

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA
MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ,
TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA
A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES
(EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE
LEÓN, GTO.**

CONTENIDO

1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	3
2.	SITUACIÓN ACTUAL	9
	a) Diagnóstico de la situación actual.....	9
	b) Análisis de la Oferta Existente	15
	c) Análisis de la Demanda Actual.....	17
	<i>c.1) Tasa de crecimiento.....</i>	18
	<i>c.3) Determinación del TDPA.....</i>	19
	d) Interacción de la Oferta – Demanda	24
	<i>d.1) Estudio de velocidades.</i>	24
	<i>d.2) Nivel de servicio.....</i>	26
3.	SITUACIÓN SIN PROYECTO	31
	a) Optimizaciones	31
	b) Análisis de la Oferta.....	32
	c) Análisis de la Demanda	33
	d) Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda	35
	e) Alternativas de solución	39
	e.1) Alternativa 1.....	39
	e.2) Alternativa 2.....	42
	e.3) Selección de la alternativa	45
4.	SITUACIÓN CON PROYECTO.....	47
	b) Alineación estratégica	55
	c) Localización geográfica	58
	d) Calendario de actividades.....	59
	e) Monto total de inversión.....	61
	f) Fuentes de financiamiento	61

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

g) Capacidad instalada	62
h) Metas anuales y totales de producción.....	63
i) Vida útil.....	63
j) Descripción de los aspectos más relevantes.....	64
j.1) Estudios técnicos.....	64
j.2) Estudios legales.....	64
j.3) Estudios ambientales	64
j.4) Estudios de mercado	64
j.5) Estudios específicos	64
k) Análisis de la Oferta.....	65
l) Análisis de la Demanda.....	67
m) Interacción Oferta – Demanda.....	69
5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	73
a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del proyecto	73
b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto	75
b.1) Ahorro en tiempo de viaje	75
b.2) Ahorro en costos de operación vehicular	76
c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad	77
d) Análisis de sensibilidad.....	77
e) Análisis de riesgos	79
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
7. ANEXOS	83
8. BIBLIOGRAFÍA	84


ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO¹

1. RESUMEN EJECUTIVO

Problemática, objetivo y descripción del proyecto	
Objetivo del proyecto	<p>El objetivo del proyecto es hacer más eficiente la movilidad de la población del noreste del municipio de León, disminuyendo los costos generalizados de viaje que experimentan los usuarios del actual trazo del Blvd. La Luz en el tramo desde el Blvd. Vicente Valtierra hasta el Blvd. Juan Alonso de Torres; reducir los tiempos de viaje y costos de operación vehicular de los usuarios debido a mejores velocidades de recorrido y mejores condiciones en la superficie de rodamiento.</p>
Problemática identificada	<p>El desarrollo económico de la ciudad de León ha motivado la creación de nuevas zonas habitacionales en el noreste de la ciudad, por lo que se ha tenido un crecimiento acelerado en la circulación vehicular en esa zona y las vialidades se han visto saturadas por el alto flujo vehicular. Del mismo modo la superficie del pavimento se encuentra en su mayoría en malas condiciones ya que no se diseñó para tales condiciones del tránsito vehicular. Además, al término de la construcción de la vialidad del Eje Metropolitano Silao – León (Blvd. Alonso de Torres), se desviaron viajes que circulaban por la carretera federal 45 por lo que una parte de esta demanda adicional circula por el Blvd. La Luz.</p> <p>Actualmente el tramo del Blvd. La Luz, comprendido entre el Blvd. Vicente Valtierra y el Blvd. Alonso de Torres, tiene un carril por sentido de un ancho promedio de 3.6 metros y a lo largo de su trayectoria se tienen entronques en los accesos y salidas de comercios y desarrollos habitacionales, por lo que los dispositivos de control del tránsito como topes, semáforos y los señalamientos de prioridad, son ineficientes ante la demanda vehicular.</p>

¹ Para facilitar la elaboración del análisis costo-beneficio, la Unidad de Inversión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 24 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo-beneficio de los programas y proyectos de inversión.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

	<p>El Blvd, La Luz está ubicado sobre a un costado del Blvd. Juan Alonso de Torres</p> <p>Las coordenadas de son:</p> <p>Inicio: 21.110557°, -101.602370°</p> <p>Fin: 21.107645°, -101.586636° (ubicación de la zona final de modernización)</p> <p>Longitud : 1.66 km.</p>
<p>Localización</p>	<p><u>Croquis de Localización</u></p> 
<p>Breve descripción del proyecto</p>	<p>La Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), es una obra que por su trascendencia está incluida en el programa de Gobierno de la presente Administración, con el objetivo de mejorar el nivel de servicio de la vialidad así como el confort y seguridad en su recorrido.</p> <p>Sin embargo es importante aclarar que para esta obra siguen vigentes las gestiones de derecho de vía por lo que hubo la necesidad de realizar ajustes a la geometría, tramos de intervención, metros cuadrados de pavimento hidráulico y asfáltico, no sin perder el objetivo de mejorar esta vialidad y lograr un recorrido de 1.6 km en al menos 2 carriles por sentido, ratificando las coordenadas de inicio de tramo: 21.110557°, -101.602370° y Fin: 21.107645°, -101.586636°. Representado una distancia de 1.6km del Boulevard La Luz.</p>

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

	<p>Partiendo del cruce del Blvd Vicente Valtierra el alcance de esta obra considera un Boulevard en dos cuerpos separados por el Arroyo “La Tinaja”, esta disposición de cuerpos tiene un recorrido de 560m lineales antes de desviarse y juntarse por completo al lado norte del Arroyo “La Tinaja”.</p> <p>En particular para el cuerpo Sur los 560 metros lineales tiene como referencia la Gasolinera Oxxo Gas que se ubica en el cruce del Blvd. Vicente Valtierra y Blvd La Luz y la Gasolinera Chevron (ubicada en esta misma acera) previéndose en esta etapa que este cuerpo se re-construya los primeros 190 m y se construya el resto en concreto hidráulico dejándose las preparaciones geométricas para el cruce con el Blvd. San Nicolás (aun no construido). En tanto el Cuerpo Norte se conserva el concreto asfáltico en esta misma distancia incorporando la construcción en concreto Hidráulico el carril de alta que va contiguo a la zona federal del Arroyo “La Tinaja” (margen norte del cauce) considerando también las preparaciones con el Blvd San Nicolás (aun no construido).</p> <p>Los siguientes 491m sobre el Blvd la Luz (sentido oriente), partiendo de la gasolinera Chevron emplazada sobre el cuerpo vehicular sur hasta llegar al cruce con el Blvd Atotonilco la condición cambia pues en este tramo solo se contempla la construcción en asfalto 3 de los 4 carriles que se habilitaran exclusivamente en el cuerpo norte del Blvd La Luz (margen norte del Arroyo “La Tinaja”), utilizando bollas para habilitar dos carriles por sentido; resulta importante mencionar que casi para llegar a Blvd Atotonilco se emplaza otra gasolinera Chevron donde se construyen los 4 carriles en asfalto y en el cruce también se realizan trabajos en asfalto para empatar con el pavimento existente.</p> <p>En este cruce de Blvd Atotonilco y Blvd La Luz, el arroyo “La Tinaja” tiene un cambio de dirección importante en su trayectoria longitudinal, entendiéndose que se desvía en este cruce alrededor de 20 metros en su sentido longitudinal hacia el sur. Esta condición hace que en la geometría del Blvd “La Luz” se adapte a esta condición y los últimos 600 metros se genera la intervención a dicho Boulevard sobre la margen sur del arroyo “La Tinaja” predominando el pavimento en asfalto con excepción de un tramo de 120m aproximadamente que se construye en concreto hidráulico que representa el acceso a las dos Gaseras (servicio de gas 2000 y gas Noel), logrando así la meta de construir 4 carriles, es decir 2 por sentido y empatándose con los concretos existentes en buen estado.</p> <p>Se construye ciclovia a lo largo de la modernización de sección de 3m.</p> <p>Nota: Los km utilizados para el análisis, así como los materiales utilizados son los siguientes:</p>
--	---

