentan con riesgos relacionados con retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.

Otro Riesgo importante es los riesgos meteorológicos, los cuales pueden generar retrasos o afectaciones durante la obra. Una afectación climática importante a considerar son las precipitaciones abundantes, ya que, al tener como proyecto junto a un canal de agua, estas precipitaciones pueden generar inundaciones considerables durante la construcción.

### Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)

\$ 584,567 miles de pesos

Tasa Interna de Retorno (TIR)

27.9 %

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

44.8 %

### Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

En síntesis, la operación de tránsito se verá beneficiada en los siguientes aspectos:

- Aumentar las velocidades de operación.
- Reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.
- Disminuir la posibilidad de accidentes.

- 
- Mejorar los niveles de servicio.
  - Mayor accesibilidad de la zona.
  - Mejoramiento en la imagen urbana de la ciudad de León.

Con todo lo anterior se mejorará la actividad económica y productiva de la ciudad de León, permitiendo un desplazamiento con mayores velocidades y harán más eficiente los servicios, principalmente industriales y comerciales, debido a una mayor fluidez vehicular constante en este acceso de la ciudad.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización de este proyecto.

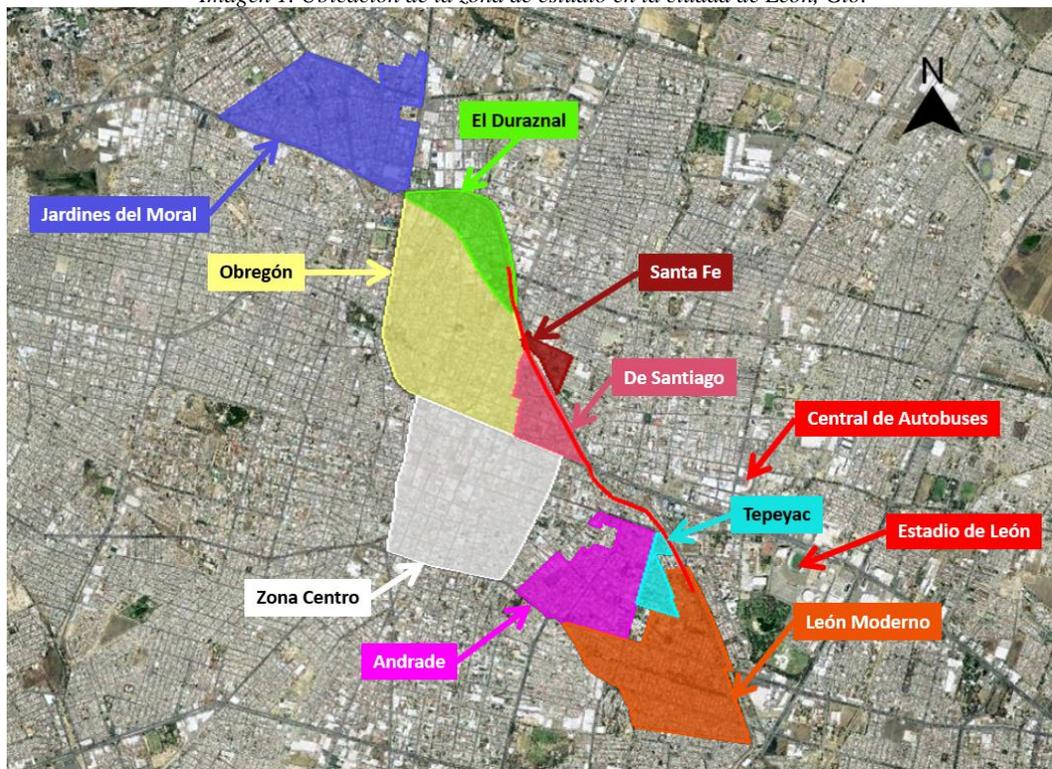
## II. Situación Actual del PPI

### a) Diagnóstico de la Situación Actual

La ciudad de León presenta actualmente una fuerte dinámica de crecimiento demográfico, lo que ha incrementado a su vez la demanda de más servicios urbanos y, consecuentemente, el parque vehicular que circula en la ciudad ha aumentado considerablemente, con una tasa de crecimiento anual del **6.30% en promedio**. Además de lo anterior, se encuentra en una ubicación estratégica para el paso de los vehículos que viajan desde el centro del país hacia la frontera norte y viceversa, a través del corredor Querétaro-Cd. Juárez.

En la actualidad la vialidad es parte de las arterias más importantes para despejar el tráfico de la ciudad, siendo Malecón del Río vital para la ciudad y su desarrollo económico, ante el exponencial crecimiento de la mancha urbana de León, el aumento del flujo de transportistas que circulan diariamente, congestionamientos en varias horas del día a lo largo de la zona de estudio además de cuellos de botella en la parte inferior del Malecón, como lo es la rampa de descenso de Calle Republica, Blvd. Miguel Hidalgo y Blvd. Vicente Valtierra, por eso mismo es necesario realizar adecuaciones que permitan una circulación más segura y eficaz. **Esta vialidad comunica a la zona centro de la ciudad, a las colonias Jardines del Moral, Andrade, Obregón, Santa Fe, León Moderno, Tepeyac, De Santiago, El Duraznal, entre otras (Imagen 1).**

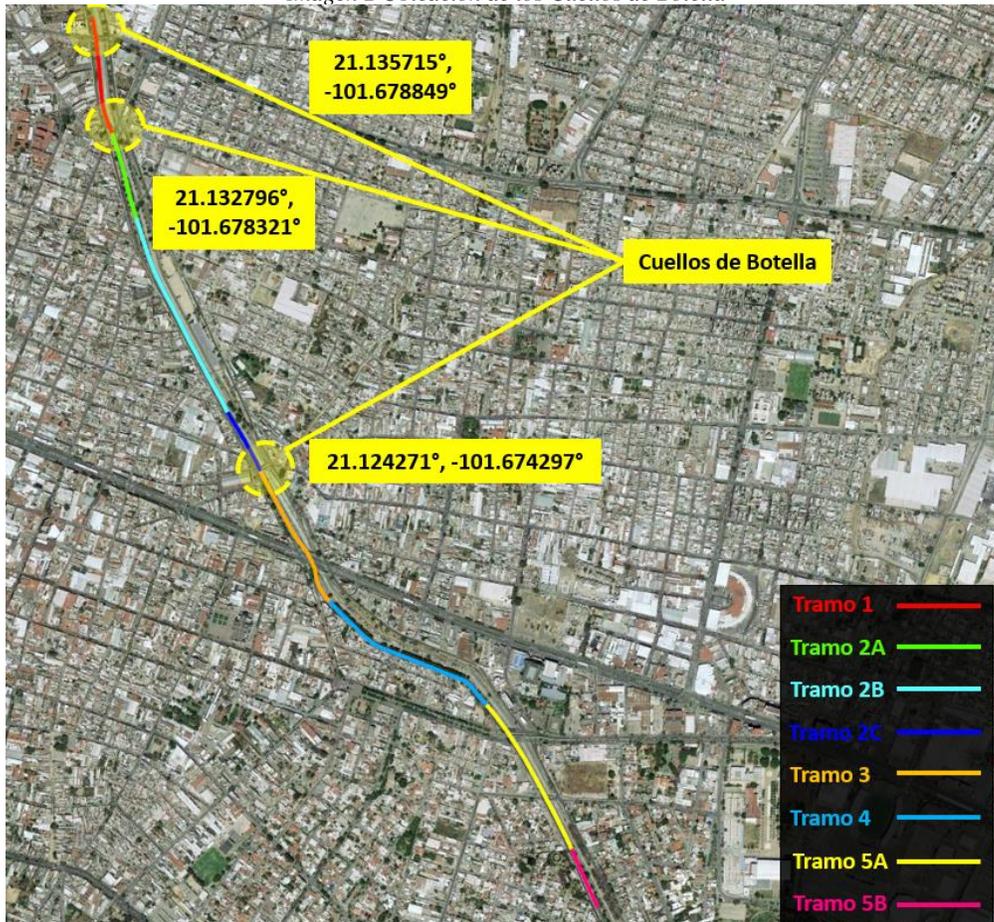
Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de León, Gto.



Inicio 21.135715°, -101.678849° y fin 21.113241°, -101.665168°

El problema que se presenta en el sitio del proyecto es el congestionamiento dentro de las horas pico, ya que la vialidad del Malecón del Río, es para los automovilistas una vialidad atractiva al ser de flujo libre y sin interrupciones por intersecciones o semáforos en la parte baja de esta, sin embargo se registra que se presentan en ocasiones interrupciones al flujo debido a la incorporación de vehículos por las rampas de acceso y al no mantener dos carriles existe fricción en estas rampas generando a lo largo de la vialidad inferior cuellos de botella en ciertos puntos, como lo es debajo del Puente de Calle Republica ( $21.124271^{\circ}$ ,  $-101.674297^{\circ}$ ), la rampa de descenso de Blvd. Vicente Valtierra ( $21.135715^{\circ}$ ,  $-101.678849^{\circ}$ ), y la rampa de descenso del Blvd. Miguel Hidalgo ( $21.132796^{\circ}$ ,  $-101.678321^{\circ}$ ) lo que disminuye la velocidad, provocando filas largas sobre la vialidad.

Imagen 2 Ubicación de los Cuellos de Botella



Fuente: Elaboración propia.

Los congestionamientos presentados en los tramos son debido a que en la actualidad la vialidad cuenta con capacidad variable (ver tabla 4) al tener de uno a tres carriles de circulación, y esto aunado a la incorporación y desincorporación de los usuarios a la vialidad inferior se genera cuellos de botella, generando filas con intercambios que generan fricción y aumentando los tiempos de recorrido a lo largo de la zona de estudio. De igual forma el estado del pavimento difiere en los tramos estudios al tener un IRI que va desde 2.5 a 3.6 (ver tabla 4).

*Fotografía 1 Cuello de botella en la Rampa de Descenso antes de Blvd. Vicente Valtierra*



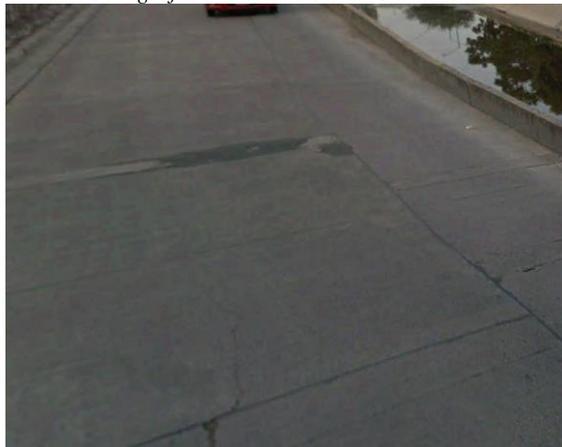
*Coordenadas: 21.135715°, -101.678849° (Tramo 1)*

*Fotografía 2. Rampas de Acceso*



*Coordenadas: 21.124544°, -101.674464° (Tramo 2C)*

*Fotografía 3 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.133567°, -101.678568° (Tramo 1)*

*Fotografía 4 Condiciones del Pavimento*



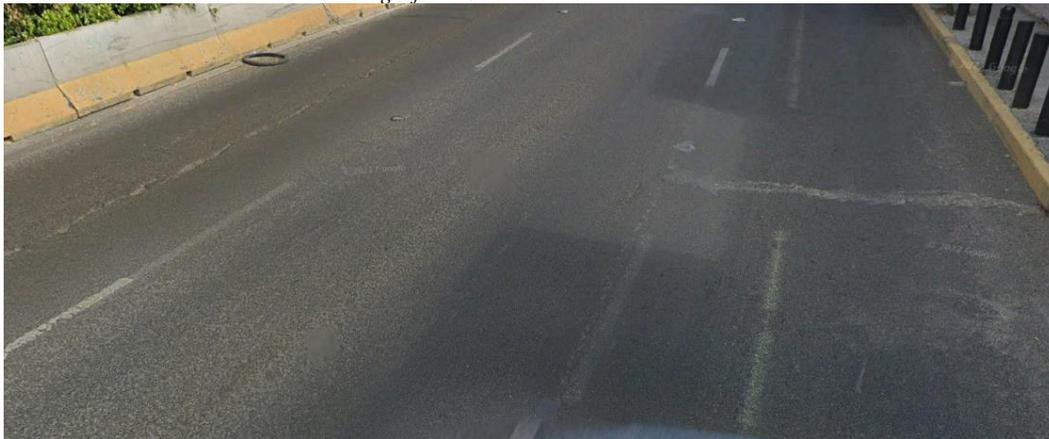
*Coordenadas: 21.128841°, -101.676922° (Tramo 2)*

*Fotografía 5 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.122397°, -101.673238° (Tramo 3)*

*Fotografía 6 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.119658°, -101.670613° (Tramo 4)*

*Fotografía 7 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.113944°, -101.665511° (Tramo 5)*

Además, la superficie de rodamiento presenta grietas a lo largo de los tramos, tal y como se observan en las fotografías anteriores. Incluso se han presentado accidentes viales fatales sobre Malecón del Río, los accidentes viales afectan a una gran cantidad de vehículos que, en conclusión, los principales problemas que se presentan en el sitio del proyecto son: pérdida de tiempo en horas-usuario, desperdicio de energía y contaminación, accidentes, congestión en horas pico, cuellos de botella en puntos específicos de la parte baja de la vialidad, altos costos generalizados de viaje, entre otros, debido a los altos volúmenes de tránsito que circulan por las vialidades involucradas, formados por flujos locales urbanos, que en promedio circulan a velocidades bajas, así como la falta de un sistema adecuado y funcional de alumbrado en la totalidad de la zona, ya que en condiciones actuales fallan algunas luminarias y otras no iluminan de manera adecuada a lo largo de la zona.

En los apartados siguientes se podrá observar el análisis de la situación actual, donde se presenta el TDPA estimado actual, el cual, se obtuvo de realizar aforos direccionales y colocar estaciones maestras.

*Fotografía 8 Tramo 1*



*Coordenadas: 21.135044°, -101.678741°*

*Fotografía 9 Tramo 2A*



*Coordenadas: 21.132219°, -101.678152°*

*Fotografía 10 Tramo 2B*



*Coordenadas: 21.127625°, -101.676258°*

*Fotografía 11 Características Tramo 2C*



*Coordenadas: 21.124339°, -101.674310°*

*Fotografía 12 Características Tramo 2B a 200 m antes de Republica*



*Coordenadas: 21.126085°, -101.675375°*

*Fotografía 13 Características Tramo 3 Puente Blvd. A. López Mateos*



*Coordenadas: 21.121326°, -101.672671°*

*Fotografía 14 Características de Tramo 4*



*Coordenadas: 21.119312°, -101.669675°*

*Fotografía 15 Tramo 5A Después del Puente Niza*



*Coordenadas: 21.115078°, -101.666090°*

*Fotografía 16 Tramo 5A Antes del Puente Niza y Tramo 5B*



*Coordenadas: 21.117283°, -101.667397°*

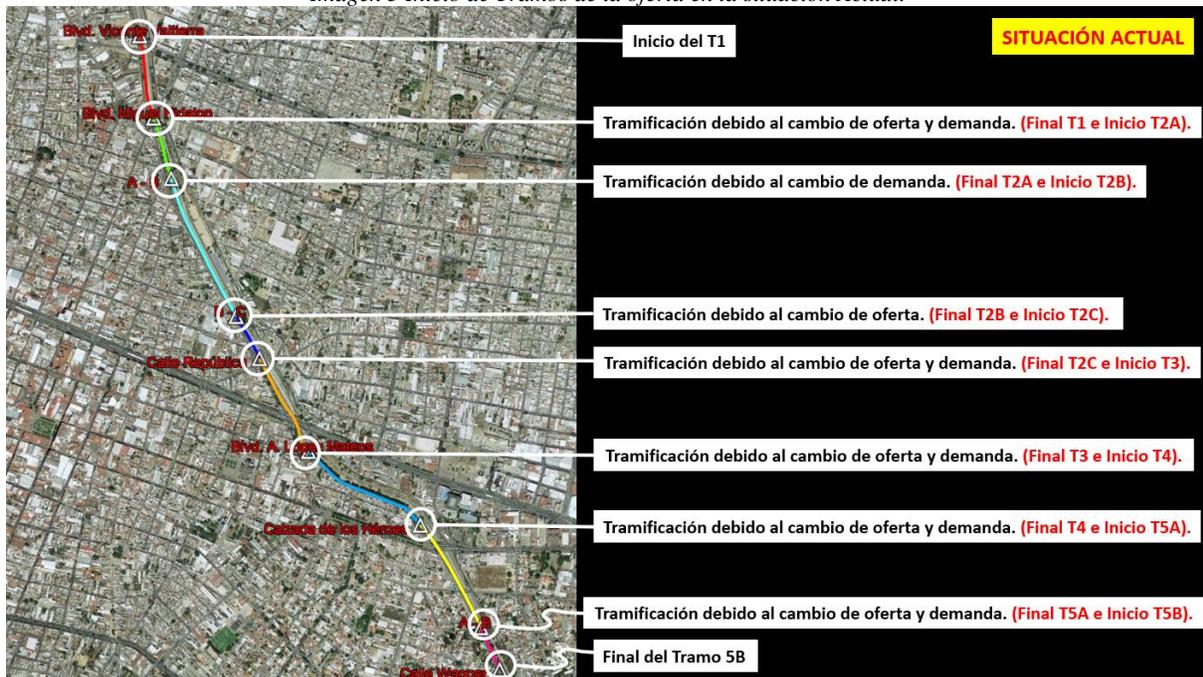


*Coordenadas: 21.114621°, -101.665996°*

## b) Análisis de la Oferta Existente

Se realizó la división de la zona de estudio de la situación actual considerando la oferta y demanda de cada tramo sobre la vialidad Malecón del Río en el sentido Norte - Sur. De manera que la red vial relevante se dividió en 5 tramos, en el desarrollo del análisis se subtramificó en un total de 8 tramos para la situación actual, tal y como se muestra en la Imagen 3 con sus características descritas en la Tabla 4.

Imagen 3 Inicio de Tramos de la oferta en la situación Actual.



Fuente: Elaboración propia

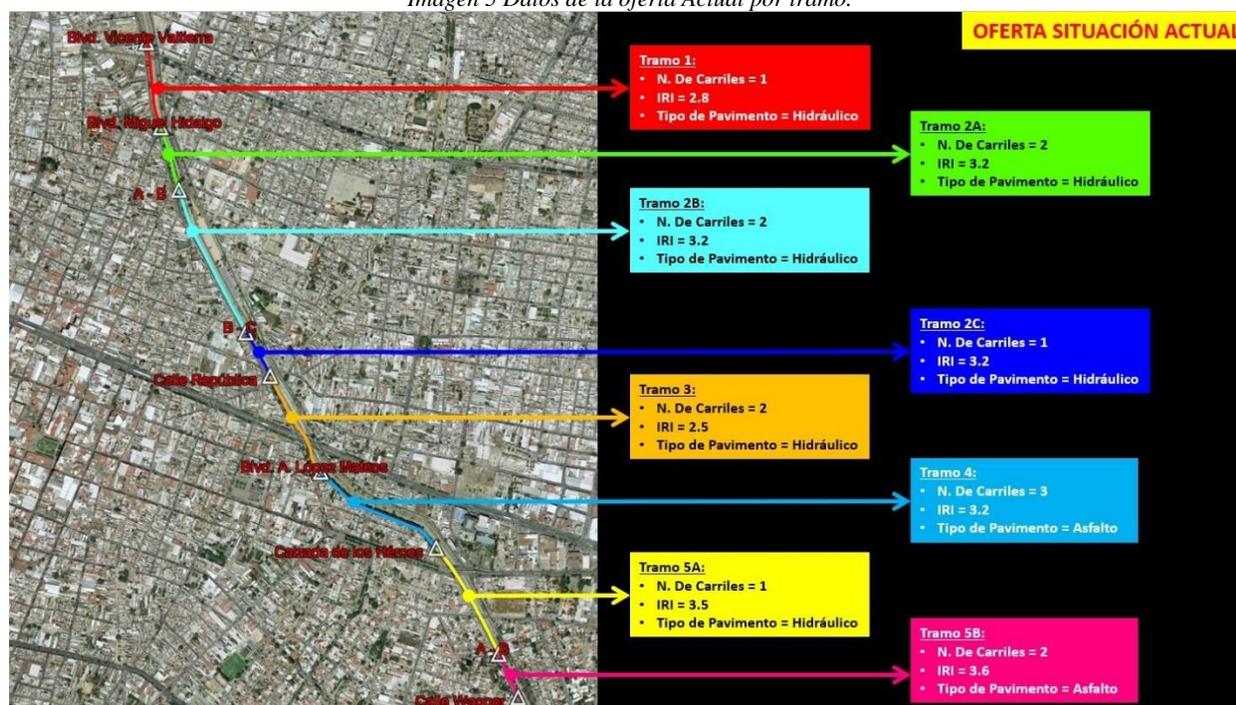
Para la Situación Actual no es posible la determinación cadenamientos que coincidan con los Ejes y Cadenamientos de Proyecto, esto debido a que no tenemos ejes de construcción continua para los 3 segmentos proyectados, esto es porque el proyecto tiene un eje o varios ejes para cada tramo, esto para que cada eje pueda ser construido de manera independiente, además de que hay tramos que no son intervenidos de la Situación Actual, por ello, a través del proyecto no tenemos cadenamientos intermedios ya que sería un sólo eje continuo abarcando los tres segmentos.



Índice rugosidad (IRI, m/km)	2.8	3.2	3.2	3.2	2.5	3.2	3.5	3.6
Estado de Conservación	Aceptable	No Satisfactorio						
Pavimento	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Asfalto	Hidráulico	Asfalto
Velocidad permisible (km/h)	60	60	60	60	60	60	60	60
Alumbrado	Si (Insuficiente)							
Semáforos	No							
Estado de señalamiento horizontal y vertical	Regular							

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo.

Imagen 5 Datos de la oferta Actual por tramo.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Características de las Rampas Existentes

Rampa	Coordenadas	Número de Carriles	Ancho de Carril	Ancho de Acotamiento	Ancho de Muro
1	21.133186°, -101.678527°	1	3.3 m	0.6 m (Izquierdo)	0.20 m
2	21.130013°, -101.677571°	1	3.3 m	0.90 m (Izquierdo) y 0.90 m (Derecho)	0.40 m
3	21.124905°, -101.674734°	1	3.3 m	0.50 m (Izquierdo) y 0.50 m (Derecho)	0.20 m
4	21.121121°, -101.672563°	2	3.3 m	No	0.60 m
5	21.118237°, -101.668069°	1	3.3 m	0.90 m (Izquierdo) y 0.90 m (Derecho)	0.20 m
6	21.115244°, -101.666150°	1	3.3 m	0.60 m (Izquierdo) y 0.80 m (Derecho)	0.20 m

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo.

En la Tabla 4 se presenta la oferta en la situación actual para cada uno de los tramos del proyecto. Según el Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN), la vialidad Malecón del Río se clasifica como una vía interbarrio dentro del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Guanajuato.

De acuerdo con la normativa de la SCT para la clasificación de los tramos respecto al IRI o (presentados en la Tabla 4) en la tabla que se muestra a continuación; el estado actual de la vialidad está cerca de considerarse como “No satisfactorio” y decae a medida que avanza el tiempo para ambos tipos de pavimentos, siendo esta una red básica libre y red secundaria.

Tabla 6 Condición del camino por IRI para Concreto Hidráulico y Asfáltico

Estado	Intervalos de IRI	
	Autopistas de cuota y corredores carreteros	Red básica libre y red secundaria
Bueno	< 1,8	< 2,5
Aceptable	1,8 a 2,5	2,5 a 3,5
No Satisfactorio	>2,5	> 3,5

Fuente: N-CSV-CAR-1-03-004-16 (SCT)

### c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por la vialidad existente. Al número total de vehículos que circulan en promedio al día por un cierto punto de una vialidad se le denomina Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA). Para representar la demanda actual en esta vialidad se obtuvo un tránsito diario promedio anual (TDPA) de los tramos a partir de un aforo automático.

El Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) es el número total de vehículos que pasarían todo el año dividido entre el número de los días del año. El método de cálculo del TDPA aquí utilizado, propone el cálculo de la desviación estándar de la muestra, que en este caso son 7 de los 365 días del presente año, y con base en ésta calcular la desviación estándar de la población, para considerar la variabilidad del número de vehículos durante el año con un determinado nivel de confiabilidad. Por lo que, el TDPA estará en función del Tránsito Diario Promedio Semanal que se obtiene de las estaciones maestras, mediante la siguiente fórmula:

$$TDPA = TDPS \pm t(\sigma)$$

Donde:

TDPA = Valor Calculado para TDPA de la Vialidad del Aforo.

TDPS = Tránsito Diario Promedio Semanal.

t = valor de ajuste de acuerdo con el tamaño de la muestra y de la distribución conocida como “t”.

s = valor calculado de la Desviación Estándar Poblacional.

Considerando una distribución normal, para la obtención del TDPA solo faltaría obtener el valor de “t” de la distribución estadística de su función, para este valor consideramos que el grado de libertad de la variable en estudio es infinito dado que es N-1 que sería 365.25-1 = 364.25 mayor

que 200 que es el valor máximo de la tabla por lo que t asume un valor de 1.96 para un nivel de confianza del 95%.

El Cálculo de la desviación estándar poblacional se hace de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \left( \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Donde:

s = Desviación Estándar de la Población.

s = Desviación Estándar de la Muestra.

n = Número de días aforados en la Muestra.

N = Tamaño de la Población en Días, es decir 365.25 días promedio al año.

El cálculo simple de la desviación estándar de la muestra se realiza con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (TD_i - TDPS)^2 / (n-1)}$$

Donde:

s = Desviación Estándar de la Muestra

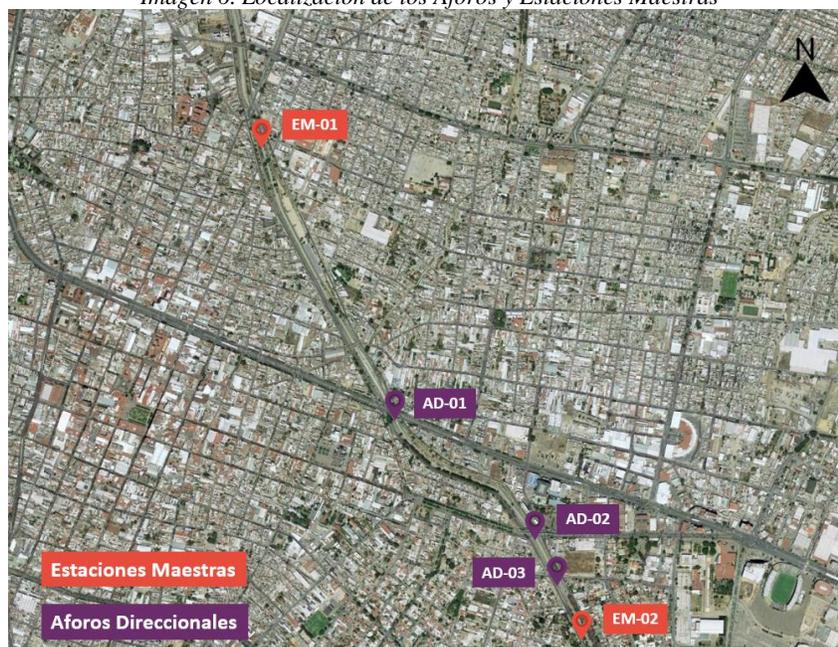
TD<sub>i</sub> = Tránsito Diario del día i

TDPS = Tránsito Diario Promedio Semanal de la estación maestra

n = Número de datos de la muestra

Al final, se obtendrá un intervalo de confianza dentro del cual se encuentra el TDPA a partir del TDPS de cada una de las estaciones maestras.

*Imagen 6. Localización de los Aforos y Estaciones Maestras*



*Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo*

Tabla 7 Localización de los Aforos y Estaciones Maestras

Nombre	Coordenadas	Año
EM – 01	21.130807°, -101.677698°	2018
EM – 02	21.113940°, -101.665511°	
AD – 01	21.121735°, -101.672718°	
AD – 02	21.117552°, -101.667360°	
AD – 03	21.115997°, -101.666627°	

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo

Imagen 7 TDPA's de las Estaciones Maestras (2018)



EM-02 Coordenadas: 21.113940°, -101.665511° EM-01 Coordenadas: 21.130807°, -101.677698°

Fotografía 17 Colocación de Aforos Automáticos



Coordenadas 21.130807°, -101.677698°

Fotografía 18 Colocación de Aforos Automáticos



Coordenadas 21.130807°, -101.677698°

Coordenadas 21.113940°, -101.665511°

Para los aforos automáticos, se colocaron 2 estaciones maestras. Ambas estaciones se realizaron del 1 al 7 de junio del 2018. En las Tabla 8 y Tabla 9 se muestran los resultados de los 7 días de aforos realizados en cada estación.

Tabla 8. Resultados de EM-01

FECHA	RESUMEN														TOTAL	
	A2	A'2	Moto	B2	B3	C2	C3	C2-R2	T2-S1	T2-S2	T3-S1	T3-S2	T-S-R	Otros		
viernes 1 de junio de 2018	22,666	8,766	469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,901
sábado 2 de junio de 2018	17,924	7,677	427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,028
domingo 3 de junio de 2018	11,629	5,130	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,960
lunes 4 de junio de 2018	21,621	9,414	519	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,554
martes 5 de junio de 2018	22,567	7,786	508	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,841
miércoles 6 de junio de 2018	22,079	7,138	509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,726
jueves 7 de junio de 2018	22,535	7,785	504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,824

Fuente: Trabajos de Campo

Tabla 9. Resultados de EM-02

FECHA	RESUMEN														TOTAL	
	A2	A'2	Moto	B2	B3	C2	C3	C2-R2	T2-S1	T2-S2	T3-S1	T3-S2	T-S-R	Otros		
viernes 1 de junio de 2018	21,548	968	1,833	430	0	2,445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,224
sábado 2 de junio de 2018	17,492	815	1,470	376	0	2,171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,324
domingo 3 de junio de 2018	13,750	596	1,187	216	0	1,543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,292
lunes 4 de junio de 2018	20,261	922	1,771	387	0	2,357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,698
martes 5 de junio de 2018	20,123	924	1,890	416	0	2,367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,680
miércoles 6 de junio de 2018	20,468	1,007	1,875	396	0	2,282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,030
jueves 7 de junio de 2018	20,767	947	1,964	392	0	2,250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,310

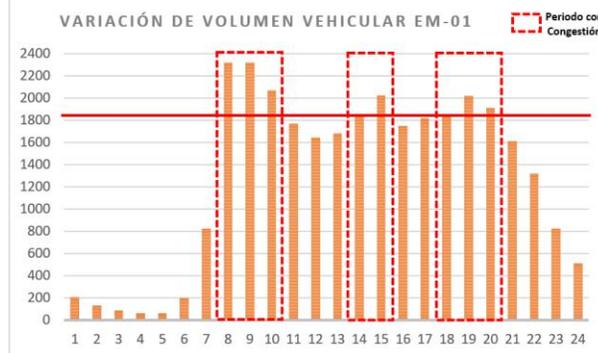
Fuente: Trabajos de Campo

Debido a que es una zona urbana, el comportamiento de la demanda varía según las horas de máxima demanda, por lo cual, se analizará la evaluación en periodos con congestión y sin congestión. Para definir las horas de alta demanda y las horas de baja demanda (con congestión y sin congestión respectivamente) se tomará en cuenta un aforo de 24 horas sobre Malecón del Río en la zona de estudio, realizado con la ayuda de un contador automático de placas y aforadores manuales.

Metodológicamente para calcular los horarios de máxima demanda se utilizó la EM-01, para la obtención del porcentaje de volúmenes en congestión, se utilizó esta estación maestra debido a que es la que presenta mayor demanda y se encuentra ubicada dentro de la zona de estudio, a

diferencia de la EM-02, que se encuentra al final de la zona de estudio donde los horarios de máxima demanda de esta estación maestra se encuentran fuera de la zona de estudio.

Imagen 8. Comportamiento horario de la demanda actual de la Zona de Estudio



Fuente: Trabajos de Campo

En la gráfica anterior se puede observar los volúmenes de tránsito por hora para la zona de estudio. Los volúmenes encerrados en los recuadros rojos punteados son aquellos horarios que son considerados como periodos de congestión. Se considera como periodo de congestión cuando el volumen rebasa el límite de flujo según sea su acceso. Este valor de límite de flujo vehicular se considera como valor frontera donde las condiciones de flujo cambian de flujo estable a flujo inestable.

Los volúmenes de congestión, de las 8 horas encerradas en los recuadros rojos, representan el 53% del total del volumen de ese día.