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

	<p>Asfalto del km 20+760 – 21+400 (3 carriles .640km)</p> <p>Concreto Hidráulico km 20+240 – 20+760 (1 carril .520km), 30+140 - 30+700 (2 carriles, .56 km) y 21+800 – 21+920 (2 carriles, .12km)</p> <p>Nota 2: La suma de los km arriba expuestos no corresponde con la longitud evaluada debido a que los dos cuerpos se sobreponen en algunos tramos.</p>																																						
Horizonte de evaluación, costos y beneficios del proyecto																																							
Horizonte de evaluación	El horizonte de evaluación es de 31 años considerando 1 de construcción y 30 años de operación.																																						
Descripción de los costos principales del proyecto	<p>El principal costo del proyecto es la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto.</p> <p>El monto total de la inversión es de \$100,000,000.00 pesos incluido el IVA de acuerdo con la siguiente tabla:</p>																																						
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>Componente</th> <th>Etapas</th> <th>Año</th> <th>Costo (IVA incluido)</th> <th>Meta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">MODERNIZACIÓN DE BLVD.</td> <td style="text-align: center;">Única</td> <td style="text-align: center;">2023</td> <td style="text-align: right;">\$100,000,000.00</td> <td style="text-align: center;">1 Blvd. De 1.66 km de longitud.</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Etapas	Año	Costo (IVA incluido)	Meta	MODERNIZACIÓN DE BLVD.	Única	2023	\$100,000,000.00	1 Blvd. De 1.66 km de longitud.																												
	Componente	Etapas	Año	Costo (IVA incluido)	Meta																																		
	MODERNIZACIÓN DE BLVD.	Única	2023	\$100,000,000.00	1 Blvd. De 1.66 km de longitud.																																		
<p>Se tiene también el costo de mantenimiento de acuerdo con la siguiente tabla:</p>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #4CAF50; color: white;"> <th>TIPOS DE TRABAJO</th> <th>COSTOS/KM/CARRIL</th> <th>PERIODICIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">ASFALTO</td> </tr> <tr> <td>Conservación Rutinaria</td> <td style="text-align: right;">\$ 32,500.00</td> <td style="text-align: center;">Anual</td> </tr> <tr> <td>Riego de Sello</td> <td style="text-align: right;">\$ 165,000.00</td> <td style="text-align: center;">Año 4, 12, 20 y 28</td> </tr> <tr> <td>Sobre Carpeta</td> <td style="text-align: right;">\$ 845,000.00</td> <td style="text-align: center;">Año 8 y 24</td> </tr> <tr> <td>Rehabilitación</td> <td style="text-align: right;">\$ 2,500,000.00</td> <td style="text-align: center;">Año 16</td> </tr> <tr> <td colspan="3">CONCRETO</td> </tr> <tr> <td>Conservación Rutinaria</td> <td style="text-align: right;">\$ 27,413.79</td> <td style="text-align: center;">Anual</td> </tr> <tr> <td>Reparación superficial de losas</td> <td style="text-align: right;">\$ 365,517.24</td> <td style="text-align: center;">5,15,25</td> </tr> <tr> <td>Reparación Mayor</td> <td style="text-align: right;">\$ 913,793.10</td> <td style="text-align: center;">10,20,30</td> </tr> <tr> <td colspan="3">TERRACERIA</td> </tr> <tr> <td>Conservación rutinaria sin pavimento</td> <td style="text-align: right;">\$ 34,900.00</td> <td style="text-align: center;">Anual</td> </tr> <tr> <td>Rehabilitación sin pavimentar</td> <td style="text-align: right;">\$ 124,100.00</td> <td style="text-align: center;">Cada 4 años iniciando el 3ro</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se considera un costo por molestias de \$344,196,032.01</p>	TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD	ASFALTO			Conservación Rutinaria	\$ 32,500.00	Anual	Riego de Sello	\$ 165,000.00	Año 4, 12, 20 y 28	Sobre Carpeta	\$ 845,000.00	Año 8 y 24	Rehabilitación	\$ 2,500,000.00	Año 16	CONCRETO			Conservación Rutinaria	\$ 27,413.79	Anual	Reparación superficial de losas	\$ 365,517.24	5,15,25	Reparación Mayor	\$ 913,793.10	10,20,30	TERRACERIA			Conservación rutinaria sin pavimento	\$ 34,900.00	Anual	Rehabilitación sin pavimentar	\$ 124,100.00	Cada 4 años iniciando el 3ro
TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD																																					
ASFALTO																																							
Conservación Rutinaria	\$ 32,500.00	Anual																																					
Riego de Sello	\$ 165,000.00	Año 4, 12, 20 y 28																																					
Sobre Carpeta	\$ 845,000.00	Año 8 y 24																																					
Rehabilitación	\$ 2,500,000.00	Año 16																																					
CONCRETO																																							
Conservación Rutinaria	\$ 27,413.79	Anual																																					
Reparación superficial de losas	\$ 365,517.24	5,15,25																																					
Reparación Mayor	\$ 913,793.10	10,20,30																																					
TERRACERIA																																							
Conservación rutinaria sin pavimento	\$ 34,900.00	Anual																																					
Rehabilitación sin pavimentar	\$ 124,100.00	Cada 4 años iniciando el 3ro																																					
Descripción de los principales	Ahorro en costos por tiempo de viaje. - Los beneficios anuales, 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																																						