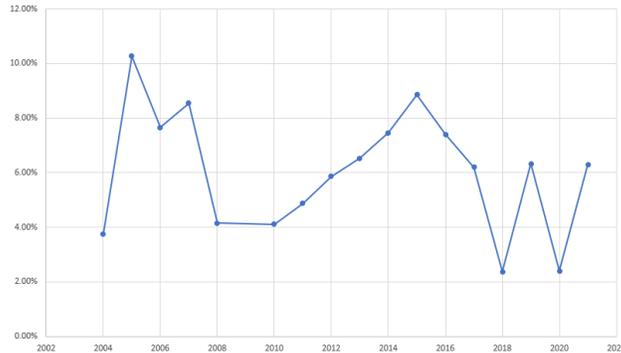
Por otro lado, de acuerdo con información del INEGI se observa un crecimiento promedio del 6.06% en el parque vehicular de la ciudad de León del año 2004 al 2021.

Tabla 10. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular

Concepto / Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Parque vehicular de la ciudad de León	249,890	259,257	285,905	307,809	334,130	347,982
Crecimiento anual		3.75%	10.28%	7.66%	8.55%	4.15%
Concepto / Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Parque vehicular de la ciudad de León	362,300	379,949	402,244	428,493	460,462	501,246
Crecimiento anual		4.11%	4.87%	5.87%	6.53%	7.46%
Concepto / Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Parque vehicular de la ciudad de León	538,352	571,755	585,326	622,363	637,328	653,978
Crecimiento anual		7.40%	6.20%	2.37%	6.33%	2.40%

Fuente: INEGI 2023

Imagen 9. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular



Fuente: INEGI 2023

Para obtener el TDPA de cada tramo se realizó una correlación del TDPA obtenido de las estaciones maestras 01 y 02 que se encontraban en los tramos 2 y 5. Para obtener los TDPA de los tramos 1, 3 y 4, se obtuvo un factor de expansión promedio, relacionando los TDPA de los tramos 2 y 5 con los VHD (Volumen horario de diseño) obtenido de los aforos direccionales realizados en los mismos tramos. Con este factor, se obtienen los TDPA faltantes en base a los VHD respectivos.

Tabla 11 TDPA por Tramo (2018) Actualizado al 2023

	TDPA 2018	VHD	TDPA 2023	VHD	Relación
Tramo 1	29,478	2,092	31,756	2,254	
Tramo 2 <sup>a</sup>	32,370	2,418	34,872	2,475	0.0746988
Tramo 2B	19,921	1,414	21,460	1,523	
Tramo 2C	19,921	1,414	21,460	1,523	
Tramo 3	33,615	2,386	36,212	2,570	
Tramo 4	39,744	2,821	42,815	3,039	
Tramo 5 <sup>a</sup>	26,940	1,912	29,022	2,060	
Tramo 5B	33,875	2,278	36,492	2,590	0.06726058
Factor de Expansión					<b>0.07097969</b>

Fuente: Trabajos de Campo

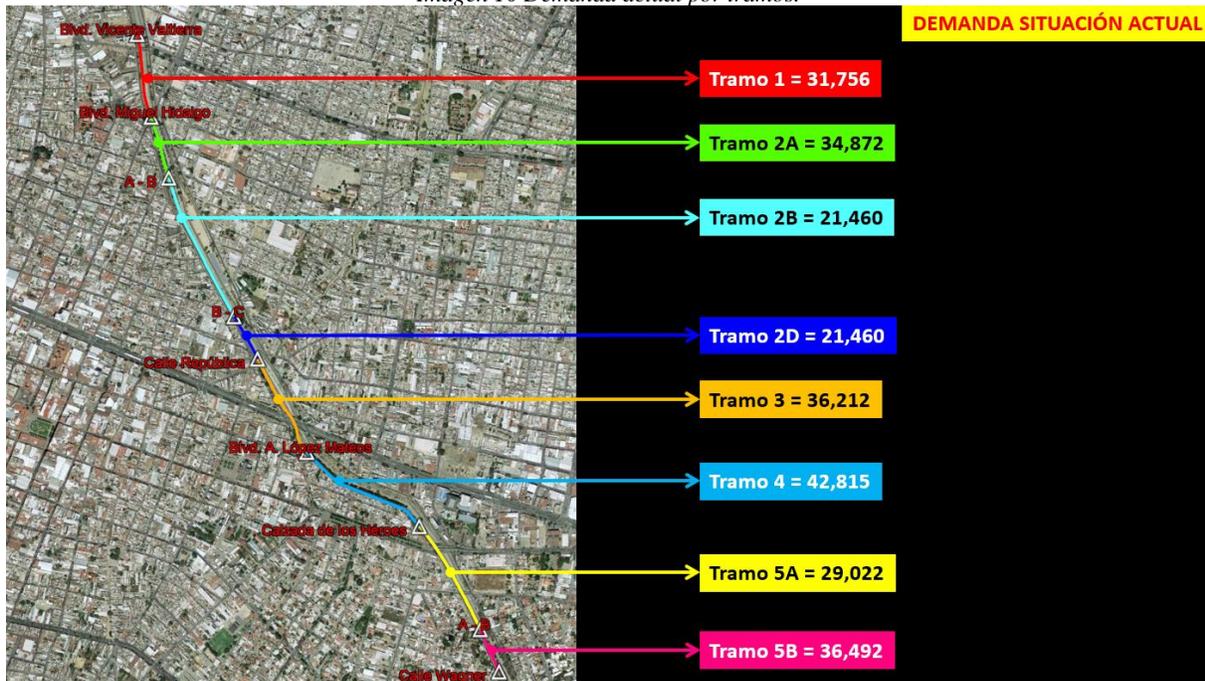
Tabla 12. Demanda Actual

Descripción	Tramo 1	Tramo 2			Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	
		A	B	C			A	B
Blvd. Vicente Valtierra – Blvd. Miguel Hidalgo		Blvd. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo	Calle 5 de mayo - Gutiérrez Nájera	Gutiérrez Nájera - Calle República	Calle República – Blvd. López Mateos	Blvd. López Mateos – Calzada de los Héroes	Calzada de los Héroes – Miguel B. Jiménez	Miguel B. Jiménez – Wagner
Longitud (km)	0.33	0.25	0.60	0.19	0.415	0.54	0.47	0.18
Velocidad con congestión (km/hr)	27.00	22.00	17.00	15.00	27.00	30.00	29.00	37.00
Velocidad sin congestión (km/hr)	37.00	48.00	44.00	46.00	35.00	36.00	31.00	39.00
TDPA total*	<b>31,756</b>	<b>34,872</b>	<b>21,460</b>	<b>21,460</b>	<b>36,212</b>	<b>42,815</b>	<b>29,022</b>	<b>36,492</b>
TDPA con congestión	16,851	18,504	11,387	11,387	19,215	22,719	15,400	19,363
TDPA sin congestión	14,905	16,368	10,073	10,073	16,997	20,096	13,622	17,129
A %	100	100	100	100	100	94	100	96
B%	0	0	0	0	0	0	0	1
C%	0	0	0	0	0	6	0	3

\*El TDPA fueron proyectados del estudio de demanda a partir del año 2018 y tomando la TCMA de 1.5% para el año 2023.

Fuente: Trabajos de Campo

Imagen 10 Demanda actual por tramos.



Fuente: Elaboración propia

Para obtener la tasa de crecimiento media anual (TCMA) se recabó información otorgada por Obra Pública Municipal de aforos direccionales realizados en zonas dentro del área de proyecto en distintos años. Se obtuvo información de los años 2011 y 2018 de los movimientos vehiculares de la intersección del Blvd. Mariano Escobedo y Malecón del Río.

Tabla 13 TCMA

Blvd. Mariano Escobedo y Malecón		
Movimiento	2011	2018
1	924	1,030
2	3,337	3,542
3	378	483
6	752	899
7	2,657	2,754
8	1,464	1,632
11	2,671	2,743
16	481	818
17	630	824
SUMA	13,294	14,725
<b>TCMA</b>		<b>1.47%</b>

Fuente: Trabajos de Campo

De esta forma, se utilizará un TCMA de 1.50% para este estudio.

## d) Interacción de la Oferta-Demanda

Las velocidades de operación como una de las principales características de la demanda en la situación con congestión y sin congestión, mediante el estudio de campo de tiempos de recorrido sobre el tramo en estudio durante el periodo de máxima y baja demanda (hora pico y hora valle, respectivamente). Este estudio de Velocidades de Operación consiste en tomar el tiempo que tarda el observador en recorrer el tramo y con base a este tiempo y la distancia conocida, se determina la velocidad promedio de recorrido.

Fotografía 19 Toma de tiempos de recorrido



Coordenadas 21.127408°, -101.676103°

Fuente: Estudio de Velocidades 2020 validado por Obras Publicas de León

Tabla 14 Tiempos de Recorrido Situación Actual.

Tramo	Distancia (kilómetros)	Tiempo de recorrido promedio (s)		Velocidad promedio (km/h)		
		Hora pico	Hora valle	Hora pico	Hora valle	
1	0.33	44.00	32.11	27.00	37.00	
2	A	0.25	40.91	18.75	22.00	48.00
	B	0.60	127.06	49.09	17.00	44.00
	C	0.19	45.60	14.87	15.00	46.00
3	0.415	55.33	42.69	27.00	35.00	
4	0.54	64.80	54.00	30.00	36.00	
5	A	0.47	58.34	54.58	29.00	31.00
	B	0.18	17.51	16.62	37.00	39.00
Promedio				<b>25.50</b>	<b>39.50</b>	

Fuente: Estudio de Velocidades 2020.

Tabla 15. Velocidades situación actual

Descripción	Tramo 1	Tramo 2			Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	
		A	B	C			A	B
	Blvd. Vicente Valtierra – Blvd. Miguel Hidalgo	Blvd. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo	Calle 5 de mayo - Gutiérrez Nájera	Gutiérrez Nájera - Calle República	Calle República – Blvd. López Mateos	Blvd. López Mateos – Calzada de los Héroes	Calzada de los Héroes – Miguel B. Jiménez	Miguel B. Jiménez – Wagner
Longitud (km)	0.33	0.25	0.60	0.19	0.415	0.54	0.47	0.18

Velocidad con congestión (km/hr)	27.00	22.00	17.00	15.00	27.00	30.00	29.00	37.00
Velocidad sin congestión (km/hr)	37.00	48.00	44.00	46.00	35.00	36.00	31.00	39.00

Fuente: *Elaboración Propia*

Para determinar los niveles de servicio de los tramos de proyecto se basó en la metodología del HCM (Manual de Capacidad de Carreteras por sus siglas en inglés) para vialidades en zonas urbanas, el cual contempla parámetros del tránsito que circula por los tramos como su velocidad, volumen y composición vehicular y además las características de la vialidad como accesos a la vialidad, la velocidad a flujo libre y el tipo de vialidad.

Tabla 16 Nivel De Servicio para Calles Urbanas

Clase del Tramo	I	II	III	IV
Rango de Velocidad en Flujo Libre	90 A 70 Km/hr	70 A 55 Km/hr	55 A 50 Km/hr	55 A 40 Km/hr
Velocidad en Flujo Libre Común	80 Km/hr	65 Km/hr	55 Km/hr	45 Km/hr
N.S.	Velocidad Promedio de Viaje (km/hr)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56 -72	> 46 -59	> 39 -50	> 32 -41
C	> 40- 56	> 33- 46	> 28- 39	> 23- 32
D	> 32 -40	> 26 -33	> 22 -28	> 18 -23
E	> 26 -32	> 21 -26	> 17 -22	> 14 -18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

Fuente: *Highway Capacity Manual 2000*

De acuerdo con el HCM, los niveles de servicio para las calles urbanas son las siguientes:

NS A describe un nivel de operación a flujo libre como una velocidad de operación promedio, cerca del 90% de la velocidad a flujo libre para cada clase de calle urbana. Los vehículos se encuentran sin impedimento de maniobrar dentro del flujo vehicular. Las demoras por semáforos son mínimas.

NS B describe un nivel de operación razonablemente sin impedimentos en velocidades de operación promedio, usualmente 70% de la velocidad a flujo libre para cada clase de calle urbana. Las maniobras dentro del flujo vehicular son ligeramente restringidas y las demoras por semáforos no son significativas.

NS C describe un nivel de operación estable, sin embargo, las maniobras y los cambios de carril entre calles urbanas pueden estar más restringidos que en el NS B, y mayores filas y semáforos contribuyen a que la velocidad de operación promedio sea 50% de la velocidad a flujo libre para cada clase de calle urbana.

NS D describe una situación en la cual un pequeño incremento en el flujo vehicular causaría un aumento considerable en las demoras y en la disminución de la velocidad de operación, debido a mala sincronización o ciclos de semáforos, volumen vehicular alto o una combinación de estos factores. La velocidad de operación promedio es el 40% de la velocidad a flujo libre.

NS E se caracteriza por demoras significativas y velocidad de operación promedio menores al 33% de la velocidad a flujo libre, causadas por la combinación de factores como muy altos volúmenes vehiculares y excesivas demoras en los semáforos.

NS F se caracteriza por calles urbanas con muy poca velocidad de operación y extensas filas de vehículos en las intersecciones.

A continuación, se presentan los costos de operación vehicular y los costos por tiempos de recorrido en la situación actual.

Para el análisis de las situación actual se utilizará la clase de Tramo III, ya que el límite de velocidad en estos tramos es de 60 km/h. Según las velocidades recabadas, serán consideradas para obtener el nivel de servicio a lo largo del periodo de análisis de 30 años. Los niveles de servicio obtenido son en relación con las horas de máxima demanda en cada tramo.

La interacción oferta y demanda en la situación actual se calcularon los costos generalizados de viaje (CGV) de acuerdo con las características de la demanda. A continuación, se muestran los Costos Generalizados de Viajes (CGV) para la situación actual durante el horizonte de evaluación.

Tabla 17. Niveles de servicio durante la hora de máxima demanda en la situación actual

Malecón del Río. Situación Actual																
Año	Tramo 1		Tramo 2						Tramo 3		Tramo 4		Tramo 5			
	TDPA total	NS	A		B		C		TDPA total	NS	TDPA total	NS	A		B	
			TDPA total	NS												
0	31,756	D	34,872	E	21,460	F	21,460	F	36,212	D	42,815	C	29,022	C	36,492	C
1	32,233	D	35,395	E	21,782	F	21,782	F	36,755	D	43,457	C	29,457	C	37,040	C
2	32,716	D	35,926	E	22,109	F	22,109	F	37,307	D	44,109	C	29,899	C	37,595	C
3	33,207	D	36,465	E	22,440	F	22,440	F	37,866	D	44,770	C	30,348	D	38,159	C
4	33,705	D	37,012	E	22,777	F	22,777	F	38,434	D	45,442	C	30,803	D	38,732	C
5	34,211	D	37,567	E	23,119	F	23,119	F	39,011	D	46,124	C	31,265	D	39,313	C
6	34,724	D	38,131	E	23,465	F	23,465	F	39,596	D	46,815	C	31,734	D	39,902	C
7	35,245	D	38,703	E	23,817	F	23,817	F	40,190	D	47,518	C	32,210	D	40,501	C
8	35,773	D	39,283	E	24,175	F	24,175	F	40,793	D	48,230	D	32,693	D	41,108	C
9	36,310	D	39,873	E	24,537	F	24,537	F	41,405	E	48,954	D	33,183	D	41,725	C
10	36,854	D	40,471	E	24,905	F	24,905	F	42,026	E	49,688	D	33,681	D	42,351	C
11	37,407	D	41,078	E	25,279	F	25,279	F	42,656	E	50,434	D	34,186	D	42,986	D
12	37,968	E	41,694	F	25,658	F	25,658	F	43,296	E	51,190	D	34,699	D	43,631	D
13	38,538	E	42,319	F	26,043	F	26,043	F	43,945	E	51,958	D	35,220	D	44,285	D
14	39,116	E	42,954	F	26,434	F	26,434	F	44,605	E	52,737	D	35,748	D	44,950	D
15	39,703	E	43,599	F	26,830	F	26,830	F	45,274	E	53,528	D	36,284	D	45,624	D
16	40,298	E	44,253	F	27,233	F	27,233	F	45,953	E	54,331	D	36,828	D	46,308	E
17	40,903	E	44,916	F	27,641	F	27,641	F	46,642	F	55,146	D	37,381	D	47,003	E
18	41,516	E	45,590	F	28,056	F	28,056	F	47,342	F	55,973	D	37,942	E	47,708	E
19	42,139	E	46,274	F	28,477	F	28,477	F	48,052	F	56,813	D	38,511	E	48,423	E
20	42,771	E	46,968	F	28,904	F	28,904	F	48,773	F	57,665	D	39,088	E	49,150	F
21	43,413	E	47,673	F	29,337	F	29,337	F	49,504	F	58,530	D	39,675	E	49,887	F
22	44,064	F	48,388	F	29,777	F	29,777	F	50,247	F	59,408	D	40,270	E	50,635	F
23	44,725	F	49,113	F	30,224	F	30,224	F	51,000	F	60,299	D	40,874	E	51,395	F
24	45,396	F	49,850	F	30,677	F	30,677	F	51,765	F	61,204	D	41,487	E	52,166	F
25	46,077	F	50,598	F	31,137	F	31,137	F	52,542	F	62,122	E	42,109	E	52,948	F

26	46,768	F	51,357	F	31,605	F	31,605	F	53,330	F	63,054	E	42,741	E	53,743	F
27	47,469	F	52,127	F	32,079	F	32,079	F	54,130	F	63,999	E	43,382	E	54,549	F
28	48,181	F	52,909	F	32,560	F	32,560	F	54,942	F	64,959	E	44,033	F	55,367	F
29	48,904	F	53,703	F	33,048	F	33,048	F	55,766	F	65,934	E	44,693	F	56,197	F
30	49,638	F	54,508	F	33,544	F	33,544	F	56,603	F	66,923	E	45,364	F	57,040	F

Fuente: HCM 2000

Tabla 18. CGV situación actual

Año	Tramo 1			Tramo 2					
	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)
0	29,231	14,087	43,318	24,778	12,284	37,062	39,291	22,415	61,706
1	29,828	14,480	44,309	25,298	12,672	37,970	39,965	22,893	62,858
2	30,443	14,891	45,334	25,835	13,081	38,916	40,653	23,385	64,037
3	31,077	15,321	46,398	26,389	13,512	39,901	41,354	23,891	65,245
4	31,730	15,770	47,500	26,962	13,967	40,930	42,070	24,412	66,482
5	32,404	16,241	48,644	27,555	14,449	42,004	42,801	24,948	67,750
6	33,098	16,734	49,833	28,168	14,959	43,127	43,547	25,501	69,049
7	33,816	17,253	51,069	28,804	15,500	44,304	44,309	26,072	70,381
8	34,557	17,798	52,355	29,462	16,076	45,538	45,087	26,660	71,747
9	35,323	18,372	53,695	30,145	16,690	46,835	45,882	27,266	73,148
10	36,114	18,977	55,092	30,854	17,346	48,200	46,693	27,892	74,586
11	36,934	19,617	56,550	31,590	18,048	49,639	47,522	28,539	76,061
12	37,782	20,293	58,074	32,356	18,802	51,158	48,369	29,207	77,577
13	38,660	21,009	59,669	33,153	19,614	52,767	49,235	29,898	79,134
14	39,571	21,770	61,341	33,983	20,491	54,474	50,120	30,613	80,733
15	40,516	22,579	63,095	34,848	21,441	56,290	51,025	31,352	82,377
16	41,496	23,441	64,938	35,751	22,475	58,226	51,951	32,118	84,068
17	42,515	24,363	66,878	36,694	23,604	60,298	52,897	32,911	85,808
18	43,573	25,350	68,924	37,680	24,843	62,523	53,866	33,733	87,599
19	44,675	26,411	71,085	38,712	26,208	64,920	54,857	34,586	89,443
20	45,821	27,553	73,374	39,793	27,722	67,515	55,871	35,472	91,343
21	47,015	28,787	75,802	40,926	29,410	70,337	56,909	36,392	93,301
22	48,260	30,126	78,386	42,117	31,307	73,423	57,972	37,348	95,321
23	49,559	31,582	81,142	43,367	33,453	76,821	59,062	38,343	97,405
24	50,916	33,175	84,091	44,684	35,905	80,589	60,177	39,380	99,557
25	52,334	34,923	87,257	45,643	36,810	82,453	61,321	40,459	101,780
26	53,817	36,853	90,670	46,634	37,726	84,359	62,493	41,586	104,079
27	55,370	38,994	94,365	47,667	38,702	86,369	63,695	42,761	106,456
28	56,998	41,387	98,385	48,748	39,747	88,495	64,928	43,990	108,918
29	58,705	44,080	102,785	49,879	40,874	90,753	66,193	45,275	111,469
30	60,497	47,137	107,634	51,065	42,097	93,162	67,492	46,622	114,113
Año	Tramo 2			Tramo 3			Tramo 4		
	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)
0	12,705	7,725	20,430	42,109	20,654	62,763	71,359	32,320	103,679
1	12,921	7,890	20,811	43,058	21,329	64,387	72,664	33,076	105,740
2	13,141	8,060	21,201	44,042	22,042	66,084	74,000	33,855	107,855
3	13,366	8,234	21,600	45,061	22,796	67,857	75,367	34,660	110,027
4	13,595	8,414	22,009	46,119	23,594	69,713	76,766	35,492	112,257
5	13,829	8,600	22,428	47,218	24,440	71,658	78,197	36,351	114,548
6	14,067	8,791	22,858	48,359	25,341	73,699	79,663	37,240	116,903
7	14,311	8,987	23,298	49,545	26,300	75,845	81,164	38,159	119,323
8	14,560	9,191	23,750	50,780	27,323	78,104	82,701	39,110	121,811
9	14,813	9,400	24,214	52,066	28,419	80,486	84,276	40,095	124,371
10	15,073	9,616	24,689	53,407	29,595	83,002	85,890	41,115	127,005
11	15,337	9,840	25,177	54,805	30,860	85,666	87,544	42,172	129,716

12	15,607	10,071	25,678	56,266	32,226	88,492	89,240	43,268	132,508
13	15,884	10,310	26,193	57,792	33,706	91,498	90,979	44,406	135,385
14	16,166	10,557	26,722	59,388	35,314	94,702	92,763	45,587	138,349
15	16,454	10,812	27,266	61,059	37,070	98,129	94,592	46,814	141,406
16	16,749	11,077	27,826	62,810	38,995	101,806	96,470	48,089	144,559
17	17,050	11,351	28,401	64,647	41,116	105,764	98,397	49,416	147,813
18	17,358	11,636	28,994	66,576	43,467	110,043	100,376	50,797	151,172
19	17,673	11,931	29,604	68,604	46,087	114,691	102,408	52,235	154,643
20	17,996	12,237	30,233	70,737	49,030	119,767	104,495	53,735	158,230
21	18,325	12,555	30,881	72,983	52,362	125,345	106,640	55,299	161,940
22	18,663	12,886	31,549	75,352	56,169	131,521	108,845	56,933	165,778
23	19,009	13,231	32,239	77,852	60,567	138,419	111,112	58,640	169,752
24	19,363	13,589	32,952	80,493	65,715	146,208	113,443	60,426	173,869
25	19,725	13,963	33,688	83,029	70,711	153,740	115,841	62,296	178,137
26	20,097	14,353	34,450	84,897	72,869	157,766	118,309	64,255	182,565
27	20,477	14,760	35,238	86,841	75,219	162,059	120,850	66,311	187,161
28	20,868	15,186	36,054	88,866	77,798	166,664	123,466	68,470	191,936
29	21,268	15,632	36,899	90,979	80,654	171,633	126,161	70,741	196,901
30	21,678	16,098	37,776	93,187	83,850	177,037	128,937	73,131	202,068

	<b>Tramo 5</b>					
--	----------------	--	--	--	--	--

Año	A			B		
	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)
0	39,220	18,959	58,179	18,506	8,153	26,659
1	39,985	19,443	59,428	18,920	8,433	27,353
2	40,771	19,945	60,716	19,351	8,731	28,082
3	41,578	20,467	62,045	19,800	9,046	28,847
4	42,407	21,011	63,418	20,269	9,382	29,651
5	43,260	21,576	64,836	20,759	9,740	30,499
6	44,136	22,165	66,301	21,271	10,123	31,394
7	45,038	22,780	67,817	21,808	10,534	32,341
8	45,965	23,421	69,386	22,370	10,975	33,345
9	46,920	24,091	71,011	22,961	11,450	34,411
10	47,904	24,792	72,696	23,583	11,964	35,546
11	48,918	25,526	74,443	24,237	12,522	36,758
12	49,963	26,295	76,257	24,927	13,129	38,056
13	51,040	27,102	78,142	25,655	13,794	39,449
14	52,152	27,950	80,103	26,425	14,525	40,950
15	53,300	28,843	82,143	27,241	15,333	42,574
16	54,486	29,783	84,269	28,107	16,231	44,337
17	55,712	30,776	86,487	29,026	17,237	46,262
18	56,979	31,825	88,804	30,003	18,372	48,375
19	58,289	32,936	91,225	31,045	19,664	50,709
20	59,646	34,114	93,760	32,157	21,150	53,307
21	61,052	35,366	96,418	33,345	22,882	56,227
22	62,509	36,700	99,209	34,616	24,930	59,547
23	64,019	38,124	102,143	35,980	27,397	63,376
24	65,587	39,647	105,234	37,443	30,435	67,879
25	67,214	41,282	108,496	39,010	34,175	73,185
26	68,906	43,040	111,946	40,040	35,767	75,807
27	70,664	44,938	115,602	41,019	37,094	78,113
28	72,494	46,992	119,486	42,047	38,589	80,636
29	74,400	49,225	123,625	43,127	40,299	83,426
30	76,385	51,662	128,047	44,265	42,287	86,552

*Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.*

### III. Situación sin el PPI

En el presente apartado se exponen las inversiones de bajo costo con la finalidad de optimizar la situación base a lo largo del horizonte de evaluación en caso de que el proyecto no se realice. Para ello la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con los lineamientos vigentes permite hasta el 10% del monto total de inversión para las acciones de mejora. Las optimizaciones contempladas deberán ser incorporadas más adelante en el análisis de la oferta y demanda de la situación sin proyecto.

Como parte del desarrollo del estudio se exponen los supuestos técnicos y económicos considerados para el análisis:

- El Horizonte de evaluación es de 31 años, considerando 1 años de construcción y 30 años de operación.
- La tasa anual de crecimiento del tránsito obtenida es de 1.5%.
- La Tasa social de descuento es del 10% utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP a partir del 16 de enero de 2014.
- Se consideran precios constantes de 2023 a lo largo del horizonte de evaluación, debido a que se está realizando un análisis en términos reales.

La evaluación del presente proyecto se basa en el costo que tiene cada vehículo de la red vial relevante identificada. El costo marginal privado (CMgP) representa el costo para un individuo de transitar por un determinado tramo, mientras que el costo marginal social (CMgS) representa el costo que tiene para la sociedad el hecho de que se incorpore la vialidad ese vehículo adicional. A medida que se realizan más viajes para unidad de tiempo en una ruta, el CGV también se incrementa. Por lo tanto, la disminución del CGV en la red vial relevante debido a los vehículos que se desvían al nuevo tramo en la situación con proyecto se consideran un beneficio por ahorro de CGV en los vehículos que no modifican su ruta con la introducción del proyecto. Los vehículos que modifican su ruta con la introducción del proyecto. Los vehículos que modifican su ruta y transitan por el nuevo tramo experimentan CGV diferentes en la situación con proyecto respecto a la situación sin proyecto, los cuales deben ser comparados con la situación sin proyecto y el proyecto de manera independiente para cuantificar los ahorros o costos adicionales pro CGV de los vehículos que modifican su ruta para no subestimar o sobreestimar los beneficios netos del proyecto. Este punto justifica la cantidad de usuarios que recurren a la vía alternativa del proyecto dentro de la zona de influencia.

De no realizarse el proyecto, en los próximos años del horizonte de análisis, el aforo vehicular crecería al menos al 1.50% anual, lo que implica que las detenciones generarían mayores demoras.

Con estas consideraciones, se espera que los costos por pérdida de tiempo de las personas, así como de operación vehicular se incrementen y, por tanto, las emisiones de contaminantes y la inseguridad empeorarían a lo largo del horizonte de análisis.

Los precios se manejan a pesos constantes del 2023 y para la determinación de los indicadores de rentabilidad se considera una tasa social de descuento del 10%.

## a) Optimizaciones

Considerando medidas administrativas y de bajo costo que mejoren las condiciones actuales de la vialidad del Malecón del Río se define en la optimización la mejora de la superficie de rodamiento en puntos con mayor afectación que incluye, la construcción de la sobrecarpeta asfáltica, calafateo de fisuras, renivelaciones aisladas, riego de taponamiento y trabajos para la rehabilitación del señalamiento operativo, que contempla sustituir el señalamiento vertical y repintar el señalamiento horizontal, es decir, rehabilitación del señalamiento operativo incluyendo 113 piezas de señalamiento vertical y 7,830 m de pintura señalamiento horizontal para las zonas que requieran; sin embargo, con estas acciones se mejora solamente el estado superficial de la vialidad y se conservarían los problemas operacionales, teniendo aun su efecto en bajas velocidades de operación, altos costos generalizados de viaje y tiempos de recorrido.

Tabla 19. Optimizaciones

Tramos	Acciones por realizar	Costo
MODERNIZACIÓN DEL MALECÓN DEL RÍO EN LEÓN	Mejoras en la superficie de rodamiento mediante una sobrecarpeta asfáltica para el Tramo 4 y Tramo 5B y reparación de superficie de concreto hidráulico para los Tramos 1 2A, 2B, 2C, 3 y 5ª.	\$8,500,000.00
	Rehabilitación del señalamiento operativo	\$1,200,000.00
	IVA	\$1,552,000.00
	<b>Monto total de las medidas de optimización</b>	<b>\$11,252,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia, Año 2023.

Las medidas de optimización tienen un valor de \$11,252,000.00 con I.V.A. es decir un 6.18% respecto al monto total del proyecto. Este monto es inferior al 10% permitido para realizar las mejoras de baja inversión. Con estas medidas se espera que se mejoren marginalmente las velocidades de recorrido de los vehículos. De esta forma, se espera un incremento en las velocidades tanto en horas de alta demanda como en baja demanda. Sin embargo, estas medidas no son suficientes para el correcto funcionamiento de la vialidad, debido a que debe ofrecer continuidad, comodidad, seguridad a los usuarios, lo cual no se logra en la situación actual optimizada.

## b) Análisis de la Oferta

La Tabla 20 muestra las características de la oferta en la situación sin proyecto para cada tramo analizado.

Tabla 20. Datos de la oferta actual sin proyecto (optimizada)

Tramo	Tramo 1	Tramo 2			Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	
		A	B	C			A	B
Longitud (m)	330	250	600	190	415	540	470	180
Tipo de vía	Interbarrio							
Número de carriles	1 de 3.5m	2 de 3.5m	2 de 3.5m	1 de 3.5m	2 de 3.5m	3 de 3.5m	1 de 3.5m	2 de 3.5m
Ancho de banquetas (m)	-	-	-	-	-	2.00 (Vialidad Superior)	-	-
Ancho de acotamiento (m)	1	-	Variable (0.60 a 1.80)	Variable (0.60 a 1.80)	-	-	1.0	-
Ancho de Corona (m)	4.5	7.0	Variable Max: 8.8	Variable Max: 5.3	7.0	10.5	4.5	7.0
Espacio aledaño a la Calzada (m)	Variable (0.5 a 6.0)	Variable (0.5 a 3.5)	Variable (0.5 a 1.7)	Variable (1.5 a 4.1)	Variable (1.5 a 2.4)	Variable (0.6 a 1.2)	Variable (1.0 a 4.9)	Variable (1.5 a 3.5)
Ancho de Sección (m)	Variable Max: 10.5	Variable Max: 10.5	Variable Max: 10.5	Variable Max: 9.4	Variable Max: 9.4	Variable Max: 13.7	Variable Max: 9.4	Variable Max: 10.5
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano
Índice rugosidad (IRI, m/km)	2.5	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0
Estado de Conservación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Pavimento	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Asfalto	Hidráulico	Asfalto
Velocidad permisible (km/h)	60	60	60	60	60	60	60	60
Alumbrado	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)	Si (Insuficiente)
Semáforos	No	No	No	No	No	No	No	No
Estado de señalamiento horizontal y vertical	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito y proyecto ejecutivo.

## c) Análisis de la demanda

Para la situación sin proyecto, la demanda presenta las mismas características en el TDPA y la composición vehicular, solo difiere en las velocidades con y sin congestión.

La demanda en la situación optimizada se muestra desde la Tabla 21.