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

beneficios del proyecto	<p>diario (TDPA) 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 30 años de operación del proyecto.</p> <p>Ahorro en costos de operación vehicular. - 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 30 años de operación del proyecto.</p> <p>Mejora en el nivel de servicio</p> <p>Incremento en la velocidad de operación</p> <p>Disminución en el tiempo de traslado</p>
Monto total de inversión (con IVA)	\$100,000,000.00
Riesgos asociados al proyecto	<p>Riesgo en ejecución:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poca experiencia y seriedad del contratista • Incremento en los costos de obra debido a eventos de fuerza mayor. • Falta de recursos <p>Sin riesgos en operación.</p>
Indicadores de rentabilidad del proyecto	
Valor Presente Neto (VPN)	\$160,524,887.53
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13.60%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	54.72%

Conclusión

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

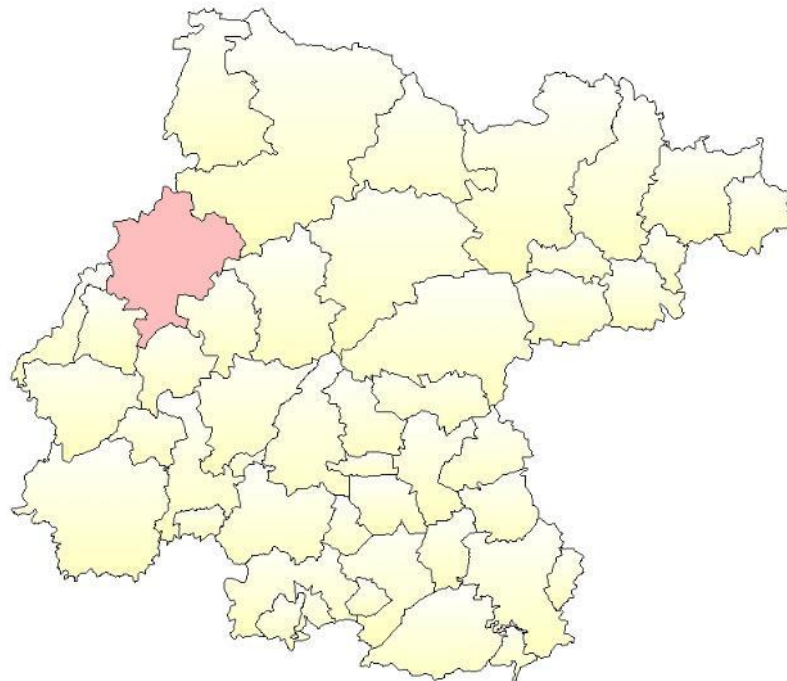
<p>Conclusión del análisis del proyecto</p>	<p>Se sugiere llevar a cabo el proyecto de Modernización del Blvd. La Luz; Tramo de Blvd. Vicente Valtierra a Blvd. Juan Alonso de Torres., en León en el año 2023.</p> <p>Con la construcción se obtendrán los siguientes beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none">• Se disminuirá el tiempo de recorrido.• Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.• Se proporcionará un flujo continuo de los vehículos.• Mejora en el nivel de servicio. <p>Aunado a lo anterior, el estudio de sensibilidad muestra que el proyecto tiene baja sensibilidad al incremento del monto de inversión ya que es rentable cuando se aumenta ésta en 186%, a la disminución del aforo cuando este lo hace hasta en un 64.63% aproximadamente, y en el aumento de los costos de conservación cuando estos tienen una variación de hasta 1309926.34%. Por estas razones, se espera el proyecto tenga un impacto positivo aun cuando estas variables se modifiquen.</p>
--	--

2. SITUACIÓN ACTUAL

a) Diagnóstico de la situación actual

El estado de Guanajuato, conocido por su vocación cultural y turística ha desarrollado un nivel de negocios de gran importancia que impacta directamente en su crecimiento económico y social. Gracias a su localización geográfica en el llamado triángulo dorado de México, el Estado ha desarrollado una interconexión directa con el desarrollo del comercio internacional y la industria automotriz. En el área del Bajío Guanajuatense se encuentra a una distancia de poco más de 400 km a la redonda el 60% de la población, cerca del 80% del total del mercado del País y poco más del 70% de la industria automotriz del país. (Secretaría de Economía, 2014).

Imagen 1. Ubicación del municipio de León.



Fuente. - Elaboración propia

En referencia a la infraestructura vial, el Estado cuenta con una de las redes carreteras de mejor calidad, tanto en su estructura como superficie, dentro de la misma se incluye la red férrea y la aduana interior conformando un centro logístico de gran importancia para el país.

El estado registró inversión extranjera directa de enero a septiembre de 2022 por 1678 millones de dólares
(<https://datamexico.org/es/profile/geo/guanajuato?fdiTimeSelector=Year>)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

El estado de Guanajuato ha logrado posicionarse como uno de los más importantes en estos últimos años debido entre otras cosas a su red carretera que conecta con casi el 60% de la población nacional.

Tabla 1. Vialidades del estado de Guanajuato. Comprende caminos de dos carriles.

Longitud de la red vial.			
Red vial	Pavimento de asfalto (km)	2565.16	89.83%
	Pavimento de concreto hidráulico (km)	108.46	3.80%
	Revestido (km)	145.22	5.09%
	Empedrado (km)	36.8	1.29%
Total, Estatal		2855.64	100.00%

Fuente. - (Secretaría de Infraestructura Conectividad y Movilidad (Datos viales), 2021)

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 5.81% (INEGI <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>) 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.

Particularmente en la zona noreste de la ciudad, se ha visto marcado de manera notable la consolidación de la mancha urbana, por lo que la implementación y el mejoramiento de vialidades para lograr el avance en la comunicación y la continuidad vial, es de suma importancia. Uno de estos casos de mejoramiento es la modernización del Blvd. Luz en el tramo del Blvd. Vicente Valtierra al entronque con el Eje Metropolitano (Blvd. Alonso de Torres).

Como parte de las estrategias necesarias para el mejoramiento en la operación vehicular en esta zona, se contempla la modernización de esta vialidad, misma que reducirá los costos de operación de los vehículos, tiempo de traslado, reducción accidentes, menor contaminación; así mismo se tendrán beneficios indirectos al conectar directamente con Blvd Juan Alonso de Torres, por lo tanto, es necesario resolver los conflictos viales que se presentan y que se recrudecerán en un futuro inmediato.

Actualmente el Blvd La Luz en el tramo de Blvd. Vicente Valtierra a Blvd. Alonso de Torres (Eje Metropolitano), es una vialidad de dos carriles y comunica la ciudad de León con las comunidades de Duarte, Loza de los Padres y San Juan de Otates principalmente, y de manera directa conecta a varios fraccionamientos urbanos de nivel medio y bajo.

Las condiciones físicas en la superficie de rodamiento del Blvd. La Luz, son malas con valores de IRI de hasta 5.52m/km, y en varias zonas se muestran deterioros que afectan la

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

velocidad de circulación. Al ser un tramo muy urbanizado, se tienen dispositivos de control del tránsito vehicular del tipo topes, de señalamiento de alto a prioridad y semáforos, lo que disminuye las velocidades de circulación, generando costos elevados, debido a los tiempos de recorridos y los costos de operación vehicular.

Imagen 2. Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de León, Gto.



Fuente. - Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 3. Situación actual. Foto 1 de 3.



Fuente. - Fuente. – Elaboración propia.

Imagen 4. Situación actual. Foto 2 de 3.



Fuente. - Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 5. Situación actual. Foto 3 de 3.



Fuente. - Fuente. – Elaboración propia

El desarrollo económico de la ciudad de León ha motivado la creación de nuevas zonas habitacionales en el noreste de la ciudad, por lo que se ha tenido un crecimiento acelerado en la circulación vehicular en esa zona y las vialidades se han visto saturadas por el alto flujo vehicular. Del mismo modo la superficie del pavimento se encuentra en su mayoría en malas condiciones ya que no se diseñó para tales condiciones del tránsito vehicular. Además, al término de la construcción de la vialidad del Eje Metropolitano Silao – León (Blvd. Alonso de Torres), se desviaron viajes que circulaban por la carretera federal 45 por lo que una parte de esta demanda adicional circula por el Blvd. La Luz.

Actualmente el tramo del Blvd. La Luz, comprendido entre el Blvd. Vicente Valtierra y el Blvd. Alonso de Torres, tiene un carril por sentido de un ancho promedio de 3.6 metros y a lo largo de su trayectoria se tienen entronques en los accesos y salidas de comercios y desarrollos habitacionales, por lo que los dispositivos de control del tránsito como topes, semáforos y los señalamientos de prioridad, son ineficientes ante la demanda vehicular.

Estas condiciones de tránsito vehicular y las deficiencias en la superficie del pavimento provocan velocidades bajas de circulación, mayores tiempos de recorrido y altos Costos Generalizados de Viaje para los usuarios que circulan actualmente por el Blvd. La Luz.

Descripción de la red que se considera para el análisis:

- Blvd La Luz. - Vialidad de 2 carriles de circulación, uno por sentido. Construido en asfalto en malas condiciones.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Las consideraciones que se utilizaron para determinar estas vialidades como relevantes son:

- Conocimiento de los movimientos vehiculares de toda la zona.
- Principales vías de comunicación que conectan con la zona de estudio.
- Velocidades de operación.
- Tipo de virajes en intersecciones.
- Estudios de ingeniería de tránsito.
- Tipo de señalización de prioridad en intersecciones (pare, ceda el paso, flujo libre, etc.)
- Modernización propuesta.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

b) Análisis de la Oferta Existente

La oferta existente se integra por el Blvd. La Luz desde el entronque con el Blvd. Delta, hasta el entronque con el Blvd Juan Alonso de Torres.

El inicio y fin de cada uno de los tramos se divide de la siguiente manera:

1. Blvd. La Luz.- Tramo que inicia en el entronque entre el Blvd. Delta y Blvd La Luz, sigue su camino hacia el Este hasta entroncar con el Eje Metropolitano.

La siguiente tabla muestra las principales características físicas y geométricas que presenta la Red Vial Relevante del proyecto en estudio. Se divide por vialidades.

Tabla 2. Características físicas por vialidad.

Número	1
Característica	BLVD. LA LUZ.
Tipo de superficie	Asfalto
Estado físico	No satisfactorio
Banqueta	N/A
Guarnición	N/A
Ancho de carriles de circulación (m)	3.6
Separación entre sentidos	N/A
Ciclovía	N/A
Acotamiento (m)	N/A
Tipo de terreno	Plano
IRI (m/km)	5.52
Señalamiento htal y vertical	Malo
Iluminación	N/A
Longitud (km)	1.66
Tipo de vialidad	URBANA TIPO C
Número de carriles	2
Sentidos de circulación	2
Ancho de calzada (m)	7.2
Agua Potable	N/A
Drenaje	N/A
Coordenada de inicio	21.110557°,-101.602370°
Coordenada final	21.107645°,-101.586636°
Velocidad permitida (km/h)	40
Sección total (m)	7.2

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 6. Parámetros del Índice Internacional de Rugosidad o Regularidad para asfalto, concreto y empedrado.

Estado físico del pavimento	Índice de Regularidad Internacional	
	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. – Instituto Mexicano del Transporte.

De acuerdo con la tabla anteriormente expuesta y los valores de IRI que se tienen en la zona, se concluye que algunos pavimentos se encuentran en estado NO SATISFACTORIO.

La topografía de la zona de estudio es plana y en cuanto a la operación del señalamiento, tanto vertical como horizontal se encuentra en malas condiciones.

A continuación, se presentan los movimientos que se usarán para la evaluación.

Imagen 7. Tramos de la situación actual (tramificación demanda).



Fuente. – Elaboración propia.

A continuación, se presenta una tabla con la relación de orígenes y destinos para cada movimiento, así como su número de identificación:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 3. Orígenes y destinos de los movimientos.

Movimiento	Nombre del Movimiento	Origen	Coordenada	Destino	Coordenada2	Longitud (km)
1	BLVD. LA LUZ.	BLVD. DELTA	21.110557°,- 101.602370°	BLVD. HACIENDA DE LEÓN	21.107645°,- 101.586636°	1.66

Fuente. – Elaboración propia Unidades de las coordenadas: Grados decimales.

c) Análisis de la Demanda Actual

Para un boulevard en servicio o una construcción nueva, la demanda queda definida por la cantidad de vehículos que circulan o se espera circulen por dicho boulevard. Particularmente, el conocimiento de la demanda permite estimar las condiciones de operación y el grado de ocupación. Así mismo, contar con un historial vehicular es fundamental para conocer la tendencia de crecimiento, y para una etapa de conservación se puedan establecer oportunamente las tareas de conservación y mantener el nivel de servicio de dicho boulevard.

La asignación de tránsito se obtuvo del estudio de asignación vehicular que validó la Dirección de Obra Pública del Municipio de León, realizada en 2019, la cual se expresará como el “tránsito promedio diario anual” TDPA.

A continuación, se muestran imágenes de la ubicación de los estudios de ingeniería de tránsito:

Imagen 8. Ubicación de aforos manuales direccionales, aforo automático y encuestas origen destino.



Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

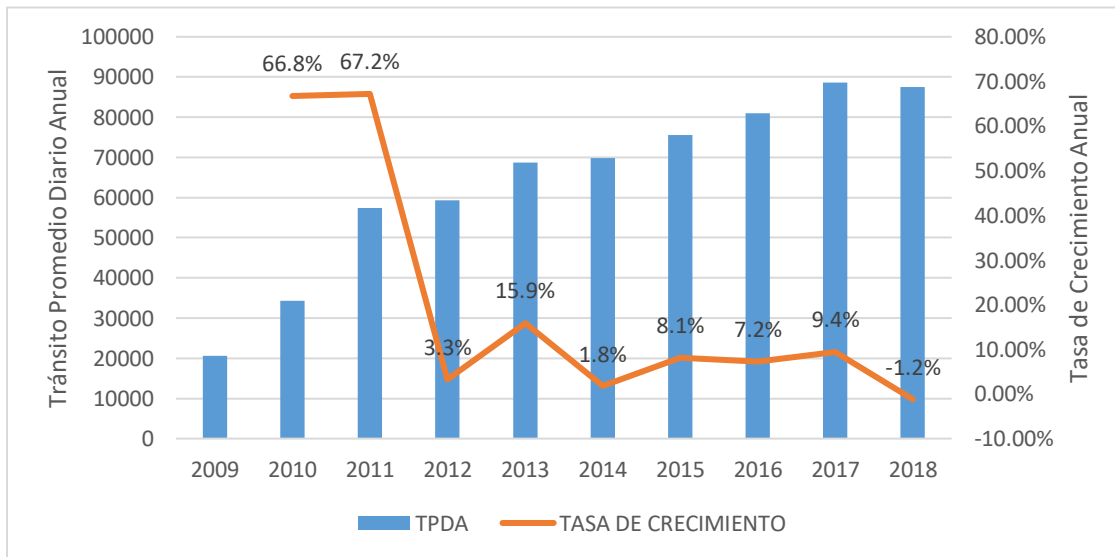
A continuación, se describen la localización de los estudios.

1. Estación Maestra : 21.110014° N, -101.598598° W
2. Estación Maestra : 21.105166°N, -101.579082°W
3. Estación de Cobertura : 21.109205°N, -101.594129° W
4. Estación de Cobertura: 21.107577° N, -101.586005° W
5. Estación de Cobertura: 21.106738° N, -101.580833° W

c.1) Tasa de crecimiento

Según información de la SCT en datos viales, en 2009 se tenía un TDPA en el nuevo libramiento de León de 20573 vehículos y en 2018 un TDPA de 87537 vehículos (no se toman en cuenta de 2019 a 2023 debido a las variaciones que se tuvieron por la pandemia de 2019). Con esta información, la tasa de crecimiento promedio es de 6.2% en el periodo antes mencionado. La tasa de crecimiento que propone la SHCP para este tipo de estudios es de 3.5% por lo que se considera que la tasa que se usa es **CONSERVADORA** para el tipo de estudio que se está realizando.

Imagen 9. Tasa de crecimiento de la zona de influencia del proyecto.

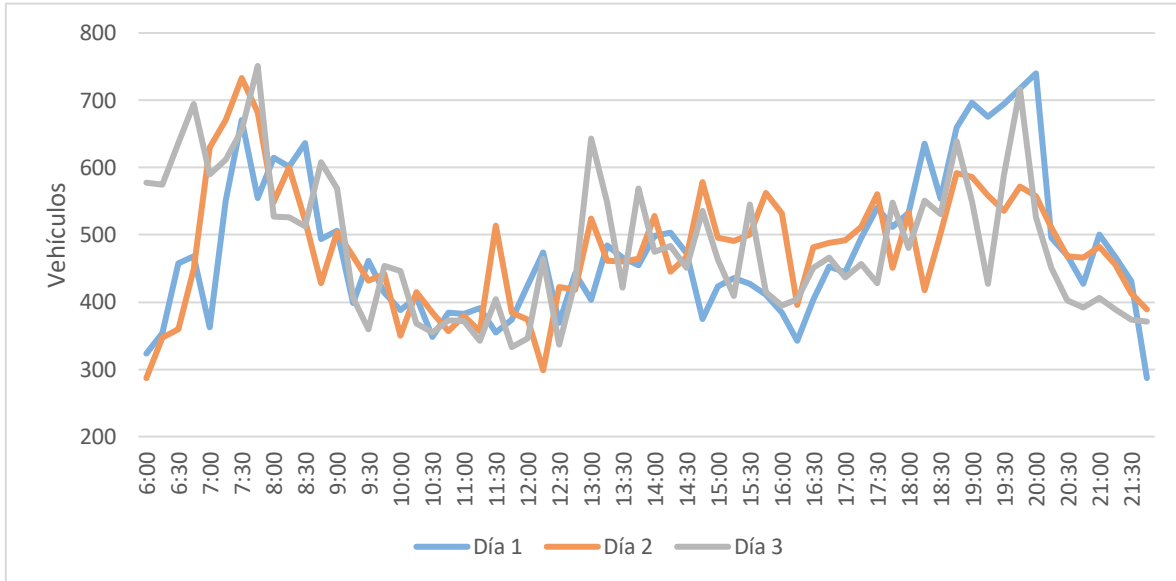


Fuente. –SCT (Datos viales 2009-2018).

c.3) *Determinación del TDPA.*

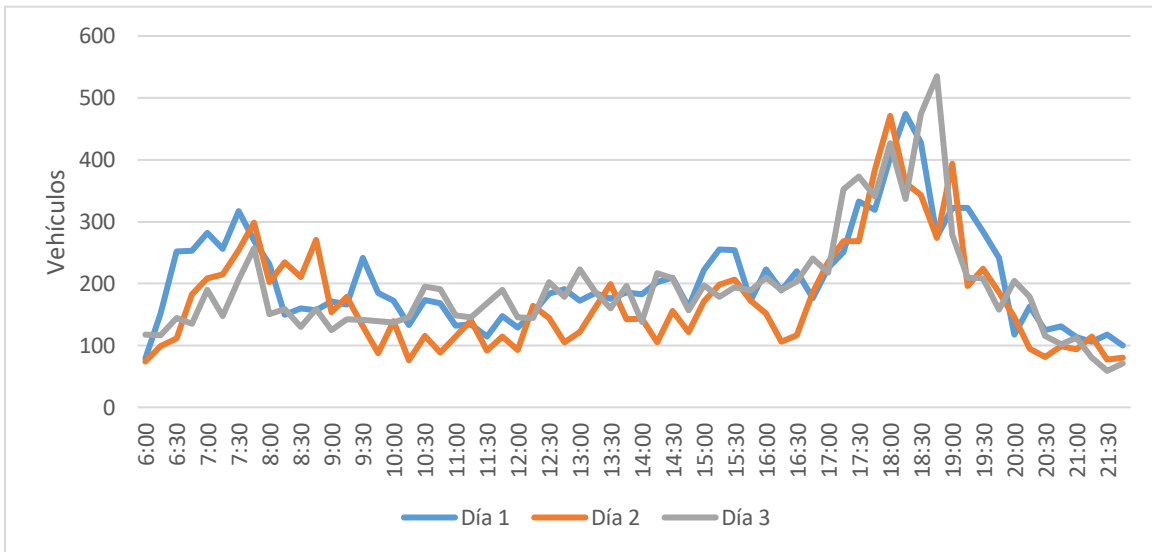
Las estaciones de Cobertura son del tipo direccionales tomando el sentido los flujos vehiculares al llegar y salir de la intersección. Estos aforos tienen la finalidad de capturar los volúmenes de máxima demanda y de esta forma poder evaluarse bajo la metodología de capacidad vial y el nivel de servicio.