Tabla 21. Demanda en la situación optimizada

Descripción	Tramo 1	Tramo 2			Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	
		A	B	C			A	B
	Bldv. Vicente Valtierra – Bldv. Miguel Hidalgo	Bldv. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo	Calle 5 de mayo - Gutiérrez Nájera	Gutiérrez Nájera - Calle República	Calle República – Bldv. López Mateos	Bldv. López Mateos – Calzada de los Héroes	Calzada de los Héroes – Miguel B. Jiménez	Miguel B. Jiménez – Wagner
Longitud (km)	0.33	0.25	0.6	0.19	0.415	0.54	0.47	0.18
Velocidad con congestión (km/hr)	32.44	25.00	20.00	16.00	32.09	33.61	32.00	40.00
Velocidad sin congestión (km/hr)	43.20	53.05	50.10	50.00	41.82	40.54	34.22	42.00
TDPA total*	31,756	34,872	21,460	21,460	36,212	42,815	29,022	36,492
TDPA con congestión	16,851	18,504	11,387	11,387	19,215	22,719	15,400	19,363
TDPA sin congestión	14,905	16,368	10,073	10,073	16,997	20,096	13,622	17,129
A %	100	100	100	100	100	94	100	96
B%	0	0	0	0	0	0	0	1
C%	0	0	0	0	0	6	0	3

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Tabla 22 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación sin el PPI

Año	Tramo 1		Tramo 2						Tramo 3	
	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	A		B		C		TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión
			TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión		
0	16,851	14,905	18,504	16,368	11,387	10,073	11,387	10,073	19,215	16,997
1	17,104	15,129	18,782	16,613	11,558	10,224	11,558	10,224	19,503	17,252
2	17,360	15,356	19,064	16,863	11,731	10,377	11,731	10,377	19,796	17,511
3	17,621	15,586	19,350	17,116	11,907	10,533	11,907	10,533	20,093	17,774
4	17,885	15,820	19,640	17,372	12,086	10,691	12,086	10,691	20,394	18,040
5	18,153	16,057	19,935	17,633	12,267	10,851	12,267	10,851	20,700	18,311
6	18,426	16,298	20,234	17,897	12,451	11,014	12,451	11,014	21,010	18,585
7	18,702	16,543	20,537	18,166	12,638	11,179	12,638	11,179	21,326	18,864
8	18,983	16,791	20,845	18,438	12,828	11,347	12,828	11,347	21,646	19,147
9	19,267	17,043	21,158	18,715	13,020	11,517	13,020	11,517	21,970	19,434
10	19,556	17,298	21,475	18,996	13,215	11,690	13,215	11,690	22,300	19,726
11	19,850	17,558	21,797	19,281	13,414	11,865	13,414	11,865	22,634	20,022
12	20,147	17,821	22,124	19,570	13,615	12,043	13,615	12,043	22,974	20,322
13	20,450	18,088	22,456	19,863	13,819	12,224	13,819	12,224	23,318	20,627
14	20,756	18,360	22,793	20,161	14,026	12,407	14,026	12,407	23,668	20,936
15	21,068	18,635	23,135	20,464	14,237	12,593	14,237	12,593	24,023	21,250
16	21,384	18,915	23,482	20,771	14,450	12,782	14,450	12,782	24,384	21,569

17	21,704	19,198	23,834	21,082	14,667	12,974	14,667	12,974	24,749	21,893
18	22,030	19,486	24,192	21,398	14,887	13,169	14,887	13,169	25,121	22,221
19	22,360	19,779	24,555	21,719	15,110	13,366	15,110	13,366	25,497	22,554
20	22,696	20,075	24,923	22,045	15,337	13,567	15,337	13,567	25,880	22,893
21	23,036	20,376	25,297	22,376	15,567	13,770	15,567	13,770	26,268	23,236
22	23,382	20,682	25,676	22,711	15,801	13,977	15,801	13,977	26,662	23,585
23	23,733	20,992	26,061	23,052	16,038	14,186	16,038	14,186	27,062	23,938
24	24,089	21,307	26,452	23,398	16,278	14,399	16,278	14,399	27,468	24,298
25	24,450	21,627	26,849	23,749	16,522	14,615	16,522	14,615	27,880	24,662
26	24,817	21,951	27,252	24,105	16,770	14,834	16,770	14,834	28,298	25,032
27	25,189	22,280	27,660	24,467	17,022	15,057	17,022	15,057	28,723	25,407
28	25,567	22,615	28,075	24,834	17,277	15,283	17,277	15,283	29,153	25,789
29	25,950	22,954	28,497	25,206	17,536	15,512	17,536	15,512	29,591	26,175
30	26,340	23,298	28,924	25,584	17,799	15,745	17,799	15,745	30,035	26,568

Año	Tramo 4		Tramo 5			
			A		B	
	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA	TDPA
	Con Congestión	Sin Congestión	Con Congestión	Sin Congestión	Con Congestión	Sin Congestión
0	22,719	20,096	15,400	13,622	19,363	17,129
1	23,060	20,397	15,631	13,827	19,654	17,386
2	23,405	20,703	15,865	14,034	19,948	17,647
3	23,757	21,014	16,103	14,245	20,248	17,912
4	24,113	21,329	16,345	14,458	20,551	18,180
5	24,475	21,649	16,590	14,675	20,860	18,453
6	24,842	21,974	16,839	14,895	21,173	18,730
7	25,214	22,303	17,091	15,119	21,490	19,011
8	25,592	22,638	17,348	15,345	21,812	19,296
9	25,976	22,978	17,608	15,576	22,140	19,585
10	26,366	23,322	17,872	15,809	22,472	19,879
11	26,762	23,672	18,140	16,046	22,809	20,177
12	27,163	24,027	18,412	16,287	23,151	20,480
13	27,570	24,388	18,688	16,531	23,498	20,787
14	27,984	24,753	18,969	16,779	23,851	21,099
15	28,404	25,125	19,253	17,031	24,208	21,415
16	28,830	25,502	19,542	17,287	24,572	21,737
17	29,262	25,884	19,835	17,546	24,940	22,063
18	29,701	26,272	20,132	17,809	25,314	22,394
19	30,147	26,666	20,434	18,076	25,694	22,730
20	30,599	27,066	20,741	18,347	26,079	23,070
21	31,058	27,472	21,052	18,622	26,471	23,417
22	31,524	27,884	21,368	18,902	26,868	23,768
23	31,997	28,303	21,688	19,185	27,271	24,124
24	32,477	28,727	22,014	19,473	27,680	24,486
25	32,964	29,158	22,344	19,765	28,095	24,853
26	33,458	29,596	22,679	20,062	28,516	25,226
27	33,960	30,039	23,019	20,363	28,944	25,605
28	34,469	30,490	23,365	20,668	29,378	25,989
29	34,986	30,947	23,715	20,978	29,819	26,379
30	35,511	31,412	24,071	21,293	30,266	26,774

Fuente: Elaboración propia, Año 2023.

## d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Aunque se consideran mejoras en el IRI y en las velocidades, los cambios son marginalmente pequeños. En la Tabla 23 se muestran las velocidades y los niveles de servicio de acuerdo con la demora promedio por vehículo para cada año del horizonte de evaluación, considerando la misma metodología para la interacción oferta demanda en la situación actual.

Tabla 23. Niveles de servicio y velocidades en la situación sin proyecto

Malecón del Río Situación sin Proyecto								
Año	Tramo 1				Tramo 2 <sup>a</sup>			
	TDPA	Vel con Congestión	Vel sin Congestión	N.S.	TDPA	Vel con Congestión	Vel sin Congestión	N.S.
0	31,756	32.44	43.20	C	34,872	25.00	53.05	D
1	32,233	31.99	42.74	C	35,395	24.57	52.36	D
2	32,716	31.53	42.27	C	35,926	24.12	51.66	D
3	33,207	31.06	41.79	C	36,465	23.67	50.95	D
4	33,705	30.58	41.31	C	37,012	23.21	50.21	D
5	34,211	30.10	40.81	C	37,567	22.74	49.47	D
6	34,724	29.60	40.30	C	38,131	22.25	48.71	D
7	35,245	29.09	39.79	C	38,703	21.76	47.93	E
8	35,773	28.57	39.26	C	39,283	21.25	47.13	E
9	36,310	28.04	38.72	C	39,873	20.74	46.32	E
10	36,854	27.50	38.17	D	40,471	20.21	45.49	E
11	37,407	26.94	37.61	D	41,078	19.67	44.65	E
12	37,968	26.38	37.04	D	41,694	19.12	43.78	E
13	38,538	25.80	36.45	D	42,319	18.55	42.90	E
14	39,116	25.21	35.85	D	42,954	17.97	42.00	E
15	39,703	24.60	35.24	D	43,599	17.38	41.07	E
16	40,298	23.99	34.62	D	44,253	16.78	40.13	F
17	40,903	23.35	33.98	D	44,916	16.16	39.17	F
18	41,516	22.71	33.33	D	45,590	15.52	38.18	F
19	42,139	22.05	32.67	D	46,274	14.87	37.17	F
20	42,771	21.37	31.99	E	46,968	14.21	36.14	F
21	43,413	20.68	31.29	E	47,673	13.53	35.09	F
22	44,064	19.97	30.58	E	48,388	12.83	34.01	F
23	44,725	19.24	29.86	E	49,113	12.11	32.90	F
24	45,396	18.50	29.12	E	49,850	11.38	31.77	F
25	46,077	17.74	28.36	E	50,598	10.63	30.62	F
26	46,768	16.96	27.58	F	51,357	10.00	29.43	F
27	47,469	16.17	26.79	F	52,127	10.00	28.22	F
28	48,181	15.35	25.98	F	52,909	10.00	26.98	F
29	48,904	14.51	25.15	F	53,703	10.00	25.71	F
30	49,638	13.66	24.30	F	54,508	10.00	24.40	F
Año	Tramo 2B				Tramo 2C			
	TDPA	Vel con Congestión	Vel sin Congestión	N.S.	TDPA	Vel con Congestión	Vel sin Congestión	N.S.
0	21,460	20.00	50.10	E	21,460	16.00	50.00	F
1	21,782	19.87	49.83	E	21,782	15.90	49.73	F
2	22,109	19.73	49.56	E	22,109	15.79	49.46	F
3	22,440	19.60	49.29	E	22,440	15.68	49.19	F
4	22,777	19.46	49.01	E	22,777	15.57	48.91	F
5	23,119	19.32	48.72	E	23,119	15.46	48.62	F
6	23,465	19.18	48.43	E	23,465	15.35	48.33	F
7	23,817	19.04	48.13	E	23,817	15.23	48.03	F
8	24,175	18.89	47.83	E	24,175	15.11	47.73	F
9	24,537	18.74	47.52	E	24,537	14.99	47.42	F
10	24,905	18.58	47.21	E	24,905	14.87	47.11	F
11	25,279	18.43	46.89	E	25,279	14.75	46.79	F
12	25,658	18.27	46.56	E	25,658	14.62	46.47	F

13	26,043	18.11	46.23	E	26,043	14.49	46.14	F
14	26,434	17.94	45.89	E	26,434	14.36	45.80	F
15	26,830	17.77	45.55	E	26,830	14.22	45.45	F
16	27,233	17.60	45.19	E	27,233	14.08	45.10	F
17	27,641	17.42	44.84	E	27,641	13.94	44.75	F
18	28,056	17.24	44.47	E	28,056	13.80	44.38	F
19	28,477	17.06	44.10	E	28,477	13.65	44.01	F
20	28,904	16.88	43.72	F	28,904	13.50	43.63	F
21	29,337	16.69	43.34	F	29,337	13.35	43.25	F
22	29,777	16.49	42.94	F	29,777	13.20	42.86	F
23	30,224	16.29	42.54	F	30,224	13.04	42.45	F
24	30,677	16.09	42.13	F	30,677	12.88	42.05	F
25	31,137	15.89	41.71	F	31,137	12.71	41.63	F
26	31,605	15.68	41.29	F	31,605	12.54	41.20	F
27	32,079	15.46	40.85	F	32,079	12.37	40.77	F
28	32,560	15.24	40.41	F	32,560	12.20	40.33	F
29	33,048	15.02	39.96	F	33,048	12.02	39.88	F
30	33,544	14.79	39.50	F	33,544	11.84	39.42	F
<b>Tramo 3</b>								
<b>Año</b>	<b>TDPA</b>	<b>Vel con Congestión</b>	<b>Vel sin Congestión</b>	<b>N.S.</b>	<b>TDPA</b>	<b>Vel con Congestión</b>	<b>Vel sin Congestión</b>	<b>N.S.</b>
0	36,212	32.09	41.82	C	42,815	33.61	40.54	C
1	36,755	31.47	41.23	C	43,457	33.31	40.24	C
2	37,307	30.84	40.63	C	44,109	33.00	39.93	C
3	37,866	30.20	40.01	C	44,770	32.69	39.62	C
4	38,434	29.54	39.38	C	45,442	32.38	39.31	C
5	39,011	28.87	38.74	C	46,124	32.06	38.99	C
6	39,596	28.18	38.09	C	46,815	31.73	38.67	C
7	40,190	27.48	37.42	D	47,518	31.41	38.34	C
8	40,793	26.76	36.73	D	48,230	31.07	38.00	C
9	41,405	26.03	36.04	D	48,954	30.73	37.66	C
10	42,026	25.28	35.32	D	49,688	30.39	37.32	C
11	42,656	24.51	34.59	D	50,434	30.04	36.97	C
12	43,296	23.72	33.85	D	51,190	29.68	36.62	C
13	43,945	22.92	33.09	D	51,958	29.33	36.26	C
14	44,605	22.10	32.31	D	52,737	28.96	35.89	C
15	45,274	21.25	31.51	E	53,528	28.59	35.52	C
16	45,953	20.39	30.70	E	54,331	28.21	35.15	C
17	46,642	19.51	29.87	E	55,146	27.83	34.77	D
18	47,342	18.60	29.01	E	55,973	27.45	34.38	D
19	48,052	17.68	28.14	E	56,813	27.05	33.99	D
20	48,773	16.73	27.25	F	57,665	26.65	33.59	D
21	49,504	15.75	26.34	F	58,530	26.25	33.18	D
22	50,247	14.76	25.41	F	59,408	25.84	32.77	D
23	51,000	13.74	24.45	F	60,299	25.42	32.36	D
24	51,765	12.69	23.48	F	61,204	25.00	31.94	D
25	52,542	11.61	22.47	F	62,122	24.57	31.51	D
26	53,330	10.51	21.45	F	63,054	24.13	31.07	D
27	54,130	10.00	20.40	F	63,999	23.69	30.63	D
28	54,942	10.00	19.32	F	64,959	23.24	30.18	D
29	55,766	10.00	18.22	F	65,934	22.79	29.73	D
30	56,603	10.00	17.09	F	66,923	22.32	29.26	D
<b>Tramo 5ª</b>								
<b>Año</b>	<b>TDPA</b>	<b>Vel con Congestión</b>	<b>Vel sin Congestión</b>	<b>N.S.</b>	<b>TDPA</b>	<b>Vel con Congestión</b>	<b>Vel sin Congestión</b>	<b>N.S.</b>
0	29,022	32.00	34.22	C	36,492	40.00	42.00	B
1	29,457	31.64	33.92	C	37,040	39.13	41.34	B
2	29,899	31.27	33.60	C	37,595	38.25	40.67	C
3	30,348	30.89	33.29	C	38,159	37.34	39.99	C
4	30,803	30.50	32.97	C	38,732	36.42	39.29	C
5	31,265	30.11	32.64	C	39,313	35.47	38.57	C

6	31,734	29.71	32.30	C	39,902	34.50	37.84	C
7	32,210	29.30	31.96	C	40,501	33.51	37.10	C
8	32,693	28.88	31.61	C	41,108	32.50	36.33	C
9	33,183	28.45	31.25	C	41,725	31.46	35.56	C
10	33,681	28.01	30.89	C	42,351	30.40	34.76	C
11	34,186	27.57	30.52	D	42,986	29.32	33.95	C
12	34,699	27.11	30.14	D	43,631	28.21	33.11	C
13	35,220	26.65	29.75	D	44,285	27.07	32.26	D
14	35,748	26.17	29.36	D	44,950	25.91	31.39	D
15	36,284	25.69	28.96	D	45,624	24.71	30.50	D
16	36,828	25.19	28.55	D	46,308	23.49	29.59	D
17	37,381	24.68	28.13	D	47,003	22.24	28.66	D
18	37,942	24.17	27.70	D	47,708	20.96	27.71	E
19	38,511	23.64	27.26	D	48,423	19.65	26.73	E
20	39,088	23.10	26.82	D	49,150	18.30	25.73	E
21	39,675	22.54	26.36	D	49,887	16.92	24.71	F
22	40,270	21.98	25.89	E	50,635	15.50	23.67	F
23	40,874	21.40	25.42	E	51,395	14.05	22.59	F
24	41,487	20.81	24.93	E	52,166	12.56	21.50	F
25	42,109	20.21	24.44	E	52,948	11.03	20.37	F
26	42,741	19.59	23.93	E	53,743	10.00	19.22	F
27	43,382	18.96	23.41	E	54,549	10.00	18.04	F
28	44,033	18.31	22.88	E	55,367	10.00	16.83	F
29	44,693	17.65	22.34	E	56,197	10.00	15.59	F
30	45,364	16.97	21.79	F	57,040	10.00	14.31	F

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

Respecto a las velocidades de operación para la determinación de los cálculos de los costos de operación, en el programa VOCMEX no es posible analizar velocidades menores de 10 km/hr, esto dado que sus parámetros de diseño están basados en el documento COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO, elaborado por la SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES y por el INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE, en este documento se analizan 7 tipos de vehículos para los tres tipos de terreno, plano, lomerío y montañoso y se cruza la velocidad de operación con el índice Internacional de Rugosidad y con ello se determina el índice de servicio y para los siete tipos de vehículo en todos los tipos de terreno ninguno reduce su velocidad a 10 km/hr, por ello, no es posible determinar costos de operación con una velocidad menor de 10 km/hr.

Tabla 24. CGV situación sin proyecto (optimizada)

Año	Tramo 1			Tramo 2					
	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)
0	27,047	11,858	38,905	23,636	10,898	34,534	37,127	19,214	56,341
1	27,599	12,189	39,788	24,136	11,242	35,378	37,766	19,624	57,390
2	28,168	12,535	40,702	24,652	11,604	36,257	38,419	20,045	58,464
3	28,755	12,896	41,651	25,187	11,986	37,173	39,085	20,478	59,564
4	29,362	13,274	42,635	25,741	12,390	38,130	39,766	20,925	60,691
5	29,988	13,670	43,658	26,314	12,817	39,131	40,460	21,385	61,845
6	30,637	14,085	44,721	26,909	13,269	40,178	41,170	21,859	63,028
7	31,307	14,521	45,828	27,526	13,748	41,275	41,894	22,347	64,241
8	32,002	14,979	46,981	28,168	14,259	42,427	42,634	22,851	65,485
9	32,721	15,462	48,183	28,835	14,802	43,637	43,391	23,371	66,762
10	33,467	15,970	49,438	29,529	15,383	44,912	44,164	23,907	68,071
11	34,242	16,508	50,750	30,252	16,005	46,258	44,954	24,461	69,415

12	35,046	17,076	52,122	31,007	16,673	47,680	45,762	25,034	70,795
13	35,882	17,678	53,560	31,794	17,392	49,186	46,588	25,626	72,213
14	36,752	18,317	55,069	32,617	18,169	50,785	47,433	26,238	73,670
15	37,658	18,997	56,655	33,477	19,010	52,488	48,297	26,871	75,168
16	38,601	19,722	58,323	34,379	19,926	54,305	49,182	27,527	76,709
17	39,586	20,496	60,082	35,324	20,925	56,249	50,087	28,206	78,294
18	40,614	21,326	61,939	36,317	22,021	58,338	51,014	28,911	79,925
19	41,688	22,216	63,904	37,360	23,230	60,589	51,964	29,641	81,605
20	42,811	23,175	65,987	38,457	24,569	63,026	52,936	30,400	83,336
21	43,987	24,212	68,199	39,614	26,063	65,677	53,933	31,188	85,121
22	45,220	25,336	70,556	40,834	27,740	68,574	54,954	32,007	86,961
23	46,514	26,558	73,072	42,123	29,638	71,761	56,001	32,859	88,860
24	47,873	27,895	75,767	43,486	31,807	75,292	57,075	33,747	90,822
25	49,301	29,362	78,663	44,930	34,309	79,239	58,177	34,671	92,848
26	50,804	30,981	81,785	45,945	36,830	82,775	59,307	35,636	94,943
27	52,389	32,777	85,166	46,985	37,754	84,739	60,468	36,643	97,111
28	54,060	34,784	88,844	48,077	38,741	86,818	61,660	37,695	99,355
29	55,825	37,042	92,866	49,226	39,802	89,028	62,885	38,796	101,680
30	57,691	39,604	97,294	50,437	40,951	91,388	64,143	39,948	104,091
Año	Tramo 2			Tramo 3			Tramo 4		
	C			COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)
	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)						
0	12,373	7,212	19,585	39,096	17,340	56,436	67,972	28,842	96,814
1	12,584	7,366	19,950	39,978	17,908	57,885	69,212	29,515	98,727
2	12,799	7,524	20,323	40,894	18,506	59,400	70,480	30,211	100,691
3	13,018	7,687	20,706	41,847	19,139	60,986	71,778	30,929	102,707
4	13,242	7,855	21,098	42,839	19,809	62,648	73,108	31,670	104,778
5	13,471	8,029	21,499	43,872	20,520	64,393	74,469	32,436	106,905
6	13,704	8,207	21,911	44,951	21,276	66,227	75,864	33,229	109,092
7	13,942	8,391	22,332	46,076	22,082	68,158	77,293	34,048	111,341
8	14,185	8,580	22,765	47,253	22,941	70,195	78,757	34,896	113,653
9	14,433	8,776	23,209	48,485	23,862	72,346	80,258	35,774	116,032
10	14,686	8,978	23,664	49,774	24,849	74,624	81,798	36,683	118,481
11	14,945	9,187	24,132	51,127	25,912	77,039	83,376	37,626	121,002
12	15,209	9,403	24,612	52,547	27,060	79,607	84,996	38,603	123,600
13	15,479	9,626	25,105	54,040	28,302	82,343	86,659	39,617	126,276
14	15,755	9,856	25,611	55,611	29,653	85,265	88,365	40,670	129,036
15	16,038	10,095	26,132	57,267	31,128	88,395	90,118	41,764	131,882
16	16,326	10,342	26,668	59,013	32,745	91,758	91,918	42,901	134,819
17	16,621	10,598	27,220	60,857	34,527	95,385	93,768	44,084	137,851
18	16,923	10,864	27,787	62,808	36,502	99,310	95,669	45,315	140,984
19	17,232	11,139	28,372	64,874	38,703	103,577	97,623	46,597	144,221
20	17,549	11,426	28,974	67,064	41,176	108,240	99,634	47,934	147,568
21	17,872	11,723	29,595	69,389	43,975	113,364	101,702	49,329	151,031
22	18,204	12,032	30,236	71,861	47,174	119,035	103,831	50,785	154,616
23	18,543	12,354	30,897	74,492	50,870	125,362	106,022	52,307	158,329
24	18,891	12,689	31,580	77,296	55,196	132,492	108,279	53,899	162,178
25	19,247	13,038	32,285	80,289	60,339	140,628	110,605	55,565	166,170
26	19,613	13,402	33,015	82,986	66,570	149,556	113,002	57,312	170,314
27	19,988	13,783	33,770	84,976	71,032	156,009	115,473	59,144	174,617
28	20,372	14,180	34,552	87,063	73,312	160,375	118,022	61,069	179,091
29	20,766	14,596	35,363	89,255	75,825	165,080	120,652	63,093	183,744
30	21,171	15,032	36,203	91,561	78,625	170,186	123,367	65,223	188,590
Año	Tramo 5								
	A			B					
	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)	COV (miles de pesos)	Tiempo (miles de pesos)	CGV total (miles de pesos)			
0	37,213	17,179	54,392	17,752	7,560	25,312			

1	37,944	17,617	55,562	18,149	7,820	25,968
2	38,696	18,072	56,768	18,562	8,095	26,658
3	39,468	18,545	58,014	18,995	8,388	27,382
4	40,263	19,038	59,301	19,447	8,699	28,146
5	41,081	19,550	60,631	19,921	9,031	28,952
6	41,923	20,084	62,006	20,419	9,386	29,804
7	42,790	20,640	63,430	20,941	9,766	30,707
8	43,683	21,222	64,905	21,492	10,174	31,666
9	44,605	21,829	66,433	22,072	10,615	32,687
10	45,555	22,464	68,019	22,685	11,091	33,776
11	46,535	23,129	69,664	23,334	11,607	34,941
12	47,548	23,826	71,374	24,021	12,170	36,191
13	48,594	24,557	73,151	24,750	12,786	37,535
14	49,676	25,326	75,001	25,525	13,463	38,987
15	50,794	26,134	76,929	26,350	14,211	40,561
16	51,952	26,987	78,938	27,231	15,043	42,274
17	53,151	27,886	81,037	28,172	15,974	44,146
18	54,393	28,837	83,230	29,179	17,025	46,205
19	55,681	29,843	85,524	30,260	18,222	48,482
20	57,018	30,911	87,929	31,420	19,599	51,019
21	58,406	32,046	90,451	32,669	21,202	53,871
22	59,848	33,254	93,102	34,015	23,098	57,113
23	61,348	34,544	95,892	35,468	25,382	60,850
24	62,908	35,925	98,833	37,039	28,195	65,234
25	64,533	37,406	101,939	38,560	31,764	70,324
26	66,227	38,999	105,226	39,519	34,918	74,437
27	67,994	40,718	108,712	40,529	36,175	76,705
28	69,838	42,580	112,418	41,595	37,590	79,185
29	71,765	44,604	116,368	42,720	39,204	81,924
30	73,779	46,811	120,591	43,912	41,076	84,988

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

## e) Alternativas de Solución

De acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito para la solución del Malecón en el tramo de estudio del presente se analizaron varias posibilidades para diferentes tramos para el caso particular del tramo en el sentido aquí en análisis, se evaluó la posibilidad de hacer un carril de incorporación de la rampa de ingreso a la vialidad a flujo libre del lecho bajo, en lugar de tener dos carriles, para evitar el mantener dos carriles en ese tramo y mantener en operación la rampa de ingreso al lecho bajo, al norte de Blvd. Hidalgo, esto no fue posible debido a la demanda que se tiene en dicho tramo, se analizó el mantener la rampa que se cancela al norte de Blvd. Hidalgo y que se menciona aquí, construyendo un carril de incorporación como un tercer carril para mantener el flujo de los dos carriles, pero no hubo la suficiente distancia para lograr su correcta operación por lo que se decidió finalmente cancelarla.

También en el interés de buscar una mejor operación se modelo la posibilidad de ampliar el tramo entre la rampa de salida al sur de la Av. 5 de Mayo a la rampa al Norte de Puente República pero resultaba muy costosa y con afectaciones dado que implicaba mover el muro de contención de ese tramo hacia el lado Poniente con afectaciones para algunos casos de propiedad particular y así mantener los mismos carriles de operación en la vialidad superior, lo que se consideró inviable por parte de las autoridades.

Asimismo, para el tramo de Blvd. Adolfo López Mateos a Calzada se analizó la posibilidad de mantener la vialidad a flujo libre por el lecho bajo de Malecón pero había dos grandes inconvenientes, se tendría que mover el muro de contención en todo el tramo para poder lograr el mantener dos carriles con algunas afectaciones a propiedad de particulares en la vialidad superior y un problema ecológico por la gran cantidad de árboles que existen en ese tramo al momento, por lo que la autoridad decidió mantener la operación como existe en la actualidad.

Para el Tramo de Calzada al Parque de la Industria Leonesa se evaluó la posibilidad de construir una rampa de acceso a la vialidad a flujo libre en el lecho inferior de dos carriles, pero esto tenía las siguientes implicaciones: Uno se tenían limitaciones de espacio para poder hacer la rampa si tocar el canal auxiliar existente, dos, implicaba igual que para el tramo anteriormente descrito afectaciones a una gran cantidad de árboles, tres, reducía la capacidad de almacenamiento para el acceso norte de la intersección en el lecho superior con Calzada y esto provocaba un gran demérito en su operación, por lo que principalmente por esto la opción elegida presento mejoras, con un solo carril la afectación arbórea es menor, no se afecta al canal auxiliar, y se amplía la capacidad para el acceso norte de la intersección superior. Solo es indispensable mantener una velocidad de diseño mínima de 60 Km/hr que permita su correcta operación en la realidad. En el caso de la vialidad en el lecho bajo se modelo con uno y dos carriles sin problemas de espacio para ninguna de las dos, la que mejores resultados de operación obtuvo, de acuerdo con la Ingeniería de Transito fue la de dos carriles para el lecho bajo, considerando las modificaciones en la operación de la vialidad superior al sur de la intersección de Malecón con la Calle Tota Carbajal.

Debido a las restricciones a la geometría por el crecimiento de la urbanización que mantiene confinado el tramo de estudio, así como la restricción por el cuerpo de agua, se consideraron las siguientes alternativas con los mejores resultados:

#### **Alternativa 1**

El proyecto consiste en la intervención del Malecón del Río, específicamente en los siguientes tramos:

Es de importancia reiterar que se dividió en tres segmentos a intervenir, de los cuales existen segmentos sin intervención, a continuación, se describen dichos tramos.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).

- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. **Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto hidráulico**, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, **con concreto hidráulico** de los siguientes tramos:

- **Tramo 2C** del cadenamamiento 20+000 al cadenamamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°), con una longitud de 140 metros.
- **Tramo 2D** del cadenamamiento 20+140 al cadenamamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°), con una longitud de 290 metros.
- **Tramo 3** del cadenamamiento 20+430 al cadenamamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°), con una longitud de 415 metros.
- **Tramo 4A** del cadenamamiento 20+845 al cadenamamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°), con una longitud de 140 metros.

Es de importancia aclarar que, en una longitud de 985 m (del cadenamamiento 20+000 al 20+985). Inicia pasando la calle Amado Nervo hasta aproximadamente 200 m después de la bifurcación con la calle Progreso. Con los siguientes alcances:

- Del cadenamamiento 20+000 al 20+140 reducción de un carril de 3.50 m de ancho con acotamientos en la margen derecha de 0.60 m a 1.20 m y en la izquierda de 0.60 m en una longitud de 140 m.
- Del cadenamamiento 20+090 (inicio del eje 21, coordenadas 21.126835°, -101.675889°) al 20+125 (inicio del eje 22, coordenadas 21.126562°, -101.675742°) en una longitud aproximada de 35.0 m rehabilitación con pavimento hidráulico de la vialidad superior en dos carriles de 3.30 m de ancho y con acotamiento en la margen izquierda con ancho variable de 0.16m a 0.90m.
- Posteriormente, comienza la construcción de 195 m de rampa del cadenamamiento 20+125 (coordenadas 21.126562°, -101.675742°) al 20+320 (coordenadas 21.125086°, -101.674802°, un carril de 3.10 m más acotamientos externos de 0.60m) para descender de vialidad superior (Eje 21) a vialidad inferior (Eje 20), la vialidad

superior, se reduce de 2 a 1 carril, cambiando su operación de la siguiente manera: en la actualidad el carril izquierdo opera como carril compartido de frente y acceso a la rampa de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, este carril en la actualidad se satura y las filas derraman de tal forma que impiden el ingreso a la vialidad inferior, en la situación con proyecto el carril izquierdo queda dedicado para los vehículos de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, el carril derecho existente queda operando de la misma manera en la que opera en la actualidad. La operación del carril derecho de manera exclusiva ocurre en una longitud de 150 m junto con la adecuación de la banqueta y ciclovia (del cadenamiento 20+125 al 20+275), el carril derecho queda con un ancho variable de 3.05 m a 3.14 m con pavimento de concreto hidráulico, y disminución de ancho a Variable de 1.20m a 1.43m en banqueta y ciclovia de 1.20 m. Es de importancia mencionar que se alarga la rampa, en el mejor lugar posible con la sección disponible sin generar afectaciones, no tiene embotellamientos que impliquen que la vialidad superior se congestione por el hecho del carril en operación exclusiva. Asimismo, a unos metros más adelante se reincorporan a dos carriles y se pueden almacenar muchos más vehículos que en la actualidad, donde se llegan a congestionar de tal forma que tapan la rampa de bajada.

- Adecuación en 600 m de vialidad inferior (del cadenamiento 20+140 al 20+740) coordenadas 21.126557°, -101.675648° al 21.121737°, -101.672777°, 2 carriles de ancho variable de 3.25m a 3.50m y acotamiento izquierdo de 0.60 y derecho de ancho variable de 0.60m a 1.80m.
- Adecuación de rampa para incorporar a vialidad superior en una longitud de 220 m del cadenamiento 20+740 al 20+960 (2 carriles de circulación de 3.50 m de ancho y acotamientos de 0.6 de ambos lados, adecuación a dos carriles de 3.50 m para realizar el empate con el cuerpo superior en una longitud de 25 m (del cadenamiento 20+960 al 20+985). Se incluye la ampliación de obra de drenaje menor (alcantarillado) en el cadenamiento 20+750 (coordenadas 21.121667°, -101.672737°), para el tercer carril localizado del lado derecho de sentido norte-sur se realizará el empate de pavimentos (concreto hidráulico) con el de proyecto.
- **Tramo 4B** del Fin del cadenamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°), con 210 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 4C** del cadenamiento 30+000 al cadenamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°), con una longitud de 113 metros.
- **Tramo 4D** del cadenamiento 30+113 al cadenamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°), con una longitud de 74 metros. **Sin intervención.**

- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°), con una longitud de 220 metros.
- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°), con una longitud de 490 metros.
- **Tramo 5C** del cadenamamiento 30+710 al cadenamamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°), con una longitud de 130 metros.

Con una longitud de 840 m de concreto hidráulico, con los siguientes alcances:

- Rehabilitación de 113 m de dos carriles de 3.27 m en el cuerpo superior a la altura de la calle Jardineros del km 30+000 (coordenadas 21.119310°, -101.669626°) al km 30+113 (coordenadas 21.118877°, -101.668675°) con el objetivo de empatar el concreto hidráulico con la rampa a intervenir, en donde el carril izquierdo de ancho variable de 3.39 m a 3.5 m que se separa para generar una rampa de descenso de 113 m que conecta con el cuerpo inferior en el km 30+220.
- La rampa descenso del cadenamamiento 30+113 al 30+220, pasando de un carril de 3.50 m a dos carriles de 3.50 m para conformar los carriles de la vialidad inferior y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m.
- Se continua con la ampliación del pavimento del cuerpo inferior del 30+220 en 300 m hasta el 30+520 (coordenadas 21.115893°, -101.666484°) a dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m;
- A partir del Km 30+520 comienza la ampliación de uno a dos carriles de la rampa de ascenso en una longitud de 190 m (dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m), para conectar con el cuerpo superior; concluyendo al 30+710 (coordenadas 21.114326°, -101.665687°) en la vialidad superior.
- En la vialidad superior se intervendrá con pavimento hidráulico, se realiza la reducción de dos a un carril de 3.50 m, con acotamiento de 0.6 m del lado izquierdo y se amplía la banqueta de 2.15 m a 4.15 m, en el tramo Km 30+520 al Km 30+710;
- Entre el km 30+710 y el km 30+840 se realiza la ampliación a tres carriles de 130 m de vialidad de concreto hidráulico de tres carriles de 3.14 m (Sección Tipo Q-Q) hasta la calle Wagner, así como la rehabilitación de 100 m del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral derecho de 3.50 m, con un ancho de acotamiento de 3.14m que forma la lateral en el parque a la Industria Leonesa con concreto hidráulico. **NOTA METODOLÓGICA:** Este último tramo no se considera en el análisis debido a que el volumen que transita en esta vialidad lateral no interfiere con el volumen vehicular del análisis general a lo largo del tramo del proyecto.

La inversión que se realizará en los tramos mencionados en el párrafo anterior considera: terracerías, estructuras, pavimentos de concreto hidráulico, banqueta, ciclovia, señalamiento horizontal y vertical, paisaje urbano, lavaderos pluviales, alcantarillado, agua potable, descargas domiciliarias, electrificación y alumbrado público.

El monto de inversión se estima en \$156.89 MDP sin IVA.

Se considera un horizonte de 31 años, considerando 1 para su construcción y 30 años de operación o vida útil.

En cuanto a costos de mantenimiento y conservación para la superficie en concreto hidráulico, se estimaron los correspondientes a:

- (i) mantenimiento normal, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;
- (ii) conservación rutinaria, que incluye sellado de grietas cada 5 años, con reparación de losas cada 10 años y limpieza de grietas e inyección de concreto con refuerzos de acero.

*Tabla 25 Monto total de la Alternativa 1*

Componente	Total
Terracerías	\$10,727,757.65
Estructuras	\$99,932,368.36
Pavimentos	\$34,596,902.52
Banquetas	\$561,709.37
Ciclo vías	\$175,407.35
Señalamiento Operativo	\$1,507,278.75
Paisaje Urbano	\$816,837.33
Lavaderos Pluviales	\$908,279.62
Alcantarillado	\$3,496,946.29
Agua Potable	\$2,541,038.11
Descargas Domiciliarias	\$934,331.76
Alumbrado y Electrificación	\$692,451.15
Subtotal	\$156,891,308.26

*Fuente: Dirección de Obra Pública*

## **Alternativa 2**

La alternativa 2 consiste en la intervención Malecón del Río, específicamente en los siguientes tramos:

Es de importancia reiterar que se dividió en tres segmentos a intervenir, de los cuales existen segmentos sin intervención, a continuación, se describen dichos tramos.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto asfáltico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).

- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto asfáltico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con **concreto asfáltico** de los siguientes tramos:

- **Tramo 2C** del cadenamamiento 20+000 al cadenamamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°), con una longitud de 140 metros.
- **Tramo 2D** del cadenamamiento 20+140 al cadenamamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°), con una longitud de 290 metros.
- **Tramo 3** del cadenamamiento 20+430 al cadenamamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°), con una longitud de 415 metros.
- **Tramo 4A** del cadenamamiento 20+845 al cadenamamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°), con una longitud de 140 metros.

Es de importancia aclarar que, en una longitud de 985 m (del cadenamamiento 20+000 al 20+985). Inicia pasando la calle Amado Nervo hasta aproximadamente 200 m después de la bifurcación con la calle Progreso. Con los siguientes alcances:

- Del cadenamamiento 20+000 al 20+140 reducción de un carril de 3.50 m de ancho con acotamientos en la margen derecha de 0.60 m a 1.20 m y en la izquierda de 0.60 m en una longitud de 140 m.
- Del cadenamamiento 20+090 (inicio del eje 21, coordenadas 21.126835°, -101.675889°) al 20+125 (inicio del eje 22, coordenadas 21.126562°, -101.675742°) en una longitud aproximada de 35.0 m rehabilitación con pavimento asfáltico de la vialidad superior en dos carriles de 3.30 m de ancho y con acotamiento en la margen izquierda con ancho variable de 0.16m a 0.90m.
- Posteriormente, comienza la construcción de 195 m de rampa del cadenamamiento 20+125 (coordenadas 21.126562°, -101.675742°) al 20+320 (coordenadas 21.125086°, -101.674802°, un carril de 3.10 m más acotamientos externos de 0.60m) para descender de vialidad superior (Eje 21) a vialidad inferior (Eje 20), la vialidad

superior, se reduce de 2 a 1 carril, cambiando su operación de la siguiente manera: en la actualidad el carril izquierdo opera como carril compartido de frente y acceso a la rampa de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, este carril en la actualidad se satura y las filas derraman de tal forma que impiden el ingreso a la vialidad inferior, en la situación con proyecto el carril izquierdo queda dedicado para los vehículos de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, el carril derecho existente queda operando de la misma manera en la que opera en la actualidad. La operación del carril derecho de manera exclusiva ocurre en una longitud de 150 m junto con la adecuación de la banqueta y ciclovía (del cadenamiento 20+125 al 20+275), el carril derecho queda con un ancho variable de 3.05 m a 3.14 m con pavimento de concreto asfáltico, y disminución de ancho a Variable de 1.20m a 1.43m en banqueta y ciclovía de 1.20 m. Es de importancia mencionar que se alarga la rampa, en el mejor lugar posible con la sección disponible sin generar afectaciones, no tiene embotellamientos que impliquen que la vialidad superior se congestione por el hecho del carril en operación exclusiva. Asimismo, a unos metros más adelante se reincorporan a dos carriles y se pueden almacenar muchos más vehículos que en la actualidad, donde se llegan a congestionar de tal forma que tapan la rampa de bajada.

- Adecuación en 600 m de vialidad inferior (del cadenamiento 20+140 al 20+740) coordenadas 21.126557°, -101.675648° al 21.121737°, -101.672777°, 2 carriles de ancho variable de 3.25m a 3.50m y acotamiento izquierdo de 0.60m y derecho de ancho variable de 0.60m a 1.80m.
  - Adecuación de rampa para incorporar a vialidad superior en una longitud de 220 m del cadenamiento 20+740 al 20+960 (2 carriles de circulación de 3.50 m de ancho y acotamientos de 0.6 de ambos lados, adecuación a dos carriles de 3.50 m para realizar el empate con el cuerpo superior en una longitud de 25 m (del cadenamiento 20+960 al 20+985). Se incluye la ampliación de obra de drenaje menor (alcantarillado) en el cadenamiento 20+750 (coordenadas 21.121667°, -101.672737°), para el tercer carril localizado del lado derecho de sentido norte-sur se realizará el empate de pavimentos (concreto asfáltico) con el de proyecto.
- **Tramo 4B** del Fin del cadenamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°), con 210 metros. **Sin intervención.**
  - **Tramo 4C** del cadenamiento 30+000 al cadenamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°), con una longitud de 113 metros.
  - **Tramo 4D** del cadenamiento 30+113 al cadenamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°), con una longitud de 74 metros. **Sin intervención.**

- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°), con una longitud de 220 metros.
- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°), con una longitud de 490 metros.
- **Tramo 5C** del cadenamamiento 30+710 al cadenamamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°), con una longitud de 130 metros.

Con una longitud de 840 m de **concreto asfáltico**, con los siguientes alcances:

- Rehabilitación de 113 m de dos carriles de 3.27 m en el cuerpo superior a la altura de la calle Jardineros del km 30+000 (coordenadas 21.119310°, -101.669626°) al km 30+113 (coordenadas 21.118877°, -101.668675°) con el objetivo de empatar el concreto asfáltico con la rampa a intervenir, en donde el carril izquierdo de ancho variable de 3.39 m a 3.5 m que se separa para generar una rampa de descenso de 113 m que conecta con el cuerpo inferior en el km 30+220.
- La rampa descenso del cadenamamiento 30+113 al 30+220, pasando de un carril de 3.50 m a dos carriles de 3.50 m para conformar los carriles de la vialidad inferior y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m.
- Se continua con la ampliación del pavimento del cuerpo inferior del 30+220 en 300 m hasta el 30+520 (coordenadas 21.115893°, -101.666484°) a dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m;
- A partir del Km 30+520 comienza la ampliación de uno a dos carriles de la rampa de ascenso en una longitud de 190 m (dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m), para conectar con el cuerpo superior; concluyendo al 30+710 (coordenadas 21.114326°, -101.665687°) en la vialidad superior.
- En la vialidad superior se intervendrá con pavimento asfáltico, se realiza la reducción de dos a un carril de 3.50 m, con acotamiento de 0.6 m del lado izquierdo y se amplía la banqueta de 2.15 m a 4.15 m, en el tramo Km 30+520 al Km 30+710;
- Entre el km 30+710 y el km 30+840 se realiza la ampliación a tres carriles de 130 m de vialidad de concreto asfáltico de tres carriles de 3.14 m (Sección Tipo Q-Q) hasta la calle Wagner, así como la rehabilitación de 100 m del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral derecho de 3.50 m, con un ancho de acotamiento de 3.14m que forma la lateral en el parque a la Industria Leonesa con concreto asfáltico. **NOTA METODOLÓGICA:** Este último tramo no se considera en el análisis debido a que el volumen que transita en esta vialidad lateral no interfiere con el volumen vehicular del análisis general a lo largo del tramo del proyecto.

La inversión que se realizará en los tramos mencionados en el párrafo anterior considera: terracerías, estructuras, pavimentos de concreto asfáltico, banqueta, ciclovía, señalamiento horizontal y vertical, paisaje urbano, lavaderos pluviales, alcantarillado, agua potable, descargas domiciliarias, electrificación y alumbrado público.

El monto de inversión se estima en \$152.06 MDP antes de IVA.

Se considera un horizonte de 16 años, considerando 1 para su construcción y 15 años de operación o vida útil.

Los costos de mantenimiento y conservación para la superficie de rodamiento en asfalto corresponden a lo siguiente:

(i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;

(ii) conservación periódica, que incluye bacheo general y riego de sello cada 4 años con una sobrecarpeta cada 8 años;

*Tabla 26 Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos) Alternativa 2*

Situación	Long. (km)	Rutinario	Riego de Sello cada 4 años	Sobrecarpeta cada 8 años	
Tramo 1	0.33	22	165	660	
Tramo 2	A	0.25	17	125	500
	B	0.36	24	180	720
	C	0.14	5	35	140
	D	0.29	20	145	580
Tramo 3	0.415	28	208	830	
Tramo 4	A	0.14	14	105	420
	B	0.21	21	158	630
	C	0.113	8	57	226
	D	0.074	5	37	148
Tramo 5	A	0.22	7	55	220
	B	0.49	33	245	980
	C	0.13	13	98	390

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

*Tabla 27 Monto total de la Alternativa 2*

Componente	Total
Terracerías	\$10,727,757.65
Estructuras	\$99,932,368.36
Pavimentos	\$29,773,773.62
Banquetas	\$561,709.37
Ciclovías	\$175,407.35
Señalamiento Operativo	\$1,507,278.75
Paisaje Urbano	\$816,837.33
Lavaderos Pluviales	\$908,279.62
Alcantarillado	\$3,496,946.29
Agua Potable	\$2,541,038.11
Descargas Domiciliarias	\$934,331.76
Alumbrado y Electrificación	\$692,451.15
Subtotal	\$152,068,179.36

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28 se muestran los costos de mantenimiento de las dos alternativas durante los 30 años de operación que se consideran para el cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE).

Tabla 28. Flujo de costos de mantenimiento de Ambas Alternativas

Año	Costos de mantenimiento	
	Alternativa 1	Alternativa 2
0	0	0
1	219	219
2	219	219
3	219	219
4	414	1,830
5	3,052	219
6	219	219
7	219	219
8	997	6,663
9	219	219
10	7,018	219
11	219	219
12	414	1,830
13	219	219
14	219	219
15	3,052	219
16	2,138	
17	219	
18	219	
19	219	
20	7,213	
21	219	
22	219	
23	219	
24	997	
25	3,052	
26	219	
27	219	
28	414	
29	219	
30	7,018	

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León.

Para la elección de la mejor alternativa se utilizó como indicador de rentabilidad el Costo Anual Equivalente (CAE), cuya fórmula es la siguiente:

$$CAE = VAC \quad y \quad VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Ct = costos totales en el año t

r = tasa social de descuento

t = año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones.

N = número de años del horizonte de evaluación.

El CAE de cada una de las alternativas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 29. Análisis de alternativas (miles de pesos)

Concepto	Alternativa 1	Alternativa 2
Tasa de Descuento	10.00%	10.00%
Horizonte de evaluación (años)	30	15
Inversión Inicial (sin IVA) (miles de \$)	156,891	152,068
Valor Actual de los Costos (miles de \$)	\$166,774	\$158,354
<b>Costo Anual Equivalente (miles de \$)</b>	<b>\$17,691</b>	<b>\$20,819</b>

En este sentido, las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas son las siguientes:

### **Alternativa 1**

Ventajas:

- Mayor vida útil.
- Menor periodicidad de mantenimiento.
- Mayor Durabilidad.
- Mas Reflectante.
- Mayor resistencia con el Tiempo.
- Mayor resistencia al Derrape.

Desventajas:

- Mayor inversión.

### **Alternativa 2**

Ventajas:

- Menor monto de inversión.

Desventajas:

- Menor Resistencia al Derrape
- Menor vida útil, por lo que se tiene que realizar una reconstrucción al año 16.
- Mayor periodicidad de mantenimiento (Perjudica más al Usuario).
- Mayor contaminación en su colocación.
- Menor Resistencia con el tiempo.
- Menos reflectante.
- Menor Durabilidad.

**Por estas consideraciones presentadas, se seleccionó la alternativa 1 Modernización del Malecón del Río en León, Guanajuato, considerando que es la que mayores ventajas sociales y económicas ofrece de acuerdo con el análisis realizado, dado que representa un menor CAE.**

## IV. Situación con el PPI

### a) Descripción General

El objetivo del proyecto que se presenta en este documento es mejorar la velocidad de operación y la seguridad de los usuarios sobre el Malecón del Río, así como dar mayor capacidad a la vialidad, mediante la ampliación de la sección vial, para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios.

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	<input checked="" type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura social	<input type="checkbox"/>
Proyecto de infraestructura gubernamental	<input type="checkbox"/>
Proyecto de inmuebles	<input type="checkbox"/>
Programa de adquisiciones	<input type="checkbox"/>
Programa de mantenimiento	<input type="checkbox"/>
Otros proyectos de inversión	<input type="checkbox"/>
Otros programas de inversión	<input type="checkbox"/>

La vialidad del Malecón del Río se ubica la ciudad de León, Gto, con un trazo de Norte a Sur atendiendo a flujo libre una demanda similar a la del Blvd. Adolfo López Mateos que es de las de mayor importancia en la ciudad, el Malecón del Río atiende la de decenas de miles de automovilistas diariamente mismos que se distribuyen en distintos puntos en la ciudad. El presente proyecto pretende mejorar las condiciones de tres segmentos de dicha vialidad en el sentido norte – sur, así, se llevará a cabo la intervención del trazo para mejorar las condiciones de operación y seguridad de la vía y por ende del usuario. Considerando que la vialidad opera a flujo libre se busca con estas mejoras incrementar la capacidad y por ende disminuir los tiempos de recorrido y la congestión, disminuyendo los costos de operación vehicular, las mejoras consisten en intervenir diferentes zonas con modificaciones de rampas, pavimentos, parapetos, muros de contención, etc., en todos los casos para la situación con proyecto se contempla pavimento de concreto hidráulico.

Es de importancia mencionar, como **NOTA METODOLÓGICA**, que la intervención de la vialidad inicia en las coordenadas (21.136468°, -101.679064°) que es el cadenamamiento 10+000, con la modificación del muro de contención de la rampa de bajada a la vialidad inferior, en la intención de generar un mayor espacio de operación para el usuario y generar seguridad y confianza en el mismo en el momento de integrarse al flujo de la vialidad baja, este tramo de inicio de la rampa hacia la vialidad inferior es de 50 metros, por lo que no se considera para los beneficios asociados a la evaluación en el entendido que dichos beneficios vienen de la unión de dos enlaces externos que se unen en el nodo de inicio de análisis del proyecto, lo que podría sobreestimar beneficios. Por ello la diferencia entre el inicio del análisis y el inicio real del proyecto es de aproximadamente 50 metros y existe una diferencia en las coordenadas.

Inicialmente el análisis para la Situación Actual y para la Situación con Proyecto se dividió en 5 tramos, en el desarrollo del análisis se tuvo la necesidad de Subtramificar dichos tramos para

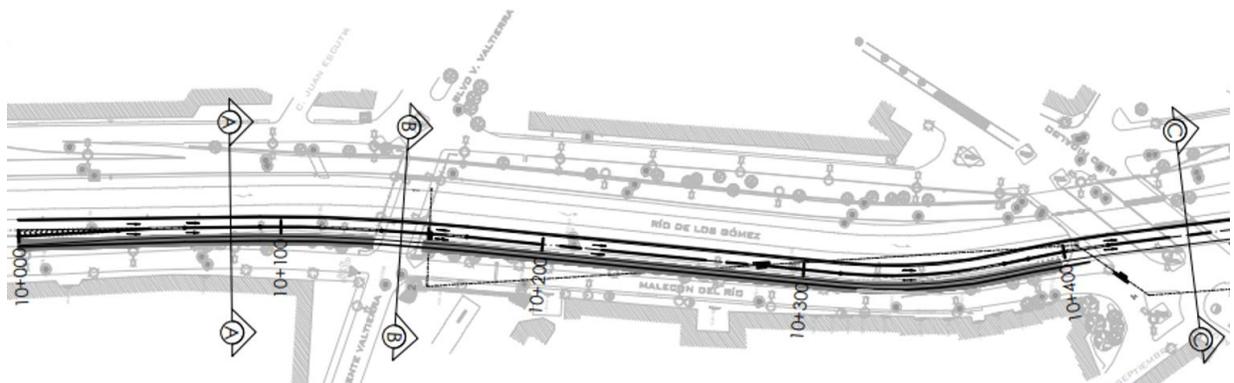
poder cumplir con las necesidades de Oferta y Demanda terminado en un total de 8 tramos para la Situación Actual y de 11 tramos para la Situación con Proyecto. La diferencia en la cantidad de tramos corresponde a que existen tramos intermedios en el tramo general que no son intervenidos y se quedan con las características originales de operación, para mayor detalle en la explicación y descripción de los tramos para cada situación se presentan las tablas Tabla 4 y Tabla 42 respectivamente dentro del presente documento. Por el momento solo se atiende el sentido Norte-Sur de la vialidad. En lo que respecta al final del tramo a intervenir como al principio, existe también una NOTA METODOLÓGICA de aclaración por una diferencia entre el tramo de análisis y el tramo de término del proyecto, el análisis del presente ACB finaliza en las coordenadas 21.113241°, -101.665168° en el cadenamamiento 30+840, dónde se termina la intervención de los pavimentos u obra civil, es preciso mencionar que el Proyecto Ejecutivo termina en las coordenadas 21.112981°, -101.665026 en el cadenamamiento 30+870; por lo que en el tramo que comprende de las coordenadas 21.113241°, -101.665168° al 21.112981°, -101.665026° solo se ejecutará el señalamiento horizontal y vertical, la cual no afecta las condiciones de circulación de los vehículos.

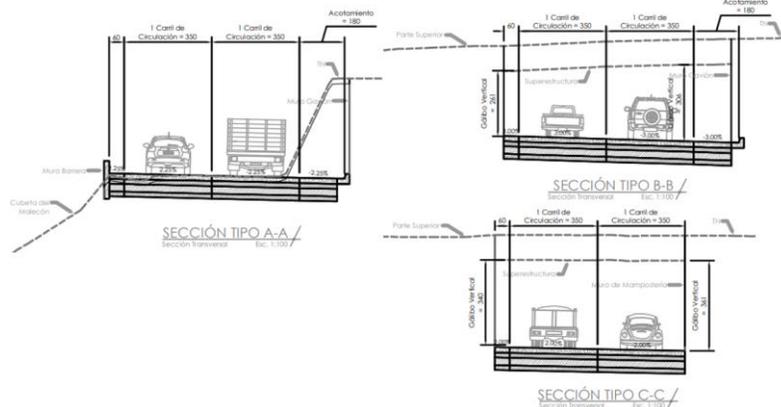
Es de importancia reiterar que se dividió en tres segmentos a intervenir, de los cuales existen segmentos sin intervención, a continuación, se describen dichos tramos.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).

Imagen 11. Secciones Tramo 1

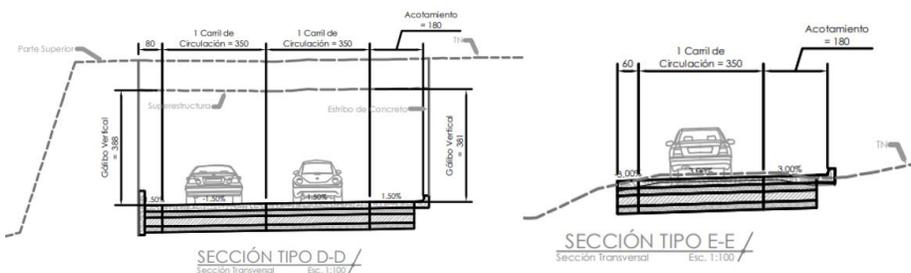
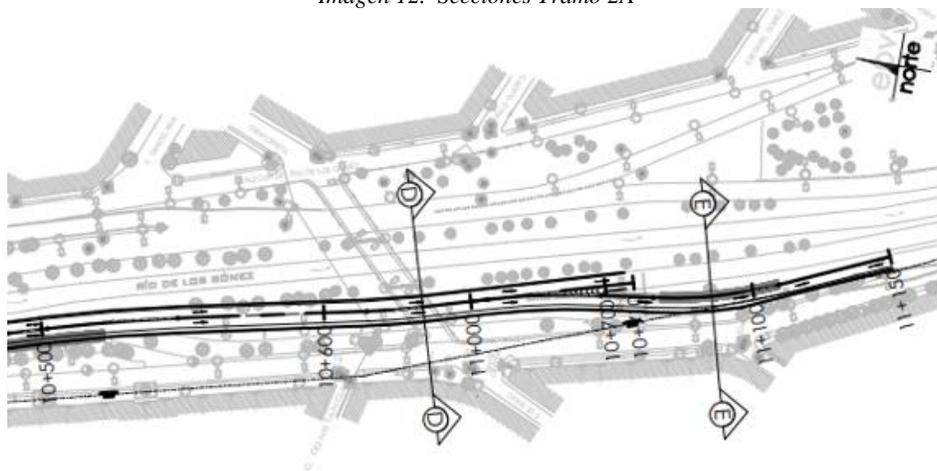




Fuente: Proyecto Geométrico

- Tramo 2A** del cadenamiento 10+380 al cadenamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto hidráulico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).

Imagen 12. Secciones Tramo 2A



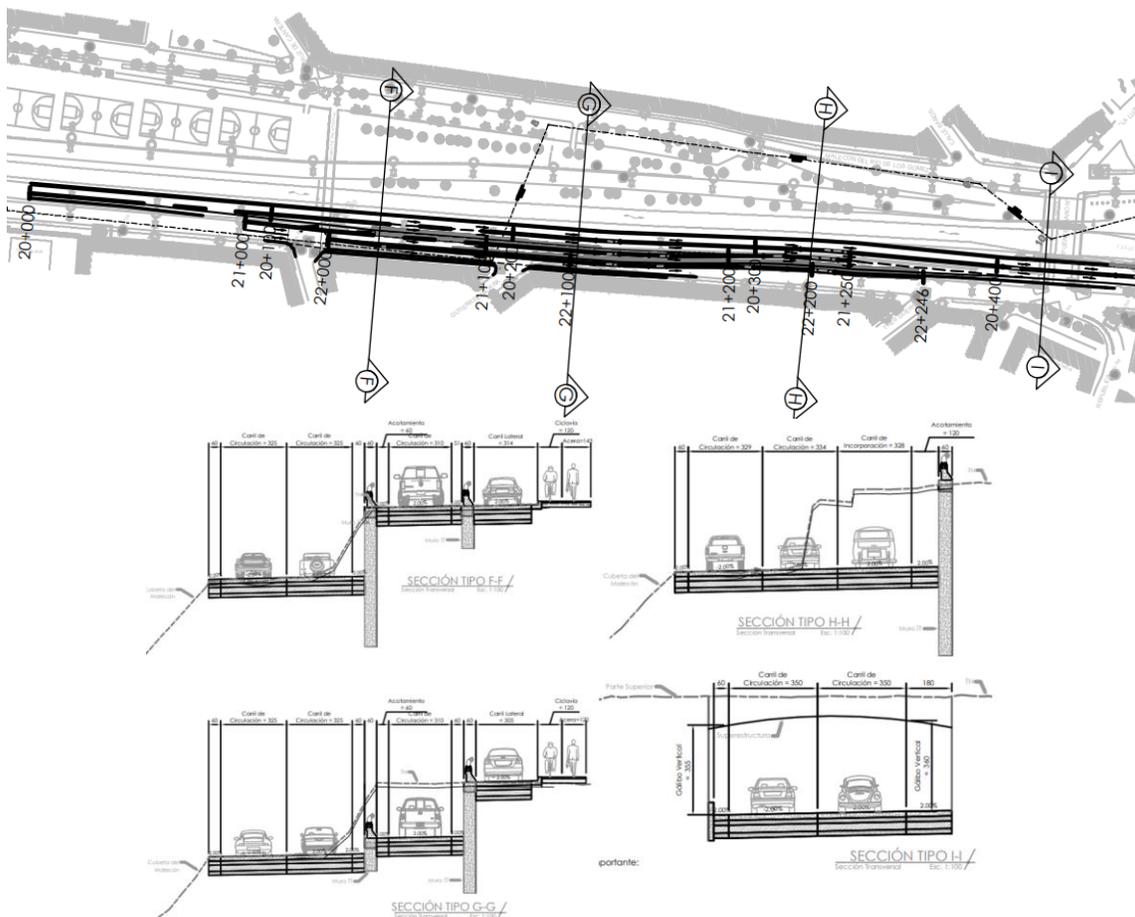
Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 2B** del Fin del cadenamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 2C** del cadenamiento 20+000 al cadenamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°), con una longitud de 140 metros.
- **Tramo 2D** del cadenamiento 20+140 al cadenamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°), con una longitud de 290 metros.

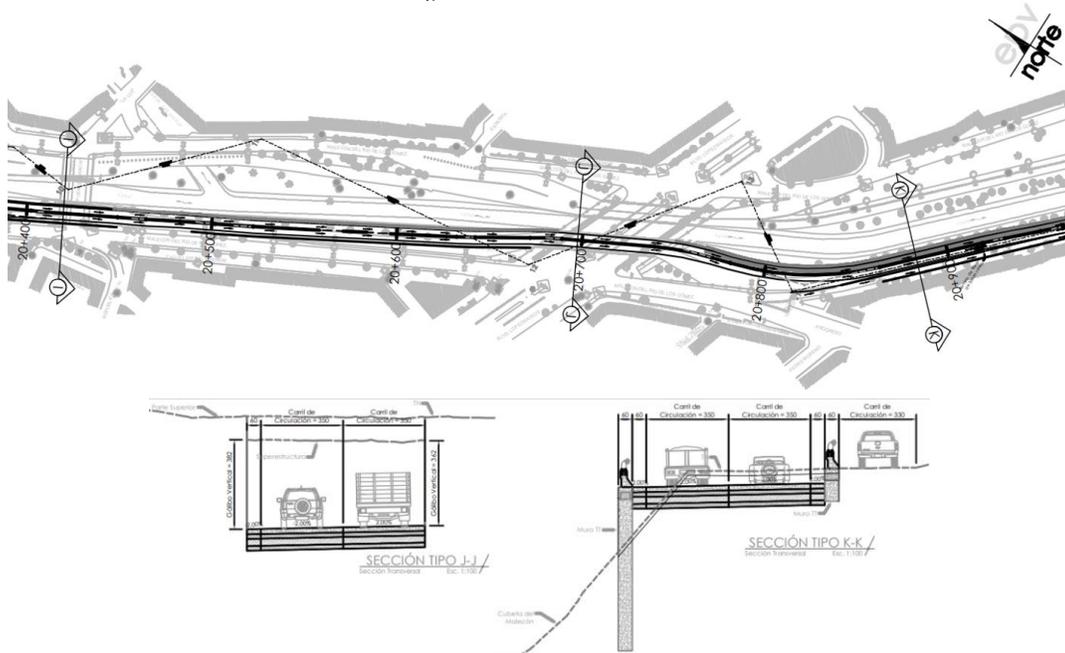
*Imagen 13 Secciones Tramos 2C y 2D*



*Fuente: Proyecto Geométrico*

- **Tramo 3** del cadenamiento 20+430 al cadenamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°), con una longitud de 415 metros.

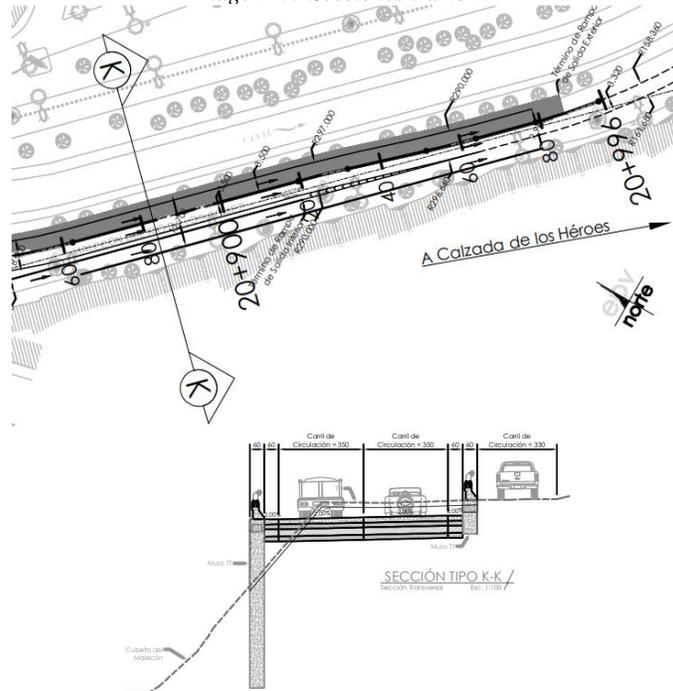
Imagen 14. Secciones Tramo 3



Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 4A** del cadenamiento 20+845 al cadenamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°), con una longitud de 140 metros.