Imagen 10. Aforos direccionales estación 1



Fuente. – Estudios de ingeniería de tránsito.

Imagen 11. Aforos direccionales estación 2













Fuente. – Estudios de ingeniería de tránsito.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

De acuerdo con la ubicación de las estaciones de aforo del tipo maestras, se identifica que la Estación “A”, es la que se encuentra directamente sobre el Blvd. La Luz, mientras que la Estación “B”, sobre el Eje Metropolitano.

Imagen 12. Composición vehicular.

	Clasificación Vehicular										SUMA Vehiculos	
	A-2	B-2	B-3	C-2	C-3	T2-S1	T2-S2	T3-S1	T3-S2	OTRO		
ESTACIÓN DE AFORO												
A	90.8%	2.1%	0.3%	4.1%	1.9%	0.2%	0.1%	0.2%	0.2%	0.0%	100.0%	
B	88.6%	1.8%	0.1%	4.7%	3.7%	0.2%	0.0%	0.0%	0.6%	0.3%	100.0%	

Fuente. – Estudios de ingeniería de tránsito.

La Estación Maestra “A”, presenta una composición vehicular que transita actualmente por el Blvd. La Luz en su tramo del Blvd. Vicente Valtierra a Blvd Juan Alonso de Torres, principalmente por vehículos ligeros (A) del tipo automóviles o Camionetas Pick Up con un porcentaje de hasta el 90.8%, seguido con 2.4% de autobuses (B) de 2 y 3 ejes, un 6.8% de camiones unitarios y Tractocamiones articulados (C).

La Estación Maestra “B”, presenta una composición vehicular sobre el Eje Metropolitano de 88.6% de vehículos ligeros (A) del tipo automóviles o pick up, 1.9% de autobuses (B) de 2 y 3 ejes, 9.5% de camiones unitarios y tractocamiones articulados (C).

Para expandir las estaciones de cobertura (16 horas) a tránsito diario (24 horas), nos apoyamos en las estaciones permanentes, bajo el principio de que éstos se comportan de forma similar y cíclica, es decir, el aforo presentando en un jueves laboral muy probablemente sea muy similar a los jueves laborales del resto del año. Bajo este principio, se realizan las expansiones a 24 horas de las estaciones de cobertura. El Factor de expansión horaria se obtuvo a partir de los aforos por medios automáticos con una duración de 3 días y durante 24 horas, y calculando la relación del periodo faltante de aforo manual en la estación Maestra.

Los aforos vehiculares se realizaron durante los días 12, 13 y 14 de febrero del año 2019, correspondientes a los martes, miércoles y jueves, con la intención de representar el comportamiento promedio semanal. El aforo se realizó en un periodo de 16 horas continuas, con la intención de registrar la mayor cantidad de vehículos por métodos manuales.

Se aforaron los vehículos automotores que circularon en a través de una línea cortante al eje de la vialidad, de esta forma se tomaron los registros por sentido vehicular:

- Sentido 1: Vehículos con sentido vehicular de Norponiente a Suroriente, viniendo desde el Blvd. Las Torres o Blvd. Morelos y hasta la salida a Silao, Comanjilla o Guanajuato Puerto Interior.
- Sentido 2: Vehículos con sentido vehicular de Suroriente a Norponiente, viniendo del Eje Metropolitano y con destino a Blvd. Las Torres o Blvd. Morelos.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

De los resultados de los aforos vehiculares, se tiene que en total se aforaron en esta estación a un total de 36,708 vehículos durante los 3 días, presentando valores muy uniformes y con un mayor volumen el día 1 (martes) con un valor de 13,192 vehículos.

De la misma manera que en la Estación maestra “A”, su distribución direccional presentó un mayor volumen en el “Sentido 2”, y con mayor carga vehicular para el periodo vespertino, lo que reafirma que existe una demanda vehicular que utiliza esta vialidad como ingreso a la ciudad de León o regreso del viaje (trabajo – Casa). Esto puede ser el resultado de la conexión con el Eje Metropolitano y la saturación vespertina del Blvd. Aeropuerto.

Para expandir las estaciones de cobertura (16 horas) a tránsito diario (24 horas), nos apoyamos en las estaciones permanentes, bajo el principio de que éstos se comportan de forma similar y cíclica, es decir, el aforo presentando en un jueves laboral muy probablemente sea muy similar a los jueves laborales del resto del año. Bajo este principio, se realizan las expansiones a 24 horas de las estaciones de cobertura. El Factor de expansión horaria se obtuvo a partir de los aforos por medios automáticos con una duración de 3 días y durante 24 horas, y calculando la relación del periodo faltante de aforo manual en la estación Maestra.

Tabla 4. Determinación de Tránsito Diario para las Estaciones Maestras.

Estación	Fecha de aforo	Ubicación	Tránsito Aforado (TA)	Factor Diario	Tránsito Diario (TD)
A	12-feb-19	Blvd. La Luz	30,515	1.16405	35,521
	13-feb-19	Blvd. La Luz	30,684	1.14744	35,208
	14-feb-2019	Blvd. La Luz	30,961	1.15830	35,862
B	12-feb-19	Eje Metropolitano	13,192	1.16320	15,345
	13-feb-19	Eje Metropolitano	11,143	1.14619	12,772
	14-feb-2019	Eje Metropolitano	12,373	1.15776	14,325

Fuente. – Elaboración propia.

Se llama Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) al número total de vehículos que pasan por una vialidad en ambos sentidos del tránsito durante un año, dividido entre 365 días. Se define como volumen de tránsito al número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado.