Imagen 15. Secciones tramo 4A



Fuente: Proyecto Geométrico

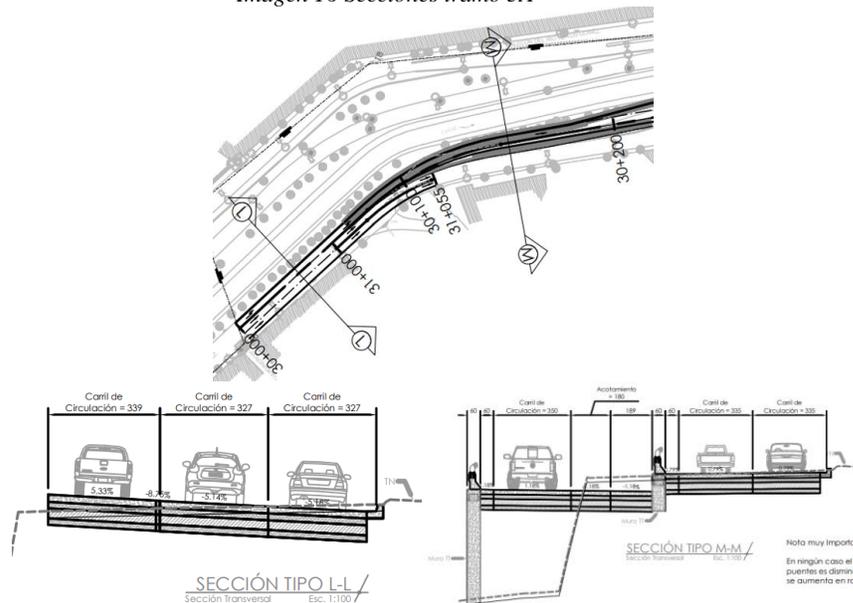
Es de importancia aclarar que, en una longitud de 985 m (del cadenamiento 20+000 al 20+985). Inicia pasando la calle Amado Nervo hasta aproximadamente 200 m después de la bifurcación con la calle Progreso. Con los siguientes alcances:

- Del cadenamiento 20+000 al 20+140 reducción de un carril de 3.50 m de ancho con acotamientos en la margen derecha de 0.60 m a 1.20 m y en la izquierda de 0.60 m en una longitud de 140 m.
- Del cadenamiento 20+090 (inicio del eje 21, coordenadas 21.126835°, -101.675889°) al 20+125 (inicio del eje 22, coordenadas 21.126562°, -101.675742°) en una longitud aproximada de 35.0 m rehabilitación con pavimento hidráulico de la vialidad superior en dos carriles de 3.30 m de ancho y con acotamiento en la margen izquierda con ancho variable de 0.16m a 0.90m.
- Posteriormente, comienza la construcción de 195 m de rampa del cadenamiento 20+125 (coordenadas 21.126562°, -101.675742°) al 20+320 (coordenadas 21.125086°, -101.674802°, un carril de 3.10 m más acotamientos externos de 0.60m) para descender de vialidad superior (Eje 21) a vialidad inferior (Eje 20), la vialidad superior, se reduce de 2 a 1 carril, cambiando su operación de la siguiente manera: en la actualidad el carril izquierdo opera como carril compartido de frente y acceso a la rampa de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, este carril en la actualidad se satura y las filas derraman de tal forma que impiden el ingreso a la vialidad inferior, en la situación con proyecto el carril izquierdo queda dedicado para los vehículos de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, el carril derecho existente queda operando de la misma manera en la que opera en la actualidad. La operación del carril derecho de manera exclusiva ocurre en una longitud de 150 m junto con la adecuación de la banqueta y ciclovía (del cadenamiento 20+125 al 20+275), el carril derecho queda con un ancho variable de 3.05 m a 3.14 m con pavimento de concreto hidráulico, y disminución de ancho a Variable de 1.20m a 1.43m en banqueta y ciclovía de 1.20 m. Es de importancia mencionar que se alarga la rampa, en el mejor lugar posible con la sección disponible sin generar afectaciones, no tiene embotellamientos que impliquen que la vialidad superior se congestione por el hecho del carril en operación exclusiva. Asimismo, a unos metros más adelante se reincorporan a dos carriles y se pueden almacenar muchos más vehículos que en la actualidad, donde se llegan a congestionar de tal forma que tapan la rampa de bajada.
- Adecuación en 600 m de vialidad inferior (del cadenamiento 20+140 al 20+740) coordenadas 21.126557°, -101.675648° al 21.121737°, -101.672777°, 2 carriles de ancho variable de 3.25m a 3.50m y acotamiento izquierdo de 0.60 y derecho de ancho variable de 0.60m a 1.80m.
- Adecuación de rampa para incorporar a vialidad superior en una longitud de 220 m del cadenamiento 20+740 al 20+960 (2 carriles de circulación de 3.50 m de ancho y acotamientos de 0.6 de ambos lados, adecuación a dos carriles de 3.50 m para

realizar el empate con el cuerpo superior en una longitud de 25 m (del cadenamamiento 20+960 al 20+985). Se incluye la ampliación de obra de drenaje menor (alcantarillado) en el cadenamamiento 20+750 (coordenadas 21.121667°, -101.672737°), para el tercer carril localizado del lado derecho de sentido norte-sur se realizará el empate de pavimentos (concreto hidráulico) con el de proyecto.

- **Tramo 4B** del Fin del cadenamamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°), con 210 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 4C** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°), con una longitud de 113 metros.
- **Tramo 4D** del cadenamamiento 30+113 al cadenamamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°), con una longitud de 74 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°), con una longitud de 220 metros.

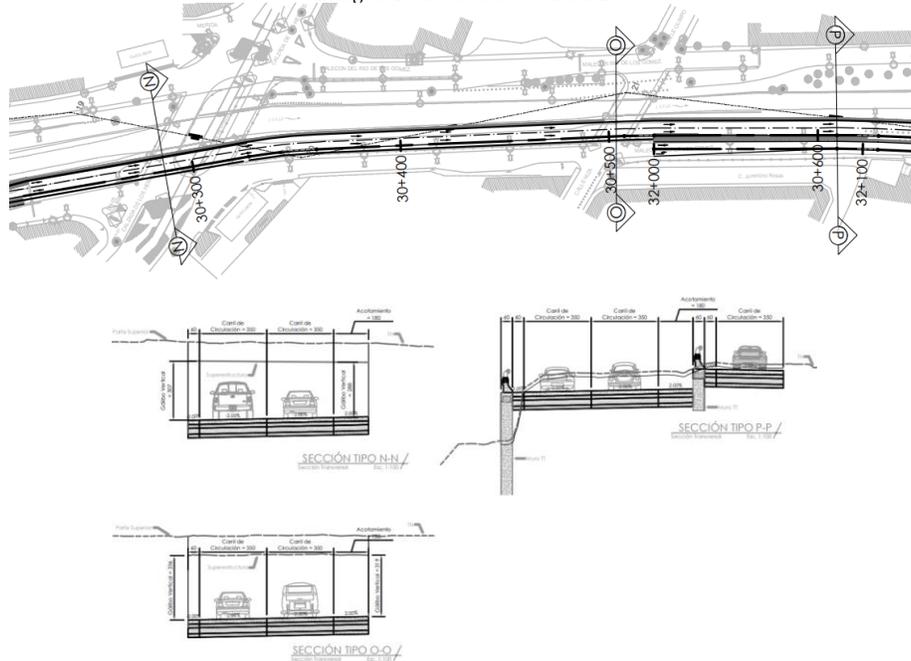
Imagen 16 Secciones tramo 5A



Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°), con una longitud de 490 metros.

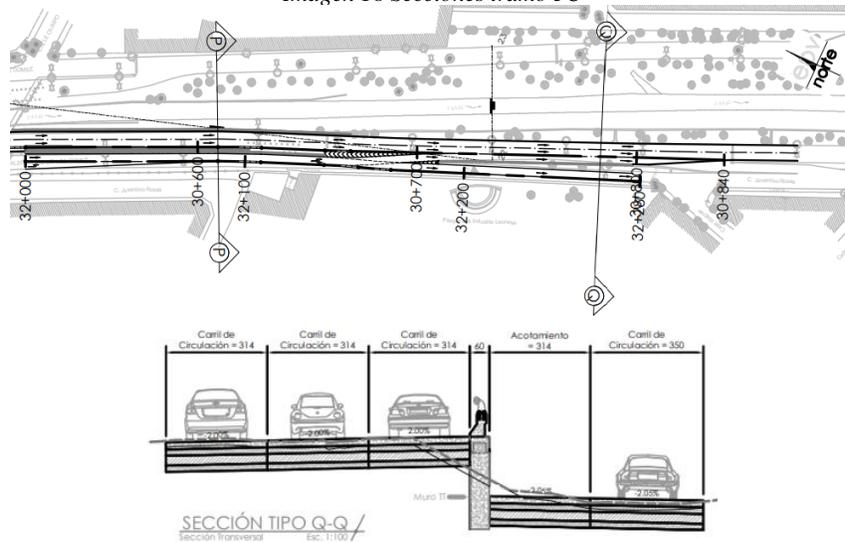
Imagen 17 Secciones tramo 5B



Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 5C** del cadenamiento 30+710 al cadenamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°), con una longitud de 130 metros.

Imagen 18 Secciones tramo 5C



Fuente: Proyecto Geométrico

Con una longitud de 840 m de concreto hidráulico, con los siguientes alcances:

- Rehabilitación de 113 m de dos carriles de 3.27 m en el cuerpo superior a la altura de la calle Jardineros del km 30+000 (coordenadas 21.119310°, -101.669626°) al km 30+113 (coordenadas 21.118877°, -101.668675°) con el objetivo de empatar el concreto hidráulico con la rampa a intervenir, en donde el carril izquierdo de ancho

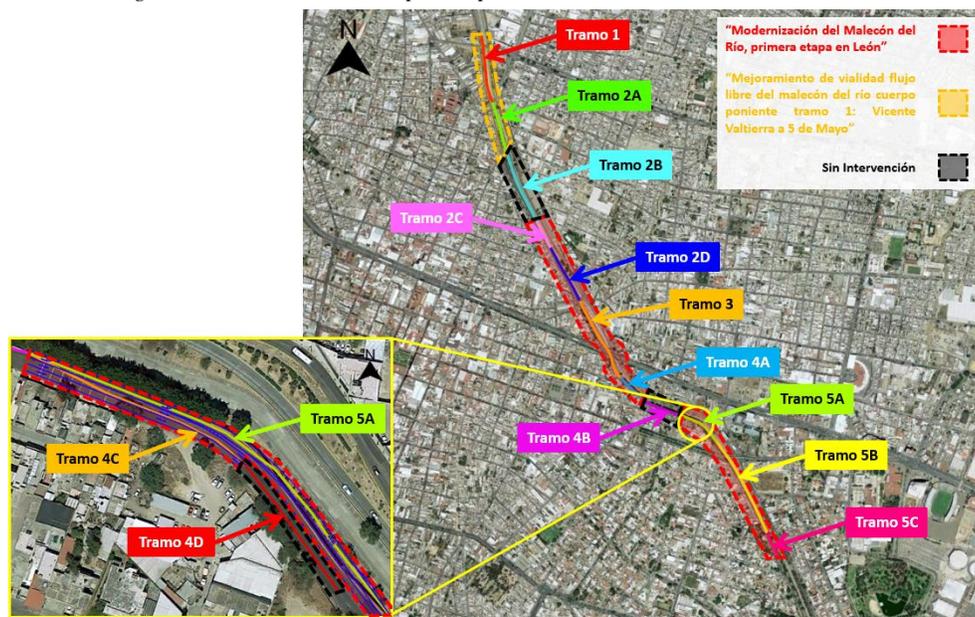
variable de 3.39 m a 3.5 m que se separa para generar una rampa de descenso de 113 m que conecta con el cuerpo inferior en el km 30+220.

- La rampa descenso del cadenamiento 30+113 al 30+220, pasando de un carril de 3.50 m a dos carriles de 3.50 m para conformar los carriles de la vialidad inferior y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m.
- Se continua con la ampliación del pavimento del cuerpo inferior del 30+220 en 300 m hasta el 30+520 (coordenadas 21.115893°, -101.666484°) a dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m;
- A partir del Km 30+520 comienza la ampliación de uno a dos carriles de la rampa de ascenso en una longitud de 190 m (dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m), para conectar con el cuerpo superior; concluyendo al 30+710 (coordenadas 21.114326°, -101.665687°) en la vialidad superior.
- En la vialidad superior se intervendrá con pavimento hidráulico, se realiza la reducción de dos a un carril de 3.50 m, con acotamiento de 0.6 m del lado izquierdo y se amplía la banqueta de 2.15 m a 4.15 m, en el tramo Km 30+520 al Km 30+710;
- Entre el km 30+710 y el km 30+840 se realiza la ampliación a tres carriles de 130 m de vialidad de concreto hidráulico de tres carriles de 3.14 m (Sección Tipo Q-Q) hasta la calle Wagner, así como la rehabilitación de 100 m del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral derecho de 3.50 m, con un ancho de acotamiento de 3.14m que forma la lateral en el parque a la Industria Leonesa con concreto hidráulico. **NOTA METODOLÓGICA:** Este último tramo no se considera en el análisis debido a que el volumen que transita en esta vialidad lateral no interfiere con el volumen vehicular del análisis general a lo largo del tramo del proyecto.

A modo de **NOTA METODOLOGICA**, del Tramo Km 30+520 al Km 30+710 donde se encuentra la reducción de dos carriles a un carril en la vialidad superior se comenta lo siguiente: Para la situación actual uno de esos dos carriles se direcciona como salida hacia una lateral baja con desnivel que atiende al tráfico local en el parque de la Industria Leonesa y el otro carril queda de servicio para la integración del tráfico local a la vialidad superior del Malecón en continuidad hacia Blvd. Mariano Escobedo, para el caso del proyecto, como argumento técnico se tiene un entrecruzamiento, donde se reduce a un carril en la intención de disminuir la velocidad de los usuarios con destino hacia el Blvd. Mariano Escobedo porque ahora se tienen dos carriles para la demanda que viene del lecho bajo de Malecón y se tiene un carril de incorporación para el volumen de la lateral la operación planteada tiene la intención de moderar el ingreso de los usuarios de la lateral al flujo continuo que viene del lecho bajo, todos con destino a Blvd. Mariano Escobedo. No se incluye en el análisis debido a que el intercambio vehicular entre carriles ya existe, y por lo tanto la disminución de las velocidades actuales de manera no controlada ponen en riesgo a los usuarios que la transitan, los beneficios que presenta no son en velocidad, si no en la mejora de seguridad al usuario. De acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito está operación es correcta para la demanda, por ello se hace el cambio en la operación y mencionar, adicionalmente, se intervienen los pavimentos dado que es necesario hacer empates de rasantes y cuidar la operación de la banqueta existente.

Como se mencionó anteriormente el proyecto se divide en dos etapas de construcción como se muestra en la Imagen 8, teniendo el mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo, Tramo 1 y Tramo 2A (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin: 21.130651°, -101.677654°) con un monto de inversión de \$62,443,917.58, con fuente municipal y para la siguiente etapa, Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León, Tramo 2C, Tramo 2D, Tramo 3, Tramo 4A, Tramo 5A, Tramo 5B y Tramo 5C (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin: 21.120102°, -101.671467° e inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin: 21.113241°, -101.665168°) con un monto de inversión de \$119,550,000.00, con fuente estatal, de ambas etapas se tiene un total de inversión de \$181,993,917.58 con IVA.

Imagen 19. Tramos a construir por Etapas en Malecón del Río, Sentido Norte-Sur.



Fuente: Proyecto Geométrico

Imagen 20 Render Malecón del Río Tramo 1



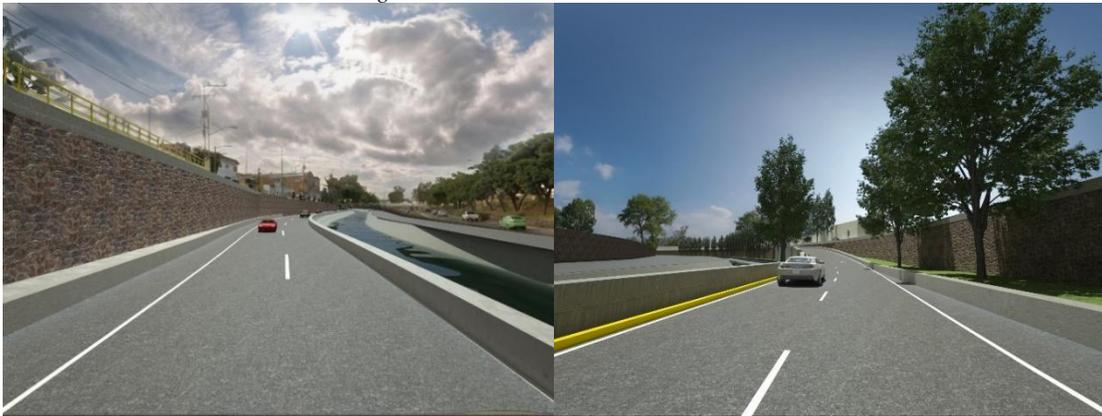
Fuente: Elaboración Propia

*Imagen 21. Render Malecón del Río Tramo 2*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen 22 Render Malecón del Río Tramo 3*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen 23. Render Malecón del Río Tramo 4*



*Fuente: Elaboración Propia*

Imagen 24 Render Malecón del Río Tramo 5



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 30 se describen los principales componentes que integran el proyecto.

Tabla 30. Resumen de Componentes del Proyecto

Componente	Unidad	Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.	Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de mayo	Cantidad Total
<b>Terracerías:</b> Material tipo "B".	M3	49,139.60	22,330.40	71,470.00
<b>Estructuras:</b> Concreto Hidráulico normal de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ para losa de transición, trabes, dalas, zapatas, muros de contención y parapetos (Rampas).	ML	2,697.92	1,856.08	4,554.00
<b>Pavimentos:</b> Pavimento de 0.27 m de espesor de concreto premezclado MR=45 kg/cm <sup>2</sup> , acabado escobillado.	M2	18,116.59	6,501.81	24,618.40
<b>Banquetas:</b> Banquetas de concreto premezclado $f'c = 200 \text{ kg/m}^2$ TMA 3/4" de 0.08 mts de espesor.	M2	862.51	-	862.51
<b>Ciclovia:</b> Concreto premezclado de 8cm de espesor, de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ .	M2	180.00	-	180.00
<b>Señalamiento Horizontal (Pintura):</b> Pintura para raya continua separadora de carril, raya canalizadora, raya en línea de alto y raya en cruce de peatones	ML	5,843.00	1,962.00	7,805.00
<b>Señalamiento Horizontal:</b> Vialita plástica, botón óptico, boya plástica.	PZA	2,692.00	1,085.00	3,777.00
<b>Señalamiento Vertical:</b> Señal restrictiva, preventiva, informativa, y bases para cimentación de señales (incluye postes).	PZA	117.00	25.00	142.00
<b>Paisaje Urbano:</b> Árboles y arbustos, incluyendo pasto y piedra tezontle.	PZA	205.00	219.00	424.00
<b>Lavaderos Pluviales:</b> Construcción de lavaderos pluviales, incluye cimbra, plantilla de 0.05 mts. de concreto, C.H. $f'c=250$ y de malla electrosoldada 6x6 10/10.	M3	2,090.89	1,504.41	3,595.30
<b>Alcantarillado:</b> Tubería de PVC para Alcantarillado S-20 de 12", 16" y 18".	ML	345.52	304.79	650.31
<b>Alcantarillado:</b> Instalación de pozos de visita tipo común de 3.00 m de profundidad de concreto $f'c=200$ de 15 cm de espesor armado con varillas del No. 4.	PZA	10.00	8.00	18.00
<b>Agua Potable:</b> Colocación de tubería de acero al carbón liso de distinto calibre para agua potable.	ML	189.10	-	189.10
<b>Descargas Domiciliarias:</b> Instalación de tubería PVC de 6".	PZA	138.00	-	138.00
<b>Electrificación:</b> Estructura de alta tensión, dado pedestal, postes cónicos y torres.	PZA	182.00	113.00	295.00
<b>Alumbrado Público:</b> Instalación y reubicación de alumbrado público con luminarias tipo vial.	PZA	30.00	12.00	42.00

Fuente: Proyecto ejecutivo del Malecón del Río

## b) Alineación estratégica

El proyecto propuesto contribuye al logro de objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, del Plan Estatal de Desarrollo y del Plan del Gobierno Municipal.

Tabla 31. Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos

Programa(s) Relacionado(s)	Objetivo(s) /Estrategia(s)	Líneas de Acción
Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024	3. Economía 3.6 Detonar el crecimiento 3.6.1 Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo	Objetivo: • El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura...
Actualización del Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato 2018-2024	5. DESARROLLO ORDENADO Y SOSTENIBLE OBJETIVO 5.4 Consolidar el ordenamiento y administración sustentable del territorio en la entidad Estrategia 5.4.5 Impulso a la infraestructura verde para el estado de Guanajuato OBJETIVO 5.5 Fortalecer la conectividad y movilidad para la competitividad del estado	5.4.5.2 Promover la creación de una red de infraestructura verde que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático.
Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040	DIMENSIÓN MEDIO AMBIENTE Y TERRITORIO LÍNEA ESTRATÉGICA 3.2: Territorio OBJETIVO 3.2.3: Asegurar una movilidad fluida, sostenible y segura para todas las y los guanajuatenses y visitantes de la entidad	• Reducir la tasa de accidentes de tránsito en un rango entre el 0.3 y 0.1
Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, 2013-2035	VII Proyectos VII.6 Subsistema urbano-regional VII.6.6 Movilidad sustentable VII.6.6.6 Programa: Conectividad terrestre Objetivo: Impulsar la articulación de la red de ciudades, nodos y las nuevas centralidades de la zona metropolitana, a través de la implementación de proyectos y acciones que fortalezcan su infraestructura de caminos y carreteras Estrategia: Contempla de igual forma recuperar y facilitar la movilidad polinuclear, mejorando la integración territorial, de manera que permita alcanzar los niveles de accesibilidad adecuados entre los núcleos urbanos que integran de la Zona Metropolitana y especialmente, facilitar la accesibilidad de las comunidades rurales y las zonas urbanas con mayor densidad, impulsando su desarrollo económico y social, a través de la incorporación de corredores metropolitanos, como base de la estructura vial, que permitan e	• Proyectos de corredores metropolitanos con características de comunicación regional con restricción para el desarrollo El objetivo es distribuir los flujos vehiculares, recuperando la capacidad de operación de la oferta vial, propiciando nuevos modos y alternativas de accesibilidad y accesos a los núcleos urbanos y facilitar los flujos vehiculares foráneos de paso, sin tener la necesidad de acceder a zonas urbanas, con las consecuencias de concentraciones vehiculares, principalmente en el acceso a la Ciudad de León

	<p>induzcan a la accesibilidad en la nueva configuración territorial</p>	
<p>Plan Municipal de Desarrollo, León hacia el futuro, Visión 2040</p>	<p>OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS.</p> <p>4.- Consolidar la infraestructura vial</p> <p>a) Mejoramiento de la conectividad regional</p> <p>b) Desarrollo y modernización de vialidades urbanas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de cierre de circuitos del sistema vial primario y mejoramiento de intersecciones a nivel y desnivel</li> </ul> <p>c) Accesos integrales a colonias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de accesos integrales a colonias</li> </ul> <p>e) Diseño de alternativas de solución para atender conflictos viales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de modernización de pavimentos</li> <li>- Programa de modernización del sistema de semáforos</li> <li>- Programa de mejora de la señalización preventiva, informativa y control</li> </ul>	

*Fuente: Planes de Desarrollo citados*

### c) Localización geográfica

El proyecto se ubica en la zona centro de la mancha urbana de León en el municipio del mismo nombre, en el estado de Guanajuato, que a su vez se localiza en la Mesorregión Centro-Occidente tal como se muestra en la siguiente figura.

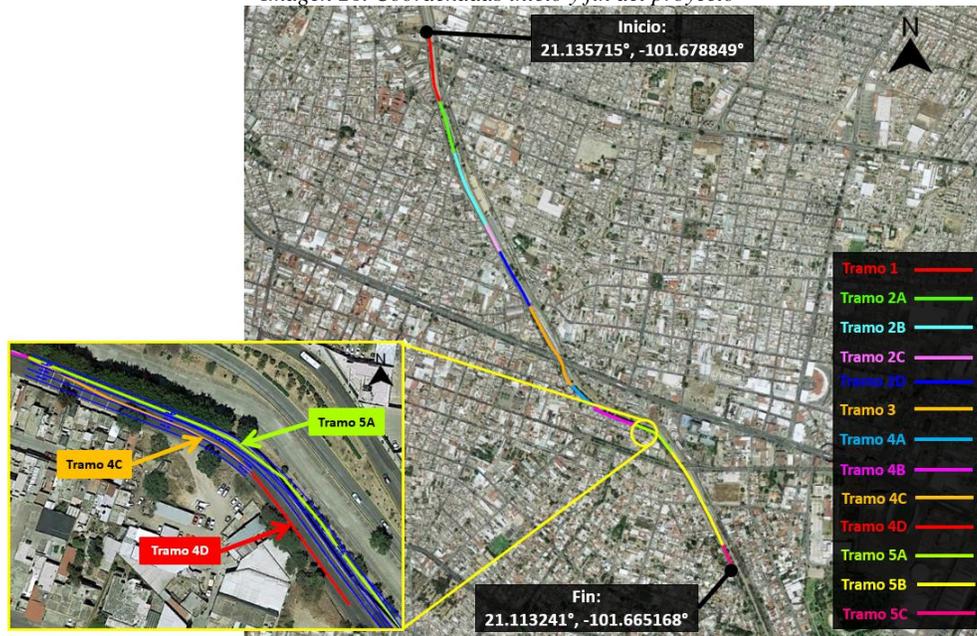
Imagen 25. Ubicación en la red carretera



Fuente: Elaboración propia, con base en la SCT

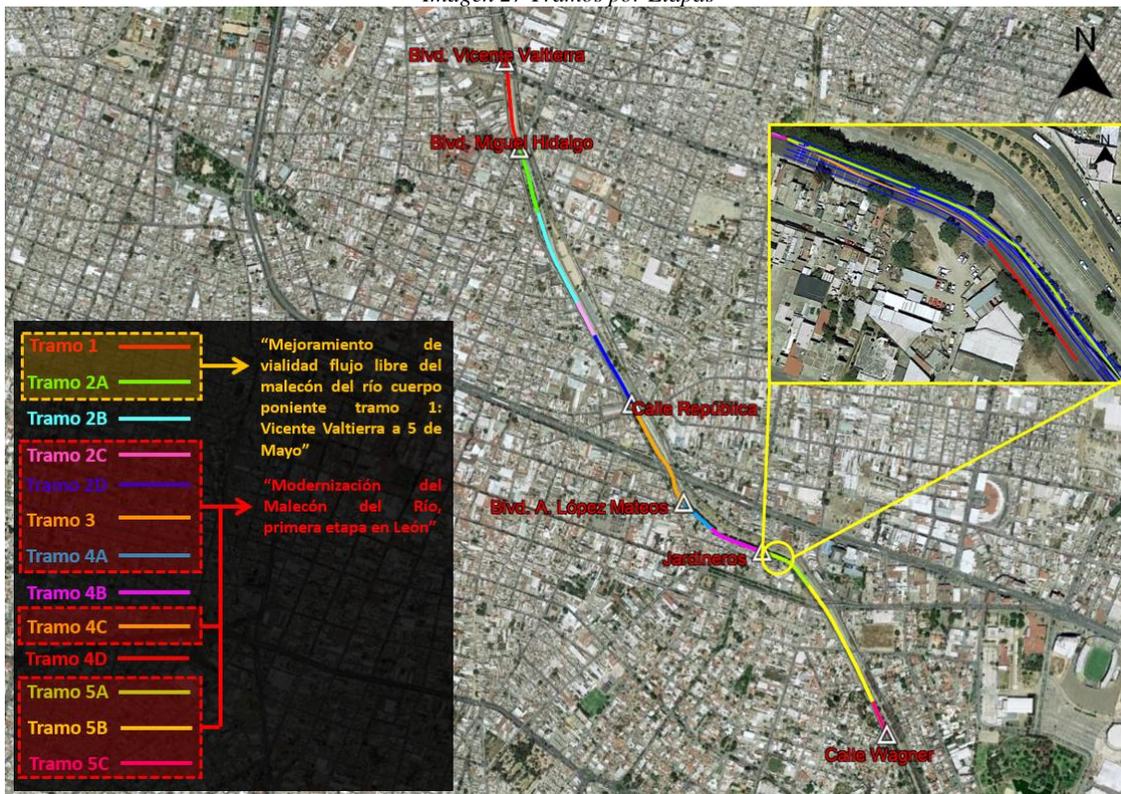
Dentro de la red de vialidades de la ciudad, el proyecto tiene un alto impacto debido a que es una de las principales avenidas, por la cual transitan diariamente decenas de miles de automovilistas, ya que conecta con gran parte de la zona centro de la ciudad de León de los Aldama. En la Imagen 26 se muestran las coordenadas de inicio y fin del proyecto del Malecón del Río y la división de los tramos de estudio.

Imagen 26. Coordenadas inicio y fin del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 27 Tramos por Etapas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 32 Coordenadas de los Tramos de Proyecto

Tramo	Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo		Sin Intervención	Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.			
	Tramo 1	Tramo 2				Tramo 3	Tramo 4
		A	B	C	D		
Vialidad de Inicio	Blvd. Vicente Valtierra	Blvd. Miguel Hidalgo	Calle 5 de Mayo	Amado Nervo	Rosa de Castilla	Calle República	Blvd. A. López Mateos
Vialidad Fin	Blvd. Miguel Hidalgo	Calle 5 de Mayo	Amado Nervo	Rosa de Castilla	Calle República	Blvd. A. López Mateos	Hortelanos
Coordenada de Inicio	21.135715°, -101.678849°	21.132796°, -101.678321°	21.130651°, -101.677654°	21.127657°, -101.676267°	21.126557°, -101.675648°	21.124271°, -101.674297°	21.120981°, -101.672437°
Coordenada Fin	21.132796°, -101.678321°	21.130651°, -101.677654°	21.127657°, -101.676267°	21.126557°, -101.675648°	21.124271°, -101.674297°	21.120981°, -101.672437°	21.120102°, -101.671467°
Tramo	Sin Intervención	Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.	Sin Intervención	Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.			
	Tramo 4			Tramo 5			
	B	C	D	A	B	C	
Vialidad de Inicio	Hortelanos	N/A	N/A	Jardineros	Calzada de los Héroes	Berlioz	
Vialidad Fin	Jardineros	N/A	N/A	Calzada de los Héroes	Berlioz	Calle Wagner	
Coordenada de Inicio	21.120102°, -101.671467°	21.119348°, -101.669632°	21.118872°, -101.668666°	21.119348°, -101.669632°	21.118202°, -101.667979°	21.114326°, -101.665687°	
Coordenada Fin	21.119348°, -101.669632°	21.118872°, -101.668666°	21.118366°, -101.668184°	21.118202°, -101.667979°	21.114326°, -101.665687°	21.113241°, -101.665168°	

Fuente: Elaboración propia

El proyecto se ubica en la zona central de la ciudad de León, siendo una de las principales vías de esta zona. En el trayecto se ubican los accesos a varias zonas de desarrollo económico como fábricas y negocios, los cuales generan una considerable atracción de vehículos en la zona en estudio.

León de los Aldama representa la ciudad más poblada de la Zona Metropolitana de León y del Estado de Guanajuato. La superficie municipal comprende 1,183.20 km<sup>2</sup>, equivalentes al 3.87% de la superficie total del estado de Guanajuato. El municipio limita al norte con San Felipe; al este con Guanajuato y Silao; al sur con Silao, Romita, y San Francisco del Rincón; y al oeste con Purísima del Rincón y el Estado de Jalisco.

El municipio en su parte norte cuenta con estribaciones montañosas pertenecientes a la Sierra de Guanajuato, la que localmente lleva los nombres de Ibarra, Comanja y Sierra de Lobos, considerada Reserva Ecológica Natural. La parte sur del municipio pertenece a la región de los fértiles valles del Bajío.

Las elevaciones más importantes del municipio son el Cerro del Gigante, con 2,884 msnm. y la mesa Cuatralba con 2,800 msnm.

La actividad agrícola del municipio se compone principalmente, en orden de importancia, por el cultivo de papa, membrillo y alfalfa. La ganadería es de relativa importancia en el municipio, se crían principalmente ganado bovino y caprino, seguido por la cría de aves y de ganado porcino.

Referente a la actividad industrial en el municipio, históricamente ha sido la industria del cuero y del calzado, aunque actualmente ha aumentado la diversificación en este ramo. La actividad de servicios en León es la de mayor dinamismo actualmente en el municipio.

Según datos estadísticos del INEGI sólo en el municipio de León hay un total de 1,721,215 habitantes (2020). León por si solo concentra el 27.91% de los habitantes de todo el estado. Entre 2005 y 2020 la población leonesa creció alrededor de un 34%, actualmente en León hay 440 mil 662 viviendas habitadas.

La Zona Metropolitana de León es la región urbana resultante de la conurbación de varios municipios, siendo estos León y Silao localizados en el oeste del Estado de Guanajuato, en México.

## d) Calendario de actividades

Tabla 33 Calendario Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatal)

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Terracerías						
Estructuras						
Pavimentos						
Banqueta						
Ciclovía						
Señalamiento Horizontal (Pintura)						
Señalamiento Horizontal						
Señalamiento Vertical						
Paisaje Urbano						
Lavaderos Pluviales						
Alcantarillado						
Agua Potable						
Descargas Domiciliarias						
Alumbrado Publico						
Electrificación						

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

Tabla 34 Calendario Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Terracerías					
Estructuras					
Pavimentos					
Señalamiento Horizontal (Pintura)					
Señalamiento Horizontal					
Señalamiento Vertical					
Paisaje Urbano					
Lavaderos Pluviales					
Alcantarillado					
Alumbrado Publico					
Electrificación					

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

Tabla 35 Calendario de avance físico y financiero Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatal)

Avance	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Físico (%)	16.13%	22.58%	16.13%	9.68%	16.13%	19.35%
Financiero (\$)	\$19,283,415.00	\$26,994,390.00	\$19,283,415.00	\$11,572,440.00	\$19,283,415.00	\$23,132,925.00
<b>Total Avance Físico</b>						100%
<b>Monto total</b>						\$119,550,000.00

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

Tabla 36. Calendario de avance físico y financiero Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)

Avance	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Físico (%)	19.05%	28.57%	14.29%	14.29%	23.80%	
Financiero (\$)	\$11,895,566.30	\$17,840,227.25	\$8,923,235.82	\$8,923,235.82	\$14,861,652.38	
<b>Total Avance Físico</b>						100%
<b>Monto total</b>						\$62,443,917.58

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

## e) Monto total de inversión

Tabla 37 Montos de inversión por etapas.