Para obtenerlo, se considera el TD que se obtuvo en la estación maestra, al sumarlo resulta en un Tránsito Semanal (TS) que en este caso es de 3 días. Al dividirlo entre el número de días, se obtiene el promedio semanal (TDPS).

$$TS = \sum TD$$

En este caso, el TDPS se considera igual al TDPA, ya que se espera que las variaciones estacionales son mínimas al ser un tramo que se encuentra dentro de la mancha urbana y presenta flujos ordinarios muy similares en todo el año.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

$$TDPA = TPDS = \frac{TS}{3} = \frac{\sum TD}{3}$$

Tabla 5. Cálculo del TDPA

Estación	Ubicación	Aforo 3 días			TS	TDPA
		12-feb	13-feb	14-feb		
A	Blvd. La Luz	35521	35208	35862	106,591	35,530
B	Blvd Juan Alonso de Torres	15345	12772	14325	42,442	14,147

Fuente. – Elaboración propia.

Por lo tanto, el tramo del Blvd. La Luz, desde el entronque con el Blvd. Vicente Valtierra y el Blvd Juan Alonso de Torres, tiene un TDPA de 35,530 vehículos en ambos sentidos.

Debido a que los aforos se realizaron en 2019, se actualizan a 2023 mediante la tasa de crecimiento de 3.5% anual, obteniendo el valor de **40772** vehículos al año.

Tabla 6. TDPA y composición vehicular actual. (Año 2023)

TRAMO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	BLVD. LA LUZ.	83.30%	8.30%	8.40%	40,772

Fuente.-. Información obtenida de los estudios de aforos direccionales.

A continuación, se presentan imágenes con las asignaciones a cada uno de los movimientos.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 13. Demanda existente.



Fuente. –información del estudio de asignación.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

A continuación, se presenta la proyección de la demanda por cada uno de los movimientos:

Tabla 7. Proyección de la demanda por movimiento.

Tramo	1 BLVD. LA LUZ.
Año	TDPA
0	40772
1	42199
2	43676
3	45204
4	46786
5	48424
6	50119
7	51873
8	53689
9	55568
10	57512
11	59526
12	61608
13	63766
14	65998
15	68307
16	70698
17	73173
18	75734
19	78385
20	81127
21	83967
22	86906
23	89947
24	93096
25	96354
26	99726
27	103218
28	106830
29	110569
30	114438

Fuente. – Elaboración propia.

d) Interacción de la Oferta – Demanda

d.1) Estudio de velocidades.

La calidad de un viaje es a menudo asociada con la velocidad o tiempo de viaje. La velocidad es un importante factor en el Transporte, ya que tiene implicaciones económicas, de seguridad, de tiempo y servicio (confort), tanto para el conductor como para el público en general.

El método que se usó fue el denominado Vehículo Flotante que se usa para carreteras donde la afluencia vehicular es grande por lo que se vuelve más sencillo seguir un vehículo por el tramo carretero a partir de las longitudes definidas en el proyecto. Los resultados se muestran en la siguiente tabla, presentando la velocidad media para cada uno de los tramos.

Para poder determinar la velocidad de tránsito de la zona de estudio, se procedió a realizar varios recorridos que se llevaron a cabo con condiciones climáticas con nubosidades sin lluvia para los mismos tramos que se describieron en la red vial relevante.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Lo anterior se realizó en 10 repeticiones para cada tramo, obteniendo velocidades de recorrido por tipo de vehículo:

A.-Autos, Pick Up y Van's

B.-Autobuses de 2 a 4 Ejes

C.-Camiones de 2 a 4 Ejes y Tráilers de 3 a 9 Ejes

A continuación, se presentan los resultados de los tramos vehiculares.

Se presentan las velocidades de recorrido para la situación actual:

Tabla 8. Velocidades de la situación actual por tipo de vehículo.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	Longitud (KM)	VEL A (km/h)	VEL B (km/h)	VEL C (km/h)	PROMEDIO (km/h)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	BLVD. LA LUZ.	1.66	33.33	26.29	28.60	29.41	3.42

Fuente. – Elaboración propia con base en información de campo (Velocidades de operación vehicular).

d.2) Nivel de servicio

El Nivel de Servicio es una manera confiable de caracterizar el desempeño de un segmento vial o carretero. Aunque existen diferentes metodologías para estimarlo, una de las más utilizadas a nivel internacional se basa en los parámetros establecidos en el Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010), publicado por el Transportation Research Board de los Estados Unidos.

Según establece el HCM 2010, el Nivel de Servicio es un indicador de calidad del servicio ofrecido por un segmento vial, el cual tiene una fuerte relación con tres variables críticas: la velocidad y la densidad. El Nivel de Servicio permite caracterizar las condiciones de flujo de manera cuantitativa asignando uno de 6 niveles: A, B, C, D, E y F; que van de condiciones ideales de flujo libre (nivel de servicio A) a un nivel de sobresaturación (nivel de servicio F).

Este tipo de vialidades cuentan con complejidades únicas, por ejemplo la necesidad de ocupar el carril que circula en dirección opuesta para poder pasar a vehículos que circulan a menor velocidad. Esta maniobra se dificulta si se presentan volúmenes elevados o condiciones geométricas particulares, así como si se viaja en caravana.

Según la metodología HCM, existen dos tipos de carreteras de dos carriles:

- El primer tipo corresponde a aquellas en las que el usuario espera viajar a relativamente altas velocidades, por lo que se trata de carreteras que comunican centros poblacionales importantes o ejes nacionales.
- El segundo tipo se trata de vías por las que el usuario no espera viajar a altas velocidades, ya sea por el tipo de terreno o porque la naturaleza misma de la vía la hace de importancia moderada (por ejemplo, cuando la vía une localidades de escasa población).

De acuerdo con lo anterior, la primera categoría se integra principalmente de ejes viales primarios mientras que la segunda de caminos secundarios o alimentadores.

Metodología empleada

Para la estimación del nivel de servicio se utilizó el software “HCS2010”, el cual está basado en la metodología del HCM2010 (Highway Capacity Manual 2010, publicado por el Transportation Research Board de Estados Unidos). Esta metodología, como se mencionó previamente, es utilizada habitualmente en proyectos de planeación de transporte, y funciona introduciendo los parámetros de la vía analizada para así obtener su nivel de servicio.

Los parámetros utilizados fueron calculados según la información recopilada en campo. Entre los principales están: el ancho de acotamiento, el ancho del carril, la longitud del segmento, el tipo de vía, el volumen horario, la direccionalidad del volumen, el factor hora pico, el porcentaje de vehículos pesados, el número de accesos por kilómetro y la velocidad de recorrido medida en campo.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Es importante señalar que este proyecto fue asumido como una carretera de dos carriles de tipo I, lo cual bajo la definición del HCM quiere decir una vía en la cual los usuarios esperan viajar a velocidades buenas, fundamentalmente debido a que éste tramo en particular del Blvd. La Luz, funciona como una vía principal al permitir la conexión con vialidades secundarias de los fraccionamientos y zonas comerciales. El Nivel de Servicio Actual del tramo del Blvd. La Luz, en el periodo de hora pico es “E”.