Componente	Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León	Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de mayo	Total
	Fuente Estatal	Fuente Municipal	
Terracerías	\$9,623,880.79	\$1,103,876.86	\$10,727,757.65
Estructuras	\$59,700,729.28	\$40,231,639.08	\$99,932,368.36
Pavimentos	\$25,739,805.23	\$8,857,097.29	\$34,596,902.52
Banquetas	\$561,709.37	\$0.00	\$561,709.37
Ciclovías	\$175,407.35	\$0.00	\$175,407.35
Señalamiento Operativo	\$1,228,697.56	\$278,581.19	\$1,507,278.75
Paisaje Urbano	\$256,647.52	\$560,189.81	\$816,837.33
Lavaderos Pluviales	\$335,762.92	\$572,516.70	\$908,279.62
Alcantarillado	\$1,473,399.66	\$2,023,546.63	\$3,496,946.29
Agua Potable	\$2,541,038.11	\$0.00	\$2,541,038.11
Descargas Domiciliarias	\$934,331.76	\$0.00	\$934,331.76
Alumbrado y Electrificación	\$488,935.28	\$203,515.87	\$692,451.15
Subtotal	\$103,060,344.83	\$53,830,963.43	\$156,891,308.26
IVA	\$16,489,655.17	\$8,612,954.15	\$25,102,609.32
<b>Total de la Inversión</b>	<b>\$119,550,000.00</b>	<b>\$62,443,917.58</b>	<b>\$181,993,917.58</b>

Fuente: Dirección de Obra Pública

## f) Fuentes de financiamiento

Tabla 38 Fuentes de financiamiento

Etapas	Fuente de los recursos	Monto (con IVA)	Porcentaje
<b>Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León</b>	<b>Estatal</b>	\$119,550,000.00	65.69%
<b>Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de mayo</b>	<b>Municipal</b>	\$62,443,917.58	34.31%
	<b>Total</b>	<b>\$181,993,917.58</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Dirección de Obra Pública

## g) Capacidad instalada

Para obtener los niveles de servicio de la situación con proyecto se utilizó la misma metodología que en la situación sin proyecto, usando la metodología del HCM) para vialidades en zonas urbanas y utilizando una TCMA de 1.5%.

Tabla 39. Nivel de Servicio por Tramo

Año	Tramo 1		Tramo 2							
	TDPA	NS	A		B		C		D	
			TDPA	NS	TDPA	NS	TDPA	NS	TDPA	NS
0	31,756	D	31,756	E	19,514	F	19,514	F	19,514	D
1	32,233	B	32,233	A	19,807	A	19,807	A	19,807	A
2	32,716	B	32,716	A	20,104	B	20,104	B	20,104	B
3	33,207	B	33,207	A	20,406	B	20,406	B	20,406	B
4	33,705	B	33,705	A	20,712	B	20,712	B	20,712	B
5	34,211	B	34,211	A	21,023	B	21,023	B	21,023	B
6	34,724	B	34,724	B	21,338	B	21,338	B	21,338	B
7	35,245	B	35,245	B	21,658	B	21,658	B	21,658	B
8	35,773	B	35,773	B	21,983	B	21,983	B	21,983	B
9	36,310	C	36,310	B	22,313	B	22,313	B	22,313	B
10	36,854	C	36,854	B	22,647	B	22,647	B	22,647	B
11	37,407	C	37,407	B	22,987	B	22,987	B	22,987	B
12	37,968	C	37,968	B	23,332	B	23,332	B	23,332	B
13	38,538	C	38,538	B	23,682	B	23,682	B	23,682	B
14	39,116	C	39,116	B	24,037	B	24,037	B	24,037	B
15	39,703	C	39,703	B	24,398	B	24,398	B	24,398	B
16	40,298	C	40,298	B	24,763	B	24,763	B	24,763	B
17	40,903	C	40,903	C	25,135	B	25,135	B	25,135	B
18	41,516	C	41,516	C	25,512	B	25,512	B	25,512	B
19	42,139	C	42,139	C	25,895	B	25,895	B	25,895	B
20	42,771	C	42,771	C	26,283	B	26,283	B	26,283	B
21	43,413	C	43,413	C	26,677	B	26,677	B	26,677	B
22	44,064	D	44,064	C	27,077	B	27,077	B	27,077	B
23	44,725	D	44,725	C	27,484	B	27,484	B	27,484	B
24	45,396	D	45,396	C	27,896	B	27,896	B	27,896	B
25	46,077	D	46,077	C	28,314	B	28,314	B	28,314	B
26	46,768	D	46,768	D	28,739	B	28,739	B	28,739	B
27	47,469	D	47,469	D	29,170	B	29,170	B	29,170	B
28	48,181	E	48,181	D	29,608	B	29,608	B	29,608	B
29	48,904	E	48,904	D	30,052	B	30,052	B	30,052	B
30	49,638	E	49,638	D	30,503	B	30,503	B	30,503	B
Año	Tramo 3		Tramo 4							
	TDPA	NS	A		B		C		D	
			TDPA	NS	TDPA	NS	TDPA	NS	TDPA	NS
0	36,212	D	42,815	D	42,815	C	13,793	C	13,793	C
1	36,755	A	43,457	B	43,457	B	14,000	B	14,000	B
2	37,307	B	44,109	B	44,109	B	14,210	B	14,210	B
3	37,866	B	44,770	B	44,770	B	14,423	B	14,423	B
4	38,434	B	45,442	B	45,442	B	14,639	B	14,639	B
5	39,011	B	46,124	B	46,124	B	14,859	B	14,859	B
6	39,596	B	46,815	B	46,815	B	15,082	B	15,082	B
7	40,190	B	47,518	B	47,518	B	15,308	B	15,308	B
8	40,793	B	48,230	B	48,230	B	15,538	B	15,538	B
9	41,405	B	48,954	B	48,954	B	15,771	B	15,771	B
10	42,026	C	49,688	B	49,688	B	16,007	B	16,007	B
11	42,656	C	50,434	C	50,434	C	16,247	B	16,247	B
12	43,296	C	51,190	C	51,190	C	16,491	B	16,491	B
13	43,945	C	51,958	C	51,958	C	16,738	B	16,738	B
14	44,605	C	52,737	C	52,737	C	16,989	B	16,989	B
15	45,274	C	53,528	C	53,528	C	17,244	B	17,244	B

16	45,953	C	54,331	C	54,331	C	17,503	B	17,503	B
17	46,642	D	55,146	C	55,146	C	17,765	B	17,765	B
18	47,342	D	55,973	C	55,973	C	18,032	B	18,032	B
19	48,052	D	56,813	C	56,813	C	18,302	B	18,302	B
20	48,773	E	57,665	C	57,665	C	18,577	B	18,577	B
21	49,504	E	58,530	C	58,530	C	18,856	B	18,856	B
22	50,247	F	59,408	C	59,408	C	19,138	B	19,138	B
23	51,000	F	60,299	C	60,299	C	19,426	B	19,426	B
24	51,765	F	61,204	C	61,204	C	19,717	B	19,717	C
25	52,542	F	62,122	C	62,122	C	20,013	B	20,013	C
26	53,330	F	63,054	C	63,054	C	20,313	B	20,313	C
27	54,130	F	63,999	C	63,999	C	20,618	C	20,618	C
28	54,942	F	64,959	C	64,959	C	20,927	C	20,927	C
29	55,766	F	65,934	C	65,934	C	21,241	C	21,241	C
30	56,603	F	66,923	C	66,923	C	21,559	C	21,559	C

Año	Tramo 5					
	A		B		C	
	TDPA	NS	TDPA	NS	TDPA	NS
0	29,022	C	29,022	C	36,492	C
1	29,457	B	29,457	A	37,040	B
2	29,899	B	29,899	A	37,595	B
3	30,348	B	30,348	A	38,159	B
4	30,803	B	30,803	A	38,732	B
5	31,265	B	31,265	B	39,313	B
6	31,734	B	31,734	B	39,902	B
7	32,210	B	32,210	B	40,501	B
8	32,693	B	32,693	B	41,108	B
9	33,183	B	33,183	B	41,725	B
10	33,681	B	33,681	B	42,351	B
11	34,186	B	34,186	B	42,986	B
12	34,699	B	34,699	B	43,631	B
13	35,220	B	35,220	B	44,285	B
14	35,748	B	35,748	B	44,950	B
15	36,284	C	36,284	B	45,624	B
16	36,828	C	36,828	B	46,308	B
17	37,381	C	37,381	B	47,003	B
18	37,942	C	37,942	B	47,708	B
19	38,511	C	38,511	C	48,423	B
20	39,088	C	39,088	C	49,150	B
21	39,675	C	39,675	C	49,887	B
22	40,270	C	40,270	C	50,635	B
23	40,874	C	40,874	C	51,395	B
24	41,487	C	41,487	C	52,166	B
25	42,109	C	42,109	C	52,948	B
26	42,741	D	42,741	C	53,743	B
27	43,382	D	43,382	C	54,549	B
28	44,033	D	44,033	C	55,367	C
29	44,693	D	44,693	C	56,197	C
30	45,364	D	45,364	D	57,040	C

Fuente: Elaboración propia, Año 2023.

Como se puede observar, para el año 0, el nivel de servicio es más bajo con respecto al año 1, esto por las molestias generadas por la ejecución de los trabajos de obra en este periodo. De igual manera se observan las mejoras de los niveles de servicio con respecto a la situación sin proyecto, esto debido a que al aumentar el número de carriles en algunos tramos conjuntamente de la adecuación de accesos, el flujo aumenta y las velocidades también.

Tabla 40 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación con el PPI

Año	Tramo 1		Tramo 2					
	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	A		B		C	
			TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión
0	16,851	14,905	16,851	14,905	10,355	9,159	10,355	9,159
1	17,104	15,129	17,104	15,129	10,510	9,297	10,510	9,297
2	17,360	15,356	17,360	15,356	10,668	9,436	10,668	9,436
3	17,621	15,586	17,621	15,586	10,828	9,578	10,828	9,578
4	17,885	15,820	17,885	15,820	10,990	9,721	10,990	9,721
5	18,153	16,057	18,153	16,057	11,155	9,867	11,155	9,867
6	18,426	16,298	18,426	16,298	11,323	10,015	11,323	10,015
7	18,702	16,543	18,702	16,543	11,492	10,165	11,492	10,165
8	18,983	16,791	18,983	16,791	11,665	10,318	11,665	10,318
9	19,267	17,043	19,267	17,043	11,840	10,473	11,840	10,473
10	19,556	17,298	19,556	17,298	12,017	10,630	12,017	10,630
11	19,850	17,558	19,850	17,558	12,198	10,789	12,198	10,789
12	20,147	17,821	20,147	17,821	12,381	10,951	12,381	10,951
13	20,450	18,088	20,450	18,088	12,566	11,115	12,566	11,115
14	20,756	18,360	20,756	18,360	12,755	11,282	12,755	11,282
15	21,068	18,635	21,068	18,635	12,946	11,451	12,946	11,451
16	21,384	18,915	21,384	18,915	13,140	11,623	13,140	11,623
17	21,704	19,198	21,704	19,198	13,337	11,797	13,337	11,797
18	22,030	19,486	22,030	19,486	13,538	11,974	13,538	11,974
19	22,360	19,779	22,360	19,779	13,741	12,154	13,741	12,154
20	22,696	20,075	22,696	20,075	13,947	12,336	13,947	12,336
21	23,036	20,376	23,036	20,376	14,156	12,521	14,156	12,521
22	23,382	20,682	23,382	20,682	14,368	12,709	14,368	12,709
23	23,733	20,992	23,733	20,992	14,584	12,900	14,584	12,900
24	24,089	21,307	24,089	21,307	14,803	13,093	14,803	13,093
25	24,450	21,627	24,450	21,627	15,025	13,290	15,025	13,290
26	24,817	21,951	24,817	21,951	15,250	13,489	15,250	13,489
27	25,189	22,280	25,189	22,280	15,479	13,691	15,479	13,691
28	25,567	22,615	25,567	22,615	15,711	13,897	15,711	13,897
29	25,950	22,954	25,950	22,954	15,947	14,105	15,947	14,105
30	26,340	23,298	26,340	23,298	16,186	14,317	16,186	14,317
Año	Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4			
	D		TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	A		B	
	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión			TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión	TDPA Con Congestión	TDPA Sin Congestión
0	10,355	9,159	19,215	16,997	22,719	20,096	22,719	20,096
1	10,510	9,297	19,503	17,252	23,060	20,397	23,060	20,397
2	10,668	9,436	19,796	17,511	23,405	20,703	23,405	20,703
3	10,828	9,578	20,093	17,774	23,757	21,014	23,757	21,014
4	10,990	9,721	20,394	18,040	24,113	21,329	24,113	21,329
5	11,155	9,867	20,700	18,311	24,475	21,649	24,475	21,649
6	11,323	10,015	21,010	18,585	24,842	21,974	24,842	21,974
7	11,492	10,165	21,326	18,864	25,214	22,303	25,214	22,303
8	11,665	10,318	21,646	19,147	25,592	22,638	25,592	22,638
9	11,840	10,473	21,970	19,434	25,976	22,978	25,976	22,978
10	12,017	10,630	22,300	19,726	26,366	23,322	26,366	23,322
11	12,198	10,789	22,634	20,022	26,762	23,672	26,762	23,672
12	12,381	10,951	22,974	20,322	27,163	24,027	27,163	24,027
13	12,566	11,115	23,318	20,627	27,570	24,388	27,570	24,388
14	12,755	11,282	23,668	20,936	27,984	24,753	27,984	24,753

15	12,946	11,451	24,023	21,250	28,404	25,125	28,404	25,125
16	13,140	11,623	24,384	21,569	28,830	25,502	28,830	25,502
17	13,337	11,797	24,749	21,893	29,262	25,884	29,262	25,884
18	13,538	11,974	25,121	22,221	29,701	26,272	29,701	26,272
19	13,741	12,154	25,497	22,554	30,147	26,666	30,147	26,666
20	13,947	12,336	25,880	22,893	30,599	27,066	30,599	27,066
21	14,156	12,521	26,268	23,236	31,058	27,472	31,058	27,472
22	14,368	12,709	26,662	23,585	31,524	27,884	31,524	27,884
23	14,584	12,900	27,062	23,938	31,997	28,303	31,997	28,303
24	14,803	13,093	27,468	24,298	32,477	28,727	32,477	28,727
25	15,025	13,290	27,880	24,662	32,964	29,158	32,964	29,158
26	15,250	13,489	28,298	25,032	33,458	29,596	33,458	29,596
27	15,479	13,691	28,723	25,407	33,960	30,039	33,960	30,039
28	15,711	13,897	29,153	25,789	34,469	30,490	34,469	30,490
29	15,947	14,105	29,591	26,175	34,986	30,947	34,986	30,947
30	16,186	14,317	30,035	26,568	35,511	31,412	35,511	31,412
Año	Tramo 4				Tramo 5			
	C		D		A		B	
	TDPA							
	Con Congestión	Sin Congestión	Con Congestión	Sin Congestión	Con Congestión	Sin Congestión	Con Congestión	Sin Congestión
0	7,319	6,474	7,319	6,474	15,400	13,622	15,400	13,622
1	7,429	6,571	7,429	6,571	15,631	13,827	15,631	13,827
2	7,540	6,669	7,540	6,669	15,865	14,034	15,865	14,034
3	7,653	6,769	7,653	6,769	16,103	14,245	16,103	14,245
4	7,768	6,871	7,768	6,871	16,345	14,458	16,345	14,458
5	7,885	6,974	7,885	6,974	16,590	14,675	16,590	14,675
6	8,003	7,079	8,003	7,079	16,839	14,895	16,839	14,895
7	8,123	7,185	8,123	7,185	17,091	15,119	17,091	15,119
8	8,245	7,293	8,245	7,293	17,348	15,345	17,348	15,345
9	8,369	7,402	8,369	7,402	17,608	15,576	17,608	15,576
10	8,494	7,513	8,494	7,513	17,872	15,809	17,872	15,809
11	8,622	7,626	8,622	7,626	18,140	16,046	18,140	16,046
12	8,751	7,740	8,751	7,740	18,412	16,287	18,412	16,287
13	8,882	7,856	8,882	7,856	18,688	16,531	18,688	16,531
14	9,015	7,974	9,015	7,974	18,969	16,779	18,969	16,779
15	9,151	8,094	9,151	8,094	19,253	17,031	19,253	17,031
16	9,288	8,215	9,288	8,215	19,542	17,287	19,542	17,287
17	9,427	8,338	9,427	8,338	19,835	17,546	19,835	17,546
18	9,569	8,463	9,569	8,463	20,132	17,809	20,132	17,809
19	9,712	8,590	9,712	8,590	20,434	18,076	20,434	18,076
20	9,858	8,719	9,858	8,719	20,741	18,347	20,741	18,347
21	10,006	8,850	10,006	8,850	21,052	18,622	21,052	18,622
22	10,156	8,983	10,156	8,983	21,368	18,902	21,368	18,902
23	10,308	9,117	10,308	9,117	21,688	19,185	21,688	19,185
24	10,463	9,254	10,463	9,254	22,014	19,473	22,014	19,473
25	10,620	9,393	10,620	9,393	22,344	19,765	22,344	19,765
26	10,779	9,534	10,779	9,534	22,679	20,062	22,679	20,062
27	10,941	9,677	10,941	9,677	23,019	20,363	23,019	20,363
28	11,105	9,822	11,105	9,822	23,365	20,668	23,365	20,668
29	11,271	9,969	11,271	9,969	23,715	20,978	23,715	20,978
30	11,440	10,119	11,440	10,119	24,071	21,293	24,071	21,293
Año	Tramo 5							
	C							
	TDPA	TDPA						
	Con Congestión	Sin Congestión						
0	19,363	17,129						
1	19,654	17,386						
2	19,948	17,647						
3	20,248	17,912						

4	20,551	18,180
5	20,860	18,453
6	21,173	18,730
7	21,490	19,011
8	21,812	19,296
9	22,140	19,585
10	22,472	19,879
11	22,809	20,177
12	23,151	20,480
13	23,498	20,787
14	23,851	21,099
15	24,208	21,415
16	24,572	21,737
17	24,940	22,063
18	25,314	22,394
19	25,694	22,730
20	26,079	23,070
21	26,471	23,417
22	26,868	23,768
23	27,271	24,124
24	27,680	24,486
25	28,095	24,853
26	28,516	25,226
27	28,944	25,605
28	29,378	25,989
29	29,819	26,379
30	30,266	26,774

*Fuente: Elaboración propia, Año 2023.*

## h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la ejecución del proyecto son las que se muestran a continuación.

Tabla 41. Metas físicas del proyecto

Meta	Unidad	Cantidad Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.	Cantidad Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo	Cantidad Total
		Año 2023	Año 2023	
Construcción de Estructuras	ML	2,697.92	1,856.08	4,554.00
Construcción de Pavimentos	M2	18,116.59	6,501.81	24,618.40
Intervención de Banquetas	M2	862.51	-	862.51
Intervención de Ciclovías	M2	180.00	-	180.00
Aplicación de Señalamiento Horizontal (Pintura)	ML	5,843.00	1,962.00	7,805.00
Colocación de Señalamiento Horizontal	PZA	2,692.00	1,085.00	3,777.00
Colocación Señalamiento Vertical	PZA	117.00	25.00	142.00
Adecuación del Paisaje Urbano	PZA	205.00	219.00	424.00
Construcción de Lavaderos Pluviales	M3	2,090.89	1,504.41	3,595.30
Instalación de Alcantarillado (Tuberías)	ML	345.52	304.79	650.31
Construcción de Alcantarillado (Pozos)	PZA	10.00	8.00	18.00
Instalación de Agua Potable	ML	189.10	-	189.10
Instalación de Descargas Domiciliarias	PZA	138.00	-	138.00
Instalación Electrificación	PZA	182.00	113.00	295.00
Instalación Alumbrado Público	PZA	30.00	12.00	42.00

Fuente: Elaboración propia, obtenida de OPM León.

## i) Vida útil

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	La vida útil corresponde a 30 años de operación del proyecto, y considerando 1 para su construcción, se estima un horizonte de evaluación de 31 años.

## **j) Descripción de los aspectos más relevantes**

### ***Estudios técnicos***

Respecto a los aspectos técnicos, el proyecto ejecutivo se realizó conforme a los lineamientos de la SCT y cuenta con el visto bueno con número de oficio DGM/DIV/9336/2019 por parte de la Dirección de Planeación y Proyectos de Obras Públicas.

En cuanto a SICOM, el proyecto ejecutivo se encuentra igualmente validado en todas sus etapas con número de oficio 007/01/2021.

Se cuenta con los permisos de CFE y SAPAL.

### ***Estudios legales***

No hay afectaciones.

En cuanto al derecho de vía, no se requiere intervención alguna, ya que el proyecto está diseñado sobre el existente. No existen sitios arqueológicos alrededor de la ubicación del proyecto.

El proyecto está regulado bajo la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con misma para el Estado de Guanajuato y sus Municipios.

### ***Estudios ambientales***

Respecto al tema ambiental, se cuenta con la exención de la manifestación de Impacto Ambiental vigente ante la SEMARNAT mediante el oficio 11/DC-0038/07/20.

Para el estudio de CONAGUA, cuenta con el permiso de construcción vigente con el número de expediente 2S.3.06/00185-2021, y con una solicitud de prórroga mediante el oficio DGOP/0464/2023.

### ***Estudios de mercado***

En agosto de 2018 se realizó el estudio de demanda que comprende aforos direccionales, aforos automáticos y estudios de velocidades (realizado en el año 2020) contratado, supervisado y validado por el IMPLAN.

### ***Estudios Específicos***

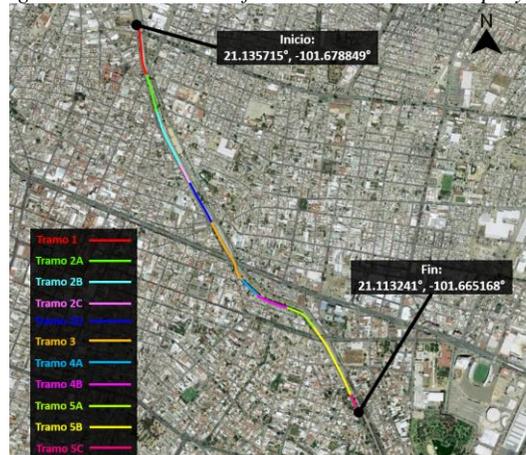
No se realizaron estudios específicos.

## k) Análisis de la Oferta

La red vial relevante en la situación con proyecto se dividió en 5 tramos, en el desarrollo del análisis se tuvo la necesidad de Subtramificar dichos tramos para poder cumplir con las necesidades de Oferta y Demanda terminado en un total de 13 tramos para la Situación con Proyecto. A continuación, se presentan los inicios y fines de cada tramo con sus coordenadas.

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°).
- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°).
- **Tramo 2C** del cadenamamiento 20+000 al cadenamamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°).
- **Tramo 2D** del cadenamamiento 20+140 al cadenamamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°).
- **Tramo 3** del cadenamamiento 20+430 al cadenamamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°).
- **Tramo 4A** del cadenamamiento 20+845 al cadenamamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°).
- **Tramo 4B** del Fin del cadenamamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°).
- **Tramo 4C** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°).
- **Tramo 4D** del cadenamamiento 30+113 al cadenamamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666° y fin 21.118366°, -101.668184°).
- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°).
- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°).
- **Tramo 5C** del cadenamamiento 30+710 al cadenamamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°).

Imagen 28. Tramos de la oferta en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia



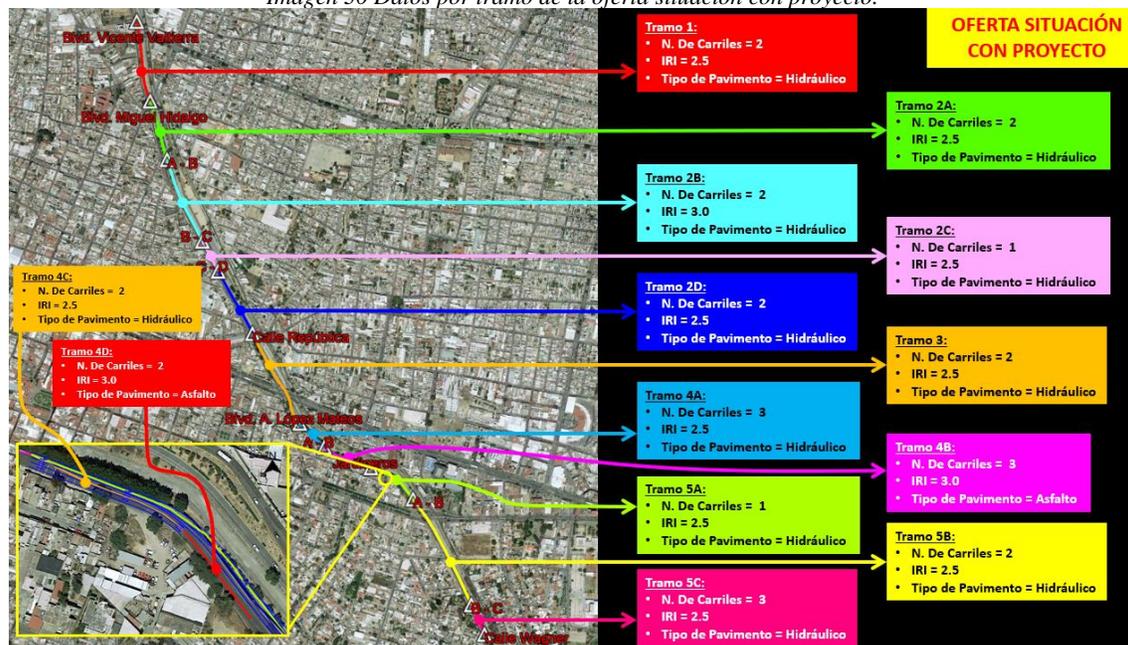
Índice rugosidad (IRI, m/km)	2.5	2.5	3	2.5	2.5	2.5	2.5
Estado de Conservación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Pavimento	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico
Velocidad permisible (km/h)	60	60	60	60	60	60	60
Alumbrado	Si	Si	Si (Insuficiente)	Si	Si	Si	Si
Semáforos	No	No	No	No	No	No	No
Estado de señalamiento horizontal y vertical	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	<b>Tramo 4</b>			<b>Tramo 5</b>			
	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
Longitud (m)	210	113	74	220	490	130	
Vialidad de Inicio	Hortelanos	N/A	N/A	Jardineros	Calzada de los Héroes	Berlioz	
Vialidad Fin	Jardineros	N/A	N/A	Calzada de los Héroes	Berlioz	Calle Wagner	
Coordenada de Inicio	21.120102°, -101.671467°	21.119348°, -101.669632°	21.118872°, -101.668666°	21.119348°, -101.669632°	21.118202°, -101.667979°	21.114326°, -101.665687°	
Coordenada Fin	21.119348°, -101.669632°	21.118872°, -101.668666°	21.118366°, -101.668184°	21.118202°, -101.667979°	21.114326°, -101.665687°	21.113241°, -101.665168°	
Tipo de vía	Interbarrio						
Número de carriles	3 de 3.5m	2 de 3.27m	2 de 3.27m	1 de Ancho Variable de 3.39 a 3.5m	2 de 3.5m	3 de 3.14m	
Ancho de banquetas (m)	2.0	Ancho Variable Max: 2.0 (Parcialmente, Se corta)	-	-	-	-	
Ancho de acotamiento (m)	-	-	-	(Izq. 0.60 y Der. 1.80)	(Izq. 0.60 y Der. 1.80)	-	
Ancho de Corona (m)	10.5	6.54	6.54	Variable Max: 5.9	9.4	9.42	
Espacio aledaño a la Calzada (m)	Variable (0.6 a 1.20)	No	No	Variable 0.6	No	1.08	
Ancho de Sección (m)	Variable Max: 13.7	6.54	6.54	Variable Max: 6.5	9.4	10.5	
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	Plano	
Índice rugosidad (IRI, m/km)	3.0	2.5	3.0	2.5	2.5	2.5	
Estado de Conservación	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	
Pavimento	Asfalto	Hidráulico	Asfalto	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	
Velocidad permisible (km/h)	60	60	60	60	60	60	
Alumbrado	Si (Insuficiente)	Si	Si (Insuficiente)	Si	Si	Si	
Semáforos	No	No	No	No	No	No	
Estado de señalamiento horizontal y vertical	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito y proyecto ejecutivo.

Es importante señalar que el alargamiento de la rampa modifica las características del tramo 4D que se muestra en la Tabla 42. Este ajuste se realiza con el objetivo de proporcionar mayor seguridad a los usuarios, sin afectar el ancho disponible para su circulación.

Es de Importancia mencionar que el proyecto aquí en análisis propone el alargamiento de la rampa de descenso como continuidad de la vialidad de flujo libre en la zona ubicada al norte de la intersección con Calzada de los Héroes, específicamente 187 metros antes, se evalúa el impacto que este efecto tendrá sobre la vialidad que continua hacia la intersección a nivel. Está NOTA METODOLÓGICA, es para explicar el porqué de las distancias de Situación Actual comparadas con la Situación de Proyecto difieren en precisamente 187 metros y, esto es debido a que el mismo segmento para la situación con Proyecto se duplican, se modelan estos 187 metros para el carril de la rampa que tiene la continuidad de la vialidad a flujo libre (vialidad inferior) y se modelan también estos 187 metros para la vialidad en la parte superior con continuidad a la intersección con Calzada de los Héroes por el hecho de que en estos 187 metros se reducen de 3 a 2 carriles en la vialidad superior por el alargamiento de la rampa, esto con la finalidad de medir el demérito en la operación que esto puede provocar.

Imagen 30 Datos por tramo de la oferta situación con proyecto.



Fuente: Elaboración propia

La transición del tramo 4 al tramo 5A implica un cambio en la oferta y un cambio en la demanda esto de manera directa en la modelación se representa como un cambio de 3 carriles a 1 carril, pero en la realidad lo que sucede es que hay una salida de demanda del sistema por los usuarios que tienen como destino la Av. Calzada de los Héroes y la Av. Tota Carbajal, quedando dos carriles disponibles para la operación con semáforo de la intersección superior de la lateral de Malecón del Río con la Av. Calzada de los Héroes y un carril exclusivo para la rampa de bajada hacia el lecho inferior con operación a flujo libre para los usuarios con destino hacia Blvd. Mariano Escobedo por ello la sección cambia 3 carriles a un carril para el modelado del tramo

de interés y de intervención, pero también con la consecuente afectación en su demanda. Es de importancia mencionar que de acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito la intersección superior mejora dado que la longitud de almacenamiento se incrementa para las filas del semáforo porque la construcción de la rampa de proyecto se alarga para dar mejores condiciones geométricas de operación a los usuarios que tienen como destino el lecho bajo del Malecón por lo que permite un mayor almacenamiento en comparación con la situación actual y para el caso de la vialidad a flujo libre a intervenir, se mejoran sus condiciones de seguridad y comodidad, permitiendo un incremento en la velocidad de operación de la misma.

Tabla 43 Características de las Rampas con Proyecto

Rampa	Coordenadas	Número de Carriles	Ancho de Carril	Ancho de Acotamiento	Ancho de Muro
1	21.130013°, -101.677571°	1	3.5 m	0.60 m (Izquierdo) y 1.80 m (Derecho)	0.60 m
2	21.124905°, -101.674734°	1	3.1 m	0.60 m (Izquierdo) y 0.60 m (Derecho)	0.20 m
3	21.121121°, -101.672563°	2	3.5 m	0.60 m (Izquierdo) y 0.60 m (Derecho)	0.60 m
4	21.118237°, -101.668069°	1	3.5 m	0.60 m (Izquierdo) y 1.80 m (Derecho)	0.20 m
5	21.115244°, -101.666150°	2	3.5 m	0.60 m (Izquierdo) y 1.80 m (Derecho)	0.60 m

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo.

## I) Análisis de la Demanda

En la Tabla 44 se muestra la demanda para la situación con proyecto.

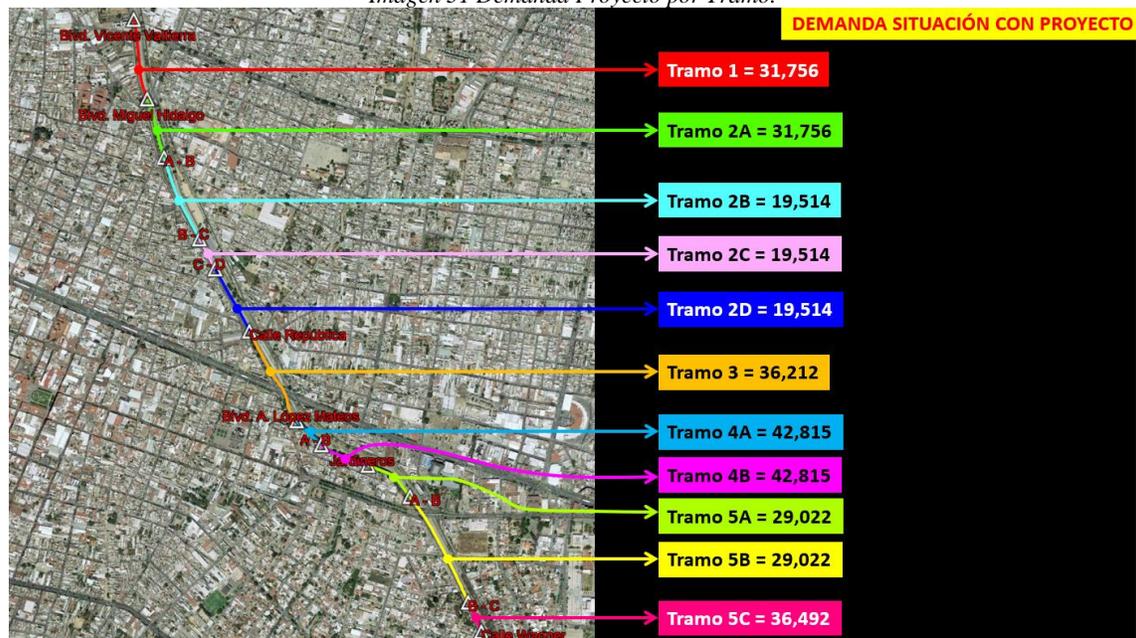
Tabla 44. Demanda Proyecto

Descripción	Tramo 1	Tramo 2				Tramo 3	Tramo 4	
		A	B	C	D			
	Blvd. Vicente Valtierra – Blvd. Miguel Hidalgo	Blvd. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo	Calle 5 de mayo - Amado Nervo	Amado Nervo - Rosa de Castilla	Rosa de Castilla - Calle República	Calle República – Blvd. López Mateos	Blvd. López Mateos – Hortelanos	
Longitud (km)	0.33	0.25	0.36	0.14	0.29	0.415	0.14	
Velocidad con congestión (km/hr)	43.91	52.44	50.07	50.07	50.07	50.53	43.02	
Velocidad sin congestión (km/hr)	44.28	53.07	50.44	51.44	51.44	51.04	46.96	
TDPA total*	31,756	31,756	19,514	19,514	19,514	36,212	42,815	
TDPA con congestión	16,851	16,851	10,355	10,355	10,355	19,215	22,719	
TDPA sin congestión	14,905	14,905	9,159	9,159	9,159	16,997	20,096	
A %	100	100	100	100	100	100	94	
B%	0	0	0	0	0	0	0	
C%	0	0	0	0	0	0	6	
		Tramo 4			Tramo 5			
		B	C	D	A	B	C	

Descripción	Hortelanos – Jardineros	N/A	N/A	Jardineros – Calzada de los Héroes	Calzada de los Héroes – Berlioz	Berlioz – Calle Wagner
Longitud (km)	0.21	0.113	0.074	0.22	0.49	0.13
Velocidad con congestión (km/hr)	43.02	44.37	43.49	49.77	52	50
Velocidad sin congestión (km/hr)	46.96	47.99	47.45	50.42	52.12	51
TDPA total*	42,815	13,793	13,793	29,022	29,022	36,492
TDPA con congestión	22,719	7,319	7,319	15,400	15,400	19,363
TDPA sin congestión	20,096	6,474	6,474	13,622	13,622	17,129
A %	94	94	94	100	100	96
B%	0	0	0	0	0	1
C%	6	6	6	0	0	3

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Imagen 31 Demanda Proyecto por Tramo.



Fuente: Elaboración propia.

En lo que corresponde la demanda de la rampa anterior al Blvd. Hidalgo y que se va a cancelar, se realiza el análisis de la misma en la situación con proyecto con su aportación a la vialidad superior, pero de proyecto, está, no sufre cambios o ajustes por lo que el análisis de este demérito se realizara a continuación, si bien la demanda es local es de importancia valorar y analizar el impacto que tendrá sobre la vialidad superior.

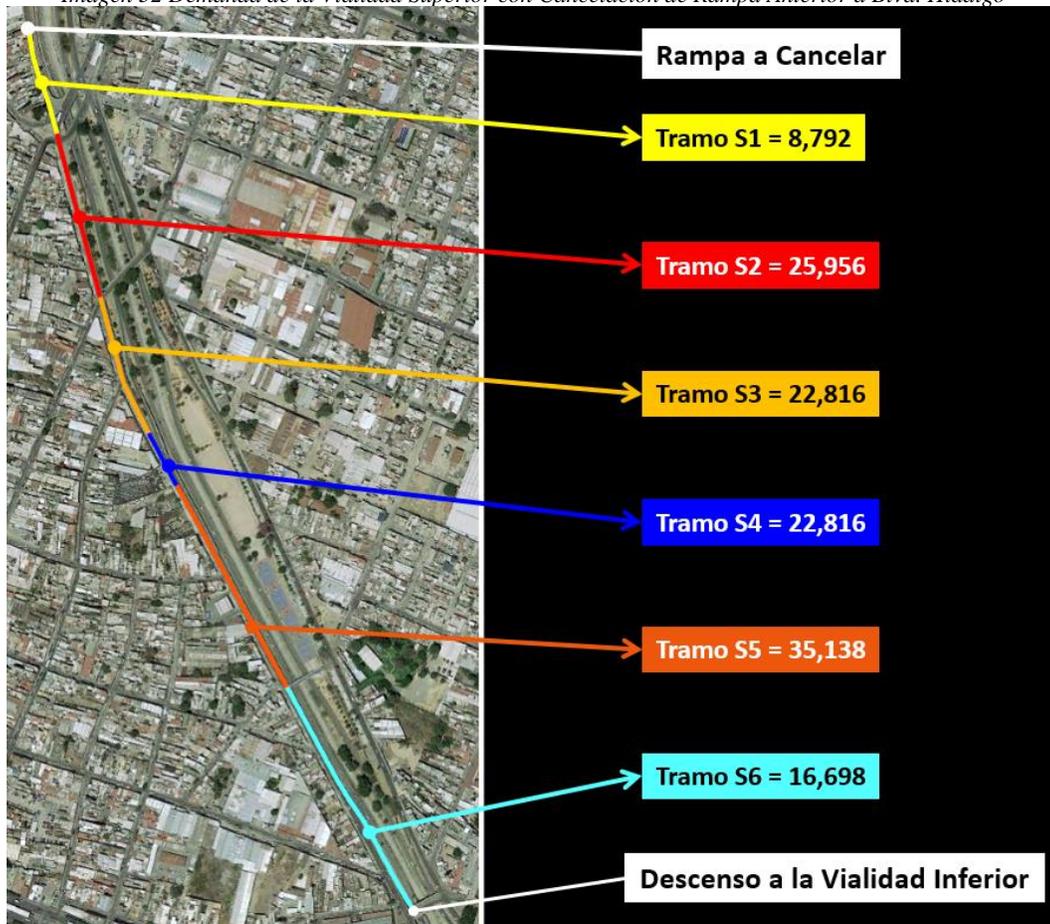
Tabla 45 Demanda Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo

	Tramo S1	Tramo S2	Tramo S3	Tramo S4	Tramo S5	Tramo S6
Coordenada de Inicio	21.133647°, -101.678708°	21.132517°, -101.678384°	21.130763°, -101.677891°	21.129336°, -101.677343°	21.128781°, -101.677029°	21.126642°, -101.675773°
Coordenada Fin	21.132517°, -101.678384°	21.130763°, -101.677891°	21.129336°, -101.677343°	21.128781°, -101.677029°	21.126642°, -101.675773°	21.124271°, -101.674297°

Longitud (km)	0.13	0.20	0.17	0.07	0.27	0.305
Velocidad con congestión (km/hr)	36.30	35.50	36.45	39.99	37.09	32.24
Velocidad sin congestión (km/hr)	38.73	41.12	42.51	44.24	42.20	35.52
TDPA total*	8,792	25,956	22,816	22,816	35,138	16,698
TDPA con congestión	4,665	13,774	12,107	12,107	18,646	8,860
TDPA sin congestión	4,127	12,182	10,709	10,709	16,493	7,838
A %	93	92.1	93.7	93.7	93.1	100
B%	5.5	6.4	4.4	4.4	5.3	0
C%	1.5	1.5	1.9	1.9	1.6	0

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Imagen 32 Demanda de la Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo



Fuente: Elaboración propia.

## m) Interacción Oferta-Demanda

De acuerdo con la tasa de crecimiento estimada del 1.50%, se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda para el proyecto, se estudió su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se estima que el nivel de servicio del proyecto se mantiene adecuado durante el horizonte de proyecto.

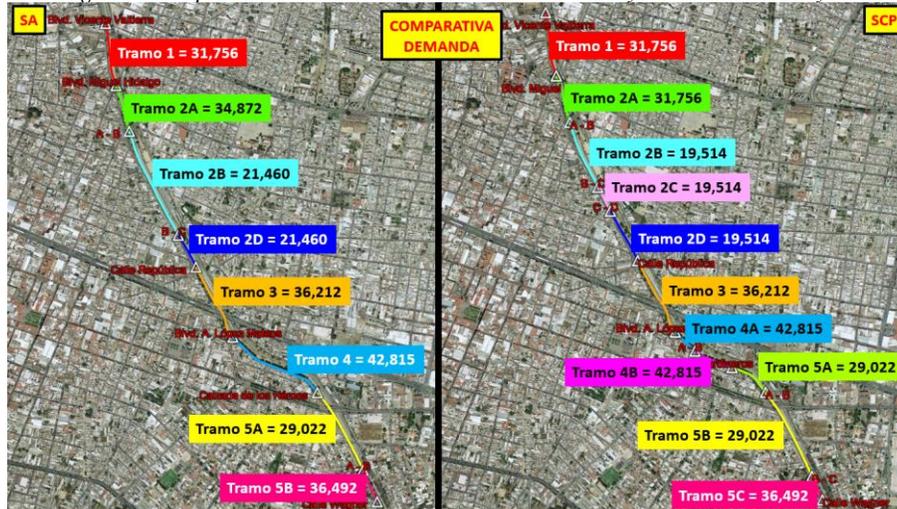
A continuación, se presentan las comparativas entre la Situación Actual y la Situación con Proyecto de acuerdo a la oferta y la demanda.

Imagen 33 Comparativa de Oferta de la Situación Actual y Situación con Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 34 Comparativa de Demanda de la Situación Actual y Situación con Proyecto.

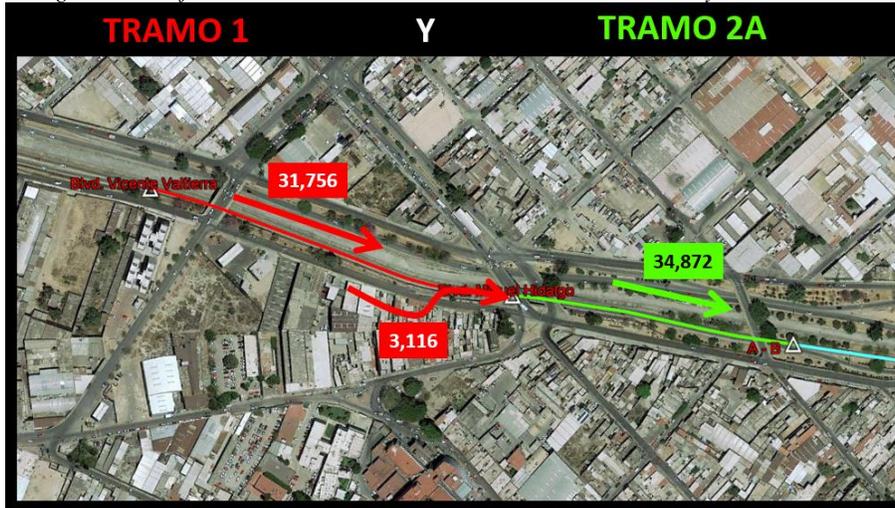


Fuente: Elaboración propia.

Ahora en lo que respecta a la operación vehicular en términos de volúmenes vehiculares o TDPA, a continuación, se muestra el recorrido por tramos en Demanda de estos volúmenes, tanto para la Situación Actual como para la Situación Con Proyecto.

Iniciamos con la Demanda de la Situación sin Proyecto.

Imagen 35 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 1 – 2A



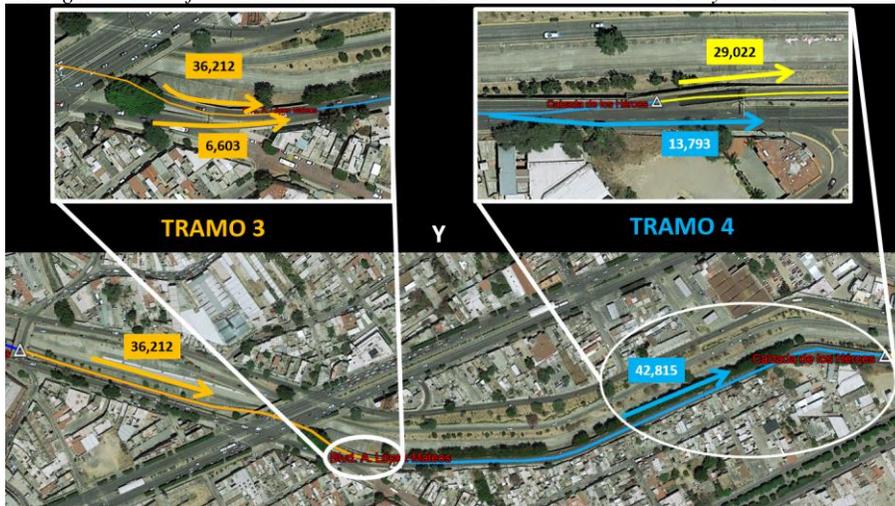
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 36 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 2B – 2C.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 37 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 3 - 4.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 38 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 5A – 5B.



Fuente: Elaboración propia.

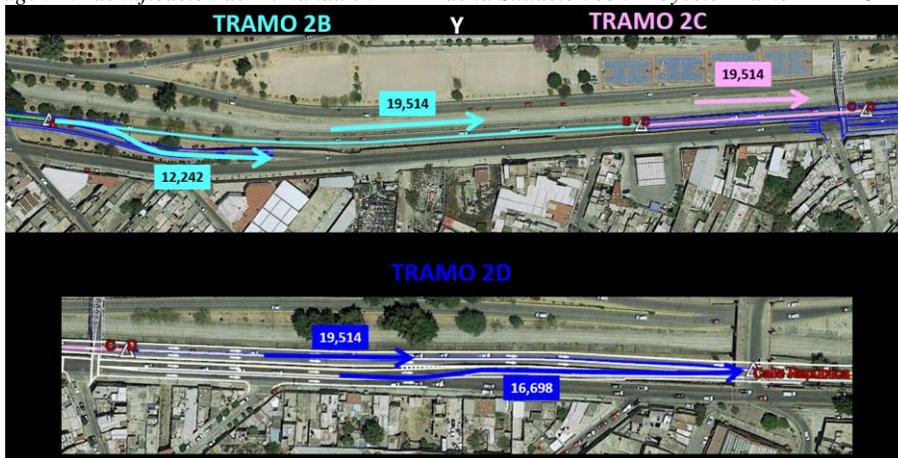
Ahora se muestra el recorrido por tramos en Demanda de estos volúmenes para la Situación Con Proyecto.

Imagen 39 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 1 – 2A



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 40 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 2B – 2C – 2D.



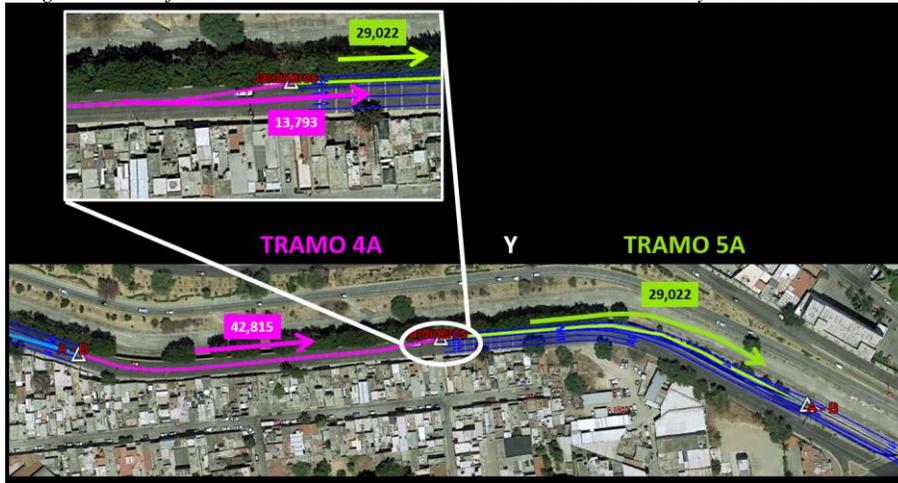
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 41 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 3 – 4A.



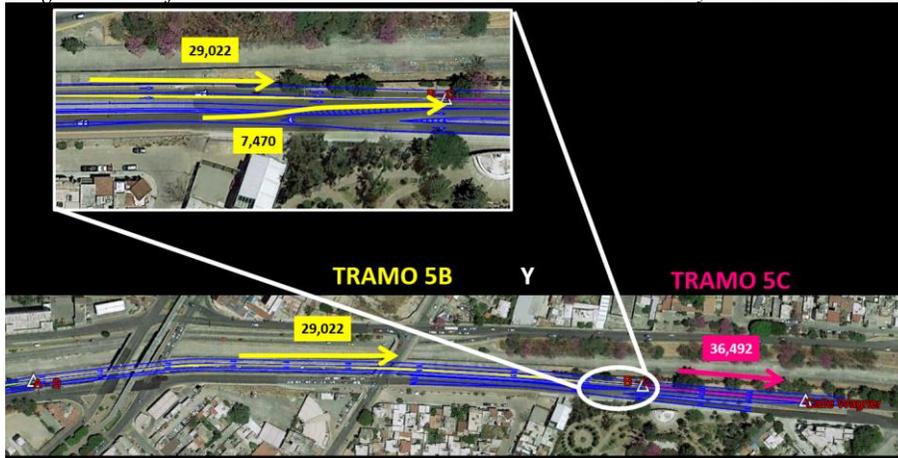
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 42 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 4A – 5A.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 43 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 5B – 5C.



Fuente: Elaboración propia.

Para el apartado de situación actual, las velocidades en el año 0 disminuyen debido a las molestias por construcción.

Tabla 46. Niveles de servicio en la situación con proyecto

Año	Tramo 1					Tramo 2A				
	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h
0	16,851	14,905	D	25.95	34.56	16,851	14,905	E	20.00	42.44
1	17,104	15,129	B	43.91	44.28	17,104	15,129	A	52.44	53.07
2	17,360	15,356	B	43.28	43.80	17,360	15,356	A	51.69	52.49
3	17,621	15,586	B	42.64	43.30	17,621	15,586	A	50.92	51.90
4	17,885	15,820	B	41.98	42.80	17,885	15,820	A	50.14	51.29
5	18,153	16,057	B	41.31	42.28	18,153	16,057	B	49.34	50.68
6	18,426	16,298	B	40.63	41.76	18,426	16,298	B	48.52	50.05
7	18,702	16,543	B	39.93	41.22	18,702	16,543	B	47.69	49.40
8	18,983	16,791	B	39.22	40.67	18,983	16,791	B	46.84	48.75
9	19,267	17,043	C	38.49	40.12	19,267	17,043	B	45.97	48.08
10	19,556	17,298	C	37.75	39.55	19,556	17,298	B	45.08	47.40
11	19,850	17,558	C	36.99	38.96	19,850	17,558	B	44.17	46.70
12	20,147	17,821	C	36.21	38.37	20,147	17,821	B	43.24	45.99
13	20,450	18,088	C	35.42	37.76	20,450	18,088	B	42.30	45.26
14	20,756	18,360	C	34.60	37.14	20,756	18,360	B	41.33	44.52
15	21,068	18,635	C	33.77	36.51	21,068	18,635	B	40.33	43.76
16	21,384	18,915	C	32.93	35.87	21,384	18,915	B	39.32	42.99
17	21,704	19,198	C	32.06	35.21	21,704	19,198	C	38.29	42.20
18	22,030	19,486	C	31.17	34.53	22,030	19,486	C	37.23	41.39
19	22,360	19,779	C	30.26	33.84	22,360	19,779	C	36.14	40.56
20	22,696	20,075	C	29.33	33.14	22,696	20,075	C	35.03	39.72
21	23,036	20,376	C	28.38	32.42	23,036	20,376	C	33.90	38.86
22	23,382	20,682	D	27.41	31.69	23,382	20,682	C	32.74	37.98
23	23,733	20,992	D	26.42	30.93	23,733	20,992	C	31.55	37.08
24	24,089	21,307	D	25.40	30.17	24,089	21,307	C	30.33	36.15
25	24,450	21,627	D	24.35	29.38	24,450	21,627	C	29.09	35.21
26	24,817	21,951	D	23.29	28.58	24,817	21,951	D	27.81	34.25
27	25,189	22,280	D	22.19	27.75	25,189	22,280	D	26.50	33.26
28	25,567	22,615	E	21.07	26.91	25,567	22,615	D	25.17	32.26
29	25,950	22,954	E	19.92	26.05	25,950	22,954	D	23.80	31.23
30	26,340	23,298	E	18.75	25.17	26,340	23,298	D	22.39	30.17
Año	Tramo 2B					Tramo 2C				
	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h
0	10,355	9,159	F	16.00	40.08	10,355	9,159	F	15.00	40.00
1	10,510	9,297	A	50.07	50.44	10,510	9,297	A	50.07	51.44
2	10,668	9,436	B	49.79	50.20	10,668	9,436	B	49.79	51.20
3	10,828	9,578	B	49.50	49.96	10,828	9,578	B	49.50	50.95
4	10,990	9,721	B	49.20	49.72	10,990	9,721	B	49.20	50.70
5	11,155	9,867	B	48.90	49.47	11,155	9,867	B	48.90	50.45
6	11,323	10,015	B	48.59	49.21	11,323	10,015	B	48.59	50.19
7	11,492	10,165	B	48.28	48.95	11,492	10,165	B	48.28	49.92
8	11,665	10,318	B	47.96	48.69	11,665	10,318	B	47.96	49.65
9	11,840	10,473	B	47.64	48.42	11,840	10,473	B	47.64	49.38
10	12,017	10,630	B	47.31	48.15	12,017	10,630	B	47.31	49.10
11	12,198	10,789	B	46.97	47.87	12,198	10,789	B	46.97	48.82
12	12,381	10,951	B	46.63	47.58	12,381	10,951	B	46.63	48.53
13	12,566	11,115	B	46.28	47.29	12,566	11,115	B	46.28	48.23
14	12,755	11,282	B	45.93	47.00	12,755	11,282	B	45.93	47.93
15	12,946	11,451	B	45.57	46.70	12,946	11,451	B	45.57	47.63

16	13,140	11,623	B	45.20	46.39	13,140	11,623	B	45.20	47.31
17	13,337	11,797	B	44.82	46.08	13,337	11,797	B	44.82	47.00
18	13,538	11,974	B	44.44	45.77	13,538	11,974	B	44.44	46.67
19	13,741	12,154	B	44.05	45.44	13,741	12,154	B	44.05	46.34
20	13,947	12,336	B	43.65	45.11	13,947	12,336	B	43.65	46.01
21	14,156	12,521	B	43.24	44.78	14,156	12,521	B	43.24	45.67
22	14,368	12,709	B	42.83	44.44	14,368	12,709	B	42.83	45.32
23	14,584	12,900	B	42.40	44.09	14,584	12,900	B	42.40	44.96
24	14,803	13,093	B	41.97	43.73	14,803	13,093	B	41.97	44.60
25	15,025	13,290	B	41.53	43.37	15,025	13,290	B	41.53	44.23
26	15,250	13,489	B	41.08	43.00	15,250	13,489	B	41.08	43.86
27	15,479	13,691	B	40.63	42.63	15,479	13,691	B	40.63	43.47
28	15,711	13,897	B	40.16	42.24	15,711	13,897	B	40.16	43.08
29	15,947	14,105	B	39.69	41.85	15,947	14,105	B	39.69	42.68
30	16,186	14,317	B	39.20	41.45	16,186	14,317	B	39.20	42.28
	Tramo 2D					Tramo 3				
Año	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h
0	10,355	9,159	D	25.67	33.46	19,215	16,997	D	26.89	32.43
1	10,510	9,297	A	50.07	51.44	19,503	17,252	A	50.53	51.04
2	10,668	9,436	B	49.79	51.20	19,796	17,511	B	49.27	50.14
3	10,828	9,578	B	49.50	50.95	20,093	17,774	B	47.98	49.23
4	10,990	9,721	B	49.20	50.70	20,394	18,040	B	46.67	48.29
5	11,155	9,867	B	48.90	50.45	20,700	18,311	B	45.32	47.33
6	11,323	10,015	B	48.59	50.19	21,010	18,585	B	43.94	46.36
7	11,492	10,165	B	48.28	49.92	21,326	18,864	B	42.53	45.36
8	11,665	10,318	B	47.96	49.65	21,646	19,147	B	41.09	44.34
9	11,840	10,473	B	47.64	49.38	21,970	19,434	B	39.61	43.29
10	12,017	10,630	B	47.31	49.10	22,300	19,726	C	38.10	42.23
11	12,198	10,789	B	46.97	48.82	22,634	20,022	C	36.55	41.14
12	12,381	10,951	B	46.63	48.53	22,974	20,322	C	34.97	40.02
13	12,566	11,115	B	46.28	48.23	23,318	20,627	C	33.35	38.88
14	12,755	11,282	B	45.93	47.93	23,668	20,936	C	31.68	37.71
15	12,946	11,451	B	45.57	47.63	24,023	21,250	C	29.98	36.52
16	13,140	11,623	B	45.20	47.31	24,384	21,569	C	28.24	35.29
17	13,337	11,797	B	44.82	47.00	24,749	21,893	D	26.45	34.04
18	13,538	11,974	B	44.44	46.67	25,121	22,221	D	24.61	32.76
19	13,741	12,154	B	44.05	46.34	25,497	22,554	D	22.73	31.45
20	13,947	12,336	B	43.65	46.01	25,880	22,893	E	20.81	30.11
21	14,156	12,521	B	43.24	45.67	26,268	23,236	E	18.83	28.74
22	14,368	12,709	B	42.83	45.32	26,662	23,585	F	16.80	27.33
23	14,584	12,900	B	42.40	44.96	27,062	23,938	F	14.72	25.89
24	14,803	13,093	B	41.97	44.60	27,468	24,298	F	12.58	24.41
25	15,025	13,290	B	41.53	44.23	27,880	24,662	F	10.39	22.89
26	15,250	13,489	B	41.08	43.86	28,298	25,032	F	10.24	21.34
27	15,479	13,691	B	40.63	43.47	28,723	25,407	F	10.24	19.75
28	15,711	13,897	B	40.16	43.08	29,153	25,789	F	10.24	18.12
29	15,947	14,105	B	39.69	42.68	29,591	26,175	F	10.24	16.44
30	16,186	14,317	B	39.20	42.28	30,035	26,568	F	10.24	14.72
	Tramo 4 <sup>a</sup>					Tramo 4B				
Año	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h
0	22,719	20,096	D	25.60	27.38	22,719	20,096	C	32.00	33.60
1	23,060	20,397	B	43.02	46.96	23,060	20,397	B	43.02	46.96
2	23,405	20,703	B	42.63	46.60	23,405	20,703	B	42.63	46.60
3	23,757	21,014	B	42.22	46.24	23,757	21,014	B	42.22	46.24
4	24,113	21,329	B	41.82	45.87	24,113	21,329	B	41.82	45.87

5	24,475	21,649	B	41.40	45.50	24,475	21,649	B	41.40	45.50
6	24,842	21,974	B	40.99	45.12	24,842	21,974	B	40.99	45.12
7	25,214	22,303	B	40.56	44.74	25,214	22,303	B	40.56	44.74
8	25,592	22,638	B	40.13	44.35	25,592	22,638	B	40.13	44.35
9	25,976	22,978	B	39.69	43.96	25,976	22,978	B	39.69	43.96
10	26,366	23,322	B	39.25	43.55	26,366	23,322	B	39.25	43.55
11	26,762	23,672	C	38.80	43.15	26,762	23,672	C	38.80	43.15
12	27,163	24,027	C	38.34	42.73	27,163	24,027	C	38.34	42.73
13	27,570	24,388	C	37.87	42.31	27,570	24,388	C	37.87	42.31
14	27,984	24,753	C	37.40	41.89	27,984	24,753	C	37.40	41.89
15	28,404	25,125	C	36.92	41.46	28,404	25,125	C	36.92	41.46
16	28,830	25,502	C	36.44	41.02	28,830	25,502	C	36.44	41.02
17	29,262	25,884	C	35.95	40.57	29,262	25,884	C	35.95	40.57
18	29,701	26,272	C	35.45	40.12	29,701	26,272	C	35.45	40.12
19	30,147	26,666	C	34.94	39.66	30,147	26,666	C	34.94	39.66
20	30,599	27,066	C	34.42	39.20	30,599	27,066	C	34.42	39.20
21	31,058	27,472	C	33.90	38.73	31,058	27,472	C	33.90	38.73
22	31,524	27,884	C	33.37	38.25	31,524	27,884	C	33.37	38.25
23	31,997	28,303	C	32.83	37.76	31,997	28,303	C	32.83	37.76
24	32,477	28,727	C	32.29	37.27	32,477	28,727	C	32.29	37.27
25	32,964	29,158	C	31.73	36.77	32,964	29,158	C	31.73	36.77
26	33,458	29,596	C	31.17	36.26	33,458	29,596	C	31.17	36.26
27	33,960	30,039	C	30.60	35.75	33,960	30,039	C	30.60	35.75
28	34,469	30,490	C	30.02	35.22	34,469	30,490	C	30.02	35.22
29	34,986	30,947	C	29.43	34.69	34,986	30,947	C	29.43	34.69
30	35,511	31,412	C	28.83	34.15	35,511	31,412	C	28.83	34.15
	Tramo 4C					Tramo 4D				
<b>Año</b>	<b>TDPA con congestión</b>	<b>TDPA sin congestión</b>	<b>NS</b>	<b>Velocidad con congestión Auto km/h</b>	<b>Velocidad sin congestión Auto km/h</b>	<b>TDPA con congestión</b>	<b>TDPA sin congestión</b>	<b>NS</b>	<b>Velocidad con congestión Auto km/h</b>	<b>Velocidad sin congestión Auto km/h</b>
0	7,319	6,474	C	29.04	30.98	7,319	6,474	C	28.40	32.90
1	7,429	6,571	B	44.37	47.99	7,429	6,571	B	43.49	47.45
2	7,540	6,669	B	44.20	47.84	7,540	6,669	B	43.33	47.30
3	7,653	6,769	B	44.03	47.68	7,653	6,769	B	43.16	47.15
4	7,768	6,871	B	43.86	47.53	7,768	6,871	B	42.99	46.99
5	7,885	6,974	B	43.68	47.37	7,885	6,974	B	42.82	46.84
6	8,003	7,079	B	43.50	47.20	8,003	7,079	B	42.64	46.67
7	8,123	7,185	B	43.32	47.04	8,123	7,185	B	42.47	46.51
8	8,245	7,293	B	43.14	46.87	8,245	7,293	B	42.29	46.34
9	8,369	7,402	B	42.95	46.70	8,369	7,402	B	42.10	46.18
10	8,494	7,513	B	42.76	46.52	8,494	7,513	B	41.91	46.00
11	8,622	7,626	B	42.56	46.35	8,622	7,626	B	41.72	45.83
12	8,751	7,740	B	42.37	46.17	8,751	7,740	B	41.53	45.65
13	8,882	7,856	B	42.16	45.98	8,882	7,856	B	41.33	45.47
14	9,015	7,974	B	41.96	45.80	9,015	7,974	B	41.13	45.28
15	9,151	8,094	B	41.75	45.61	9,151	8,094	B	40.92	45.09
16	9,288	8,215	B	41.54	45.41	9,288	8,215	B	40.72	44.90
17	9,427	8,338	B	41.32	45.22	9,427	8,338	B	40.50	44.71
18	9,569	8,463	B	41.10	45.02	9,569	8,463	B	40.29	44.51
19	9,712	8,590	B	40.87	44.81	9,712	8,590	B	40.07	44.31
20	9,858	8,719	B	40.64	44.60	9,858	8,719	B	39.84	44.10
21	10,006	8,850	B	40.41	44.39	10,006	8,850	B	39.61	43.89
22	10,156	8,983	B	40.17	44.18	10,156	8,983	B	39.38	43.68
23	10,308	9,117	B	39.93	43.96	10,308	9,117	B	39.14	43.46
24	10,463	9,254	B	39.69	43.74	10,463	9,254	C	38.90	43.24
25	10,620	9,393	B	39.44	43.51	10,620	9,393	C	38.66	43.02
26	10,779	9,534	B	39.18	43.28	10,779	9,534	C	38.41	42.79
27	10,941	9,677	C	38.92	43.04	10,941	9,677	C	38.15	42.56
28	11,105	9,822	C	38.65	42.80	11,105	9,822	C	37.89	42.32
29	11,271	9,969	C	38.38	42.56	11,271	9,969	C	37.63	42.08

30	11,440	10,119	C	38.11	42.31	11,440	10,119	C	37.36	41.83
Año	Tramo 5ª					Tramo 5B				
	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h
0	15,400	13,622	C	29.16	34.01	15,400	13,622	C	31.99	35.39
1	15,631	13,827	B	49.77	50.42	15,631	13,827	A	52.00	52.12
2	15,865	14,034	B	49.09	49.89	15,865	14,034	A	51.39	51.64
3	16,103	14,245	B	48.40	49.35	16,103	14,245	A	50.77	51.16
4	16,345	14,458	B	47.69	48.80	16,345	14,458	A	50.13	50.66
5	16,590	14,675	B	46.96	48.24	16,590	14,675	B	49.49	50.15
6	16,839	14,895	B	46.23	47.67	16,839	14,895	B	48.83	49.64
7	17,091	15,119	B	45.47	47.08	17,091	15,119	B	48.15	49.11
8	17,348	15,345	B	44.70	46.48	17,348	15,345	B	47.46	48.57
9	17,608	15,576	B	43.92	45.87	17,608	15,576	B	46.76	48.03
10	17,872	15,809	B	43.11	45.25	17,872	15,809	B	46.04	47.47
11	18,140	16,046	B	42.29	44.62	18,140	16,046	B	45.31	46.90
12	18,412	16,287	B	41.45	43.97	18,412	16,287	B	44.56	46.32
13	18,688	16,531	B	40.60	43.31	18,688	16,531	B	43.80	45.72
14	18,969	16,779	B	39.72	42.63	18,969	16,779	B	43.02	45.12
15	19,253	17,031	C	38.83	41.95	19,253	17,031	B	42.22	44.50
16	19,542	17,287	C	37.91	41.24	19,542	17,287	B	41.41	43.87
17	19,835	17,546	C	36.97	40.52	19,835	17,546	B	40.57	43.22
18	20,132	17,809	C	36.02	39.79	20,132	17,809	B	39.72	42.57
19	20,434	18,076	C	35.04	39.04	20,434	18,076	C	38.85	41.89
20	20,741	18,347	C	34.04	38.27	20,741	18,347	C	37.96	41.21
21	21,052	18,622	C	33.01	37.49	21,052	18,622	C	37.06	40.51
22	21,368	18,902	C	31.97	36.69	21,368	18,902	C	36.13	39.79
23	21,688	19,185	C	30.90	35.87	21,688	19,185	C	35.18	39.06
24	22,014	19,473	C	29.80	35.03	22,014	19,473	C	34.21	38.32
25	22,344	19,765	C	28.68	34.18	22,344	19,765	C	33.21	37.55
26	22,679	20,062	D	27.53	33.30	22,679	20,062	C	32.20	36.77
27	23,019	20,363	D	26.35	32.41	23,019	20,363	C	31.16	35.98
28	23,365	20,668	D	25.14	31.49	23,365	20,668	C	30.09	35.16
29	23,715	20,978	D	23.91	30.56	23,715	20,978	C	29.00	34.33
30	24,071	21,293	D	22.64	29.60	24,071	21,293	D	27.89	33.48
Año	Tramo 5C									
	TDPA con congestión	TDPA sin congestión	NS	Velocidad con congestión Auto km/h	Velocidad sin congestión Auto km/h					
0	19,363	17,129	C	29.67	33.76					
1	19,654	17,386	B	50.00	51.00					
2	19,948	17,647	B	49.66	50.71					
3	20,248	17,912	B	49.31	50.41					
4	20,551	18,180	B	48.96	50.11					
5	20,860	18,453	B	48.60	49.80					
6	21,173	18,730	B	48.24	49.49					
7	21,490	19,011	B	47.87	49.17					
8	21,812	19,296	B	47.50	48.85					
9	22,140	19,585	B	47.12	48.53					
10	22,472	19,879	B	46.74	48.20					
11	22,809	20,177	B	46.35	47.86					
12	23,151	20,480	B	45.95	47.52					
13	23,498	20,787	B	45.55	47.18					
14	23,851	21,099	B	45.14	46.83					
15	24,208	21,415	B	44.73	46.47					
16	24,572	21,737	B	44.31	46.11					
17	24,940	22,063	B	43.88	45.75					
18	25,314	22,394	B	43.45	45.38					

19	25,694	22,730	B	43.01	45.00
20	26,079	23,070	B	42.56	44.62
21	26,471	23,417	B	42.11	44.23
22	26,868	23,768	B	41.65	43.84
23	27,271	24,124	B	41.18	43.44
24	27,680	24,486	B	40.71	43.03
25	28,095	24,853	B	40.23	42.62
26	28,516	25,226	B	39.74	42.20
27	28,944	25,605	B	39.25	41.78
28	29,378	25,989	C	38.75	41.35
29	29,819	26,379	C	38.24	40.91
30	30,266	26,774	C	37.72	40.46

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

Tabla 47. CGV de la situación con proyecto (miles de pesos)

Año	Tramo 1			Tramo 2 <sup>a</sup>			Tramo 2B		
	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total
0	29,719	14,823	44,542	23,379	12,405	35,785	21,924	13,104	35,028
1	25,686	10,030	35,716	18,386	6,352	24,738	16,647	5,899	22,546
2	26,198	10,312	36,509	18,730	6,530	25,260	16,923	6,019	22,942
3	26,726	10,606	37,332	19,084	6,717	25,801	17,204	6,142	23,347
4	27,272	10,914	38,186	19,450	6,912	26,362	17,492	6,269	23,760
5	27,837	11,236	39,074	19,828	7,116	26,944	17,784	6,399	24,183
6	28,422	11,574	39,997	20,219	7,330	27,550	18,083	6,532	24,616
7	29,028	11,929	40,957	20,625	7,555	28,180	18,389	6,669	25,058
8	29,657	12,302	41,959	21,045	7,791	28,836	18,700	6,810	25,510
9	30,310	12,694	43,004	21,482	8,039	29,521	19,018	6,956	25,974
10	30,989	13,107	44,095	21,937	8,301	30,237	19,343	7,105	26,448
11	31,695	13,543	45,237	22,410	8,577	30,986	19,675	7,259	26,934
12	32,430	14,003	46,433	22,903	8,869	31,771	20,014	7,417	27,431
13	33,197	14,491	47,687	23,418	9,177	32,595	20,361	7,580	27,941
14	33,997	15,008	49,005	23,957	9,505	33,462	20,715	7,748	28,463
15	34,833	15,557	50,390	24,521	9,853	34,374	21,078	7,921	28,999
16	35,708	16,142	51,851	25,113	10,224	35,337	21,449	8,100	29,548
17	36,625	16,767	53,392	25,735	10,619	36,354	21,829	8,284	30,112
18	37,586	17,435	55,021	26,390	11,042	37,432	22,217	8,474	30,691
19	38,596	18,152	56,747	27,081	11,496	38,577	22,615	8,670	31,286
20	39,657	18,922	58,579	27,810	11,985	39,794	23,023	8,873	31,896
21	40,775	19,754	60,529	28,582	12,511	41,093	23,440	9,083	32,524
22	41,953	20,654	62,607	29,400	13,082	42,481	23,869	9,300	33,169
23	43,197	21,632	64,829	30,268	13,701	43,970	24,308	9,525	33,833
24	44,513	22,699	67,211	31,193	14,377	45,570	24,759	9,757	34,516
25	45,905	23,868	69,773	32,178	15,118	47,295	25,221	9,998	35,220
26	47,381	25,155	72,536	33,230	15,933	49,163	25,696	10,248	35,944
27	48,948	26,580	75,528	34,355	16,836	51,191	26,184	10,507	36,692
28	50,614	28,169	78,783	35,561	17,843	53,403	26,686	10,776	37,462
29	52,388	29,951	82,339	36,856	18,972	55,828	27,202	11,056	38,258
30	54,279	31,967	86,246	38,249	20,249	58,498	27,733	11,347	39,079
Año	Tramo 2C			Tramo 2D			Tramo 3		
	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total
0	8,642	5,350	13,992	16,190	8,162	24,353	43,176	21,368	64,544
1	6,383	2,273	8,656	13,222	4,709	17,931	35,224	12,489	47,713
2	6,489	2,319	8,808	13,441	4,805	18,246	35,949	12,955	48,904

3	6,597	2,367	8,964	13,665	4,903	18,568	36,704	13,452	50,156
4	6,707	2,416	9,122	13,892	5,004	18,896	37,492	13,983	51,475
5	6,819	2,466	9,285	14,125	5,108	19,233	38,317	14,552	52,869
6	6,934	2,517	9,451	14,362	5,214	19,577	39,180	15,164	54,344
7	7,051	2,570	9,621	14,605	5,324	19,929	40,087	15,824	55,911
8	7,170	2,625	9,794	14,852	5,436	20,289	41,040	16,537	57,577
9	7,292	2,680	9,972	15,105	5,552	20,657	42,045	17,311	59,356
10	7,416	2,738	10,154	15,363	5,672	21,034	43,106	18,155	61,261
11	7,544	2,797	10,341	15,626	5,794	21,420	44,229	19,078	63,307
12	7,674	2,858	10,532	15,895	5,921	21,816	45,420	20,093	65,513
13	7,807	2,921	10,728	16,171	6,051	22,222	46,685	21,215	67,900
14	7,942	2,986	10,928	16,452	6,185	22,637	48,033	22,463	70,496
15	8,081	3,053	11,134	16,740	6,323	23,064	49,471	23,861	73,332
16	8,224	3,121	11,345	17,035	6,466	23,501	51,010	25,439	76,449
17	8,369	3,193	11,562	17,336	6,613	23,949	52,660	27,236	79,896
18	8,518	3,266	11,784	17,645	6,765	24,410	54,432	29,305	83,737
19	8,671	3,342	12,012	17,961	6,922	24,883	56,340	31,717	88,058
20	8,827	3,420	12,247	18,285	7,084	25,369	58,400	34,572	92,972
21	8,987	3,501	12,488	18,617	7,252	25,868	60,627	38,015	98,641
22	9,152	3,584	12,736	18,957	7,425	26,382	63,040	42,264	105,304
23	9,320	3,671	12,991	19,306	7,604	26,910	65,660	47,669	113,330
24	9,493	3,761	13,254	19,664	7,790	27,454	68,512	54,832	123,344
25	9,670	3,854	13,524	20,031	7,982	28,014	71,620	64,879	136,499
26	9,853	3,950	13,802	20,409	8,182	28,591	75,016	67,892	142,908
27	10,040	4,050	14,090	20,797	8,389	29,186	78,732	70,566	149,298
28	10,232	4,154	14,386	21,195	8,604	29,799	82,806	73,654	156,460
29	10,430	4,261	14,692	21,605	8,827	30,433	86,459	77,296	163,755
30	10,634	4,373	15,007	22,027	9,059	31,087	88,767	81,707	170,474
	<b>Tramo 4A</b>			<b>Tramo 4B</b>			<b>Tramo 4C</b>		
<b>Año</b>	<b>COV</b>	<b>Costos por tiempos de recorrido</b>	<b>CGV total</b>	<b>COV</b>	<b>Costos por tiempos de recorrido</b>	<b>CGV total</b>	<b>COV</b>	<b>Costos por tiempos de recorrido</b>	<b>CGV total</b>
0	20,034	10,298	30,332	27,582	12,499	40,081	4,976	2,367	7,343
1	16,519	6,225	22,744	25,078	9,337	34,415	4,253	1,576	5,829
2	16,814	6,371	23,185	25,524	9,557	35,080	4,322	1,605	5,927
3	17,115	6,522	23,637	25,980	9,783	35,763	4,391	1,635	6,026
4	17,423	6,678	24,101	26,447	10,016	36,464	4,462	1,665	6,128
5	17,739	6,839	24,578	26,926	10,258	37,184	4,535	1,696	6,231
6	18,063	7,005	25,068	27,416	10,508	37,923	4,608	1,728	6,336
7	18,395	7,177	25,572	27,918	10,766	38,684	4,683	1,761	6,444
8	18,734	7,355	26,090	28,433	11,033	39,466	4,759	1,794	6,554
9	19,083	7,539	26,623	28,961	11,309	40,270	4,837	1,828	6,665
10	19,441	7,730	27,171	29,502	11,596	41,098	4,916	1,863	6,780
11	19,808	7,928	27,736	30,058	11,892	41,950	4,997	1,899	6,896
12	20,184	8,133	28,318	30,628	12,200	42,828	5,079	1,936	7,015
13	20,571	8,346	28,917	31,214	12,519	43,733	5,163	1,973	7,136
14	20,969	8,567	29,536	31,815	12,851	44,666	5,248	2,012	7,260
15	21,377	8,796	30,174	32,434	13,195	45,628	5,335	2,051	7,386
16	21,797	9,035	30,832	33,069	13,552	46,621	5,424	2,092	7,515
17	22,229	9,283	31,512	33,723	13,924	47,647	5,514	2,133	7,647
18	22,674	9,541	32,215	34,395	14,311	48,706	5,606	2,176	7,782
19	23,131	9,810	32,941	35,087	14,715	49,802	5,700	2,219	7,919
20	23,603	10,090	33,693	35,800	15,135	50,935	5,796	2,264	8,060
21	24,088	10,382	34,470	36,534	15,573	52,107	5,894	2,310	8,203
22	24,589	10,687	35,276	37,291	16,031	53,322	5,993	2,357	8,350
23	25,105	11,006	36,111	38,072	16,509	54,581	6,095	2,405	8,500
24	25,638	11,339	36,977	38,877	17,009	55,886	6,199	2,455	8,654
25	26,188	11,688	37,876	39,708	17,532	57,240	6,305	2,506	8,811
26	26,756	12,054	38,809	40,566	18,081	58,647	6,413	2,559	8,972

27	27,343	12,437	39,780	41,453	18,656	60,109	6,524	2,613	9,136
28	27,949	12,840	40,789	42,370	19,260	61,630	6,636	2,668	9,305
29	28,577	13,263	41,840	43,318	19,894	63,213	6,752	2,725	9,477
30	29,227	13,708	42,935	44,300	20,562	64,862	6,870	2,784	9,654
Año	Tramo 4D			Tramo 5A			Tramo 5B		
	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total
0	3,239	1,529	4,767	17,897	8,493	26,390	38,701	17,644	56,345
1	2,833	1,048	3,881	15,003	5,380	20,382	33,030	11,526	44,556
2	2,879	1,068	3,946	15,286	5,528	20,814	33,627	11,823	45,450
3	2,925	1,088	4,013	15,578	5,682	21,260	34,241	12,132	46,373
4	2,973	1,108	4,080	15,879	5,844	21,723	34,872	12,453	47,325
5	3,021	1,128	4,149	16,191	6,012	22,203	35,521	12,788	48,309
6	3,070	1,150	4,219	16,512	6,189	22,701	36,190	13,136	49,326
7	3,120	1,171	4,291	16,846	6,374	23,219	36,879	13,500	50,379
8	3,171	1,194	4,364	17,191	6,568	23,759	37,590	13,879	51,469
9	3,222	1,216	4,439	17,549	6,771	24,320	38,324	14,275	52,600
10	3,275	1,240	4,515	17,920	6,986	24,906	39,083	14,690	53,773
11	3,329	1,263	4,592	18,307	7,211	25,518	39,868	15,123	54,991
12	3,384	1,288	4,671	18,709	7,449	26,158	40,680	15,578	56,258
13	3,439	1,313	4,752	19,128	7,700	26,828	41,522	16,055	57,577
14	3,496	1,338	4,835	19,565	7,966	27,531	42,396	16,556	58,952
15	3,554	1,365	4,919	20,021	8,248	28,269	43,303	17,084	60,386
16	3,613	1,391	5,005	20,499	8,547	29,046	44,246	17,639	61,885
17	3,674	1,419	5,093	20,999	8,865	29,865	45,228	18,225	63,454
18	3,735	1,447	5,182	21,524	9,205	30,729	46,252	18,845	65,097
19	3,798	1,476	5,274	22,076	9,568	31,643	47,321	19,501	66,821
20	3,861	1,506	5,367	22,656	9,956	32,613	48,437	20,196	68,633
21	3,927	1,537	5,463	23,268	10,374	33,642	49,606	20,935	70,541
22	3,993	1,568	5,561	23,913	10,824	34,737	50,830	21,722	72,552
23	4,061	1,600	5,661	24,596	11,311	35,907	52,115	22,561	74,676
24	4,130	1,633	5,763	25,318	11,839	37,157	53,465	23,460	76,924
25	4,201	1,667	5,868	26,084	12,414	38,498	54,885	24,423	79,308
26	4,273	1,702	5,975	26,898	13,043	39,942	56,383	25,459	81,842
27	4,347	1,738	6,085	27,764	13,735	41,499	57,964	26,577	84,540
28	4,422	1,775	6,197	28,687	14,499	43,186	59,635	27,786	87,421
29	4,499	1,813	6,312	29,673	15,348	45,021	61,405	29,101	90,505
30	4,577	1,852	6,429	30,726	16,299	47,025	63,282	30,534	93,816
Año	Tramo 5C								
	COV	Costos por tiempos de recorrido	CGV total						
0	14,263	7,086	21,349						
1	13,478	4,822	18,300						
2	13,689	4,921	18,609						
3	13,904	5,022	18,925						
4	14,122	5,126	19,248						
5	14,344	5,233	19,577						
6	13,116	5,018	18,134						
7	13,340	5,129	18,469						
8	13,570	5,243	18,813						
9	13,804	5,360	19,165						
10	14,044	5,482	19,526						
11	14,289	5,607	19,896						
12	14,540	5,735	20,275						
13	14,796	5,868	20,664						

14	15,058	6,005	21,063
15	15,327	6,146	21,473
16	15,601	6,292	21,894
17	15,883	6,443	22,326
18	16,171	6,599	22,770
19	16,467	6,760	23,227
20	16,769	6,927	23,696
21	17,080	7,099	24,179
22	17,398	7,278	24,676
23	17,725	7,462	25,188
24	18,061	7,654	25,715
25	18,405	7,853	26,258
26	18,759	8,059	26,818
27	19,123	8,273	27,395
28	19,497	8,495	27,992
29	19,882	8,726	28,607
30	20,277	8,966	29,243

*Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.*

Se puede observar en la tabla anterior que en el año 0 el ahorro es negativo, causado por la reducción de las velocidades durante la ejecución de la obra en la situación con proyecto. Esta diferencia de los costos generalizados de viajes de la situación sin proyecto contra la situación con proyecto en el año 0 se considera como costos por molestias.

Cabe señalar como NOTA METODOLOGICA qué, se realizaron los cálculos correspondientes a la cancelación de la rampa, para la estimación del demerito que causara dicha acción, estos análisis no se incluyen en el documento, pero si en los cálculos correspondientes para la estimación del TIR, TRI y VPN, esto debido a que no va a existir cambio en la geometría de la vialidad superior, solo de la demanda, está, siendo demanda local, lo anterior, para evitar confusiones dentro del presente documento y bajo el fundamento de que la vialidad superior no forma parte de la intervención del proyecto a evaluar y por lo tanto no se interfiere ni se mejora el pavimento de dicha vialidad. Además, con el objetivo de evitar que al incluir los cálculos en el presente se genere una confusión que pueda llevar a pensar que se realizarán cambios en la geometría y/o en los pavimentos.

## V. Evaluación del PPI

### a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

#### *Costos de inversión*

La inversión total estimada es de \$156,891,308.26, a pesos constantes, sin incluir el IVA, la cual se ejercerá en el primer y único año.

#### *Costos de mantenimiento y conservación*

*Tabla 48 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Asfáltico*

Tipo de pavimento	Rutinari o Anual	Bacheo General (cada 4 años)	Sobrecarpeta (Cada 8 años)	Reconstrucción (cada 16 años)
Asfalto	34	250	1,000	2,500

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

*Tabla 49 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Hidráulico*

Tipo de pavimento	Rutinario anual	Reparación Superficial (cada 5 años)	Reparación Mayor (cada 10 años)
Hidráulico	34	500	1,200

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

Los costos de mantenimiento y conservación para la superficie de rodamiento en asfalto corresponden a lo siguiente:

- (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;
- (ii) conservación periódica, que incluye bacheo general y riego de sello cada 4 años con una sobrecarpeta cada 8 años;
- (iii) reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada 16 años.

*Tabla 50. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos)*

Situación	Long. (km)	Rutinari o	Bacheo general cada 4 años	Sellado de grietas cada 8 años	Reconstrucción al año 16
Tramo 4B	0.21	21	158	630	1,575
Tramo 4D	0.074	5	37	148	370

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

En cuanto a costos de mantenimiento y conservación para la superficie en concreto hidráulico, se estimaron los correspondientes a:

- (i) mantenimiento normal, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;
- (ii) conservación rutinaria, que incluye sellado de grietas cada 5 años y cada 10 años, limpieza de grietas e inyección de concreto con refuerzos de acero.

Tabla 51. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto hidráulico (miles de pesos)

Situación	Long. (km)	Rutinario	Reparación Superficial de Losa cada 5 años	Reparación Mayor de Losa cada 10 años
Tramo 1	0.33	22	330	792
Tramo 2A	0.25	17	250	600
Tramo 2B	0.36	24	360	864
Tramo 2C	0.14	5	70	168
Tramo 2D	0.29	20	290	696
Tramo 3	0.415	28	415	996
Tramo 4A	0.14	14	210	504
Tramo 4C	0.113	8	113	271
Tramo 5A	0.22	7	110	264
Tramo 5B	0.49	33	490	1,176
Tramo 5C	0.13	13	195	468

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

### Costos por molestias durante la construcción

Cabe señalar que se incluyen los costos por molestias a los usuarios durante la construcción, ya que se consideran que las velocidades en la situación sin proyecto se reducirían en el año 0 de evaluación obteniendo un total de \$120,231 miles de pesos de costos por molestias.

Tabla 52. Costos por Molestias

Año	Costos por Molestias (miles de pesos)
0	120,231

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

## b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y (ii) ahorros en costo de operación vehicular.

### Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto. Las velocidades iniciales para ambos casos se muestran en la tabla de oferta-demanda de las

situaciones sin y con proyecto. En ambos casos, sin y con proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 201, Artículo 1, Enero-Febrero de 2023, emitido por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT). De acuerdo con el IMT, el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$60.39 y por motivo de placer de \$36.23 pesos por hora. Para el presente análisis, el conductor del automóvil se considera como viaje de trabajo y al pasajero como viaje de placer. Con base en información obtenida por SCT en encuestas origen-destino se obtiene una relación promedio de viajes de 64.3% viajes de trabajo y 35.7% viajes de placer. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la tabla siguiente.

*Tabla 53. Parámetros para estimar el valor del tiempo*

Concepto	Valor	Unidad
Valor del tiempo viaje de trabajo	60.39	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	36.23	\$/hr
Porcentaje de viajeros por motivo de trabajo	64.3	%
Número de pasajeros auto	2.20	pas/veh
Número de pasajeros autobús	19.30	pas/veh
Valor del tiempo de la carga	15.00	\$/hr/ton
Toneladas promedio	17.64	ton/veh

*Fuente: Boletín Notas 201, Artículo 1, enero - febrero de 2023 emitido por el IMT*

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TPDA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 31 años del horizonte del proyecto. La tabla siguiente se muestra los resultados y beneficios para el primer año de operación del proyecto.

*Tabla 54. Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto*

Concepto (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Ahorro de tiempo de viaje del tránsito	160,008	122,723	37,285

*Fuente: Elaboración propia a partir de la Evaluación Económica del Proyecto.*

### **Ahorro en costos de operación vehicular**

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 55. Parámetros para obtener los costos de operación vehicular

Parámetro	Unidad	Automóvil	Autobús	Camión
Precio del vehículo nuevo	\$	392,241.69	2'362,224.00	1'330,155.00
Costo del combustible*	\$/litro	18.26	19.59	19.59
Costo de los lubricantes	\$/litro	41.64	42.25	42.25
Costo por llanta nueva	\$/llanta	1,090.52	3,000.00	2,800.00
Tiempo de los operarios	\$/hora	35.35	92.68	74.14
Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
Tiempo de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	32.76	81.90	57.33

Fuente: Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano, 2023.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 31 años del horizonte del proyecto. Los costos de operación vehicular anuales se obtienen por tipo de vehículo y se encuentran en las hojas de cálculo anexas.

La siguiente tabla presenta los costos totales de operación vehicular para el primer año de operación de los 5 tramos del proyecto para las situaciones sin y con proyecto.

Tabla 56. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto

Concepto (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Ahorro de tiempo de costos de operación	338,603	305,609	32,994

Fuente: Elaboración propia a partir de la Evaluación Económica del Proyecto.

La evaluación socioeconómica del proyecto se realizó a nivel prefactibilidad, utilizando velocidades de operación para la situación con proyecto estimadas y costos de obra a partir de precios índice, bajo las siguientes premisas:

- En la situación sin proyecto se consideran optimizaciones en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, señalización, así como una tasa de crecimiento del tránsito del 1.50% anual durante el periodo de análisis.
- En la situación con proyecto se consideraron las características geométricas indicadas en la descripción del proyecto.

### Otros beneficios

Con la realización del proyecto se espera obtener los siguientes beneficios que sólo se identifican pero que no se consideran para el cálculo de los indicadores de rentabilidad porque no se cuentan con información estadística suficiente para soportar sus estimaciones:

- Mejora la movilidad urbana de la zona centro de la zona metropolitana de León.
- Operación más segura para los usuarios (automovilistas), al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.
- Disminución en la emisión de contaminantes.
- Mejora en los niveles de servicio.

### c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN) miles de pesos	\$ 584,567
Tasa Interna de Retorno (TIR)	27.9 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	44.8 %

### d) Análisis de sensibilidad

Variable	Variación respecto a su valor original	Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad
Monto de inversión	40% más	TIR 23.3%
Costos de mantenimiento	40% más	TIR 27.9%
Demanda	40% menos	TIR 18.3%

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre el VPN del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad con respecto al monto de la inversión, a los costos de mantenimiento y a la demanda de tránsito, modificando las cifras del 60 al 140% respecto del valor programado.

Se presentan distintos escenarios modificando las cifras del 0.6 al 1.4 respecto del valor programado. Los resultados se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 57. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión

Variación	TIR (%)	VPN (miles de pesos)	TRI (%)
1.4	23.3%	521,810	32.0%
1.3	24.3%	537,499	34.4%
1.2	25.4%	553,188	37.3%
1.1	26.6%	568,877	40.7%
1.0	27.9%	584,567	44.8%
0.9	29.4%	600,256	49.7%
0.8	31.1%	615,945	56.0%
0.7	33.0%	631,634	64.0%
0.6	35.2%	647,323	74.6%
4.73	10.0%	-	9.5%

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

El análisis de sensibilidad muestra que aumentando en un 40% el monto de la inversión, el proyecto aún rentable económicamente. Al aumentar 4.73 veces la inversión el VPN sería igual a cero.

Tabla 58. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento

Variación	TIR (%)	VPN (miles de pesos)	TRI (%)
1.4	27.9%	584,137	44.8%
1.3	27.9%	584,244	44.8%
1.2	27.9%	584,352	44.8%
1.1	27.9%	584,459	44.8%
1.0	27.9%	584,567	44.8%
0.9	27.9%	584,671	44.8%
0.8	28.0%	584,781	44.8%
0.7	28.0%	584,889	44.8%
0.6	28.0%	584,996	44.8%
545.16	10.0%	-	33.6%

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

La tabla anterior indica que aun aumentando en un 40% los costos de mantenimiento, el proyecto sería rentable económicamente. Asimismo, se observa que es marginalmente pequeña la sensibilidad de los indicadores a los costos de mantenimiento. Aumentando en 545.16 veces el mantenimiento el VPN es igual a 0.

Tabla 59. Análisis de sensibilidad a la demanda

Variación	TIR (%)	VPN (miles de pesos)	TRI (%)
1.4	40.9%	964,109	76.0%
1.3	37.8%	910,286	69.0%
1.2	34.8%	831,551	61.5%
1.1	31.8%	731,923	54.1%
1.0	27.9%	584,567	44.8%
0.9	26.4%	506,458	40.4%
0.8	23.8%	402,442	34.4%
0.7	21.0%	301,050	28.8%
0.6	18.3%	210,847	23.6%
0.32	10.0%	-	10.9%

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

Este análisis de sensibilidad muestra que al disminuir la demanda en 40%, el proyecto aún rentable económicamente. Con el 0.32 veces de la demanda el VPN sería igual a cero.

## e) Análisis de riesgos

Descripción	Impacto	Medidas de Mitigación
El principal riesgo que presenta este proyecto es el de la disponibilidad del total de los recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto	Atraso en los tiempos de entrega de la obra	Solicitar a la dependencia encargada del recurso, la entrega en tiempo y forma.
Otros riesgos asociados al proyecto son los retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.	Incrementar costos y tiempos de ejecución del proyecto	Se tendrá un adecuado proceso de supervisión de cada uno de los contratos de obra.
De igual forma, se cuentan con riesgos meteorológicos, los cuales pueden generar retrasos o afectaciones durante la obra. Una afectación climática importante a considerar son las precipitaciones abundantes, ya que, al tener como proyecto junto a un canal de agua, estas precipitaciones pueden generar inundaciones considerables durante la construcción.	Atraso en los tiempos de entrega de la obra	Elaborar un PLAN DE EMERGENCIAS Y RESPUESTAS en caso de contingencias en el Malecón del Río

Para minimizar y/o mitigar los riesgos identificados se presenta como acciones de mitigación de riesgos. Apegarse estrictamente al programa de obra mostrado en el calendario, llevar un correcto y eficiente proceso constructivo cumpliendo las especificaciones de construcción.

## VI. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable con un VPN de 584,567 miles de pesos, un TIR de 27.9% y que el momento óptimo de su construcción es a la brevedad posible con una TRI del 44.8%. De manera que este proyecto permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

En síntesis, se recomienda que se debe consolidar la modernización de Malecón del Río, esto debido al aumento de demanda que tendrá a lo largo de los años, debido a que en la actualidad la vialidad es parte de las arterias más importantes para despejar el tráfico de la ciudad, siendo Malecón del Río vital para la ciudad y su desarrollo económico, ante el exponencial crecimiento de la mancha urbana de León, el aumento del flujo de trasportistas que circulan diariamente.

Con la modificación de la vialidad sobre Malecón del Río se verá beneficiada la operación del tránsito en los siguientes aspectos:

- Aumentar las velocidades de operación.
- Reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.
- Disminuir la posibilidad de accidentes.
- Mejorar los niveles de servicio.
- Reducir la contaminación ambiental por gases y por ruido.
- Mayor accesibilidad de la zona
- Mejoramiento de la imagen urbana

Con todo lo anterior se mejorará la actividad económica y productiva de la ciudad de León, permitiendo un desplazamiento con mayores velocidades y harán más eficiente los servicios, principalmente industriales y comerciales, debido a una mayor fluidez vehicular constante en este acceso de la ciudad.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización de este proyecto.

## Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Estudios de aforo 2018
Anexo B	Estudios Técnicos	Se anexa oficio de visto bueno del proyecto emitido por SICOM
Anexo C	Estudios Legales	N/A Dado que el proyecto se construirá dentro de los límites del derecho de vía, no existe la necesidad de realizar trabajos de liberación de derecho de vía.
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	Se realizó el estudio de tránsito incluido en el Anexo A
Anexo F	Estudios Específicos	N/A
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	Hoja de Cálculo de Costos Generalizados de Viaje, indicadores económicos y análisis de sensibilidad
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	Se incluye en el anexo G

# Bibliografía

- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2023 Boletín Notas 201, Artículo 1, Enero-Febrero de 2023.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano, 2020.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Censo de Población y Vivienda 2010 y Censo de Población y Vivienda 2005.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, versión de 12 de julio de 2019, Diario Oficial de la Federación.
- Plan de Gobierno 2018-2021 del Municipio de León.
- Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2040
- Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato 2018-2024, versión 26 de marzo de 2019.
- Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, versión ejecutiva, 2018
- SCT, Datos Viales 2014-2001, Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.
- SCT, Guía para la presentación de Estudios Costo Beneficio de la Dirección General de Desarrollo Carretero.
- SHCP, Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de inversiones de la SHCP.
- SHCP, Manual para la Evaluación de Proyectos de Carretera.
- Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2000

## Responsables de la Información

**Entidad: Guanajuato**

**Área Responsable: Dirección de Obras Públicas Municipales de León, Gto.**

**Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:**

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Israel Martínez Martínez	Director General		ABR 2023

## Dependencia Estatal Responsable de la Información

**Dependencia: Secretaría de Infraestructura Conectividad y Movilidad del Estado de Guanajuato.**

**Área Responsable: Unidad Estatal de Proyectos**

**Datos del responsable del programa y/o proyecto de inversión:**

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Ing. Galo Israel Villalpando Granados	Titular de la Unidad Estatal de Proyectos		ABR 2023

Versión	Fecha
19	12/04/2023

\*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.