Tabla 9. Nivel de servicio de la situación actual.

Tramo	1 BLVD. LA LUZ.
Año	NS
0	E
1	E
2	E
3	E
4	E
5	F
6	F
7	F
8	F
9	F
10	F
11	F
12	F
13	F
14	F
15	F
16	F
17	F
18	F
19	F
20	F
21	F
22	F
23	F
24	F
25	F
26	F
27	F
28	F
29	F
30	F

Fuente. – Elaboración propia.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 10. Cálculo del CGV de la situación actual.

Año	1 BLVD. LA LUZ.
0	\$461,016,753.71
1	\$486,428,274.26
2	\$505,744,428.35
3	\$525,812,954.33
4	\$546,996,159.33
5	\$569,447,541.89
6	\$593,299,691.46
7	\$618,785,963.11
8	\$646,175,467.93
9	\$675,870,898.22
10	\$708,381,386.21
11	\$744,505,939.66
12	\$785,241,235.86
13	\$832,289,182.14
14	\$888,165,512.97
15	\$956,870,232.46
16	\$1,044,874,194.17
17	\$1,118,098,839.79
18	\$1,202,673,453.06
19	\$1,300,799,154.48
20	\$1,415,154,604.15
21	\$1,548,313,277.34
22	\$1,702,153,540.06
23	\$1,878,227,425.84
24	\$2,077,907,841.78
25	\$2,300,778,302.22
26	\$2,547,761,600.27
27	\$2,818,909,315.51
28	\$3,113,039,599.54
29	\$3,432,054,034.48
30	\$3,634,709,941.05

Fuente. – Elaboración propia.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Se presenta la estimación del COV expresado en \$/veh/km para la situación actual.

Tabla 11. Relación de velocidades y COV situación actual.

1									
BLVD. LA LUZ.									
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)			CST (\$)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0	33.33	26.29	28.60	9.50	24.09	19.97	5.05	73.67	16.86
1	32.22	25.59	27.78	9.64	24.33	20.13	5.23	75.67	17.36
2	31.97	25.43	27.59	9.67	24.39	20.17	5.27	76.14	17.48
3	31.72	25.28	27.40	9.71	24.45	20.21	5.31	76.62	17.60
4	31.44	25.10	27.20	9.74	24.52	20.26	5.36	77.16	17.73
5	31.13	24.90	26.96	9.79	24.59	20.31	5.41	77.78	17.89
6	30.78	24.68	26.70	9.84	24.68	20.37	5.47	78.48	18.06
7	30.38	24.42	26.40	9.90	24.78	20.44	5.54	79.31	18.27
8	29.93	24.13	26.06	9.96	24.90	20.52	5.63	80.27	18.51
9	29.41	23.79	25.66	10.05	25.04	20.62	5.73	81.42	18.79
10	28.80	23.39	25.20	10.15	25.22	20.74	5.85	82.81	19.14
11	28.09	22.92	24.65	10.27	25.43	20.89	6.00	84.51	19.56
12	27.24	22.35	24.00	10.42	25.70	21.08	6.18	86.65	20.10
13	26.23	21.67	23.21	10.62	26.04	21.33	6.42	89.39	20.78
14	25.01	20.82	22.25	10.88	26.51	21.66	6.73	93.01	21.68
15	23.52	19.78	21.06	11.24	27.14	22.12	7.16	97.91	22.90
16	21.72	18.49	19.60	11.74	28.02	22.78	7.75	104.74	24.60
17	20.69	17.74	18.76	12.07	28.60	23.22	8.14	109.17	25.70
18	19.58	16.92	17.85	12.46	29.29	23.74	8.60	114.46	27.02
19	18.41	16.04	16.87	12.92	30.11	24.38	9.15	120.76	28.59
20	17.19	15.10	15.84	13.48	31.11	25.15	9.80	128.23	30.45
21	15.95	14.14	14.78	14.13	32.26	26.06	10.56	136.97	32.63
22	14.73	13.17	13.73	14.88	33.60	27.11	11.43	147.03	35.13
23	13.56	12.23	12.71	15.73	35.11	28.31	12.42	158.39	37.96
24	12.46	11.33	11.74	16.67	36.80	29.66	13.51	170.96	41.09
25	11.46	10.49	10.84	17.68	38.64	31.13	14.70	184.62	44.49
26	10.55	9.72	10.02	18.77	40.61	32.72	15.97	199.20	48.13
27	9.73	9.03	9.28	19.93	42.66	34.40	17.30	214.57	51.95
28	9.01	8.40	8.62	21.12	44.84	36.15	18.70	230.57	55.94
29	8.36	7.84	8.03	22.37	47.07	37.96	20.13	247.10	60.05
30	8.14	7.64	7.83	22.84	47.94	38.63	20.68	253.41	61.63

Fuente. – Elaboración propia.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Considerando los CGV, la cantidad de vehículos al día, la composición vehicular y la distancia de recorrido se estiman el costo por circular al día para cada tipo de vehículo.

De esta manera, los Costos Generalizados de Viaje se estiman en un total de \$461.02 mdp el primer año.

3. SITUACIÓN SIN PROYECTO

Para la situación sin proyecto se plantea el caso de no llevar a cabo la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Boulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto.; con lo anterior se plantean diferentes supuestos (considerados los de mayor relevancia) tanto técnico como económicos.

- El horizonte de evaluación es de 31 años, considerando 1 de construcción y 31 años de operación.
- Los beneficios considerados son los beneficios directos por asignación vehicular, y se calcularon a partir de los ahorros por reducción de tiempo y en los costos de operación vehicular, al calcular los CGV's.
- Según información del SCT DE LOS AFOROS REALIZADOS el Libramiento de León del año 2008 a 2018 de 6.2%. La tasa de crecimiento que propone la SHCP para este tipo de estudios es de 3.5% por lo que se considera que la tasa que se usa es **CONSERVADORA** para el tipo de estudio que se está realizando.
- Los estudios de aforos vehiculares y el estudio de velocidades (método de vehículo flotante).
- Tasa social de descuento del 10% utilizada por la Unidad de Programas y proyectos de Inversión de la SHCP.
- Se consideran precios constantes de 2023 a lo largo del horizonte de evaluación.

a) Optimizaciones

La optimización que se propone para la zona de influencia es la colocación de una sobre carpeta en los dos carriles de circulación, así como la colocación del señalamiento horizontal. Con estas mejoras se tendría un IRI más bajo y, por lo tanto, costos de operación en el mismo sentido.

Con la medida antes propuestas se mejora la velocidad de operación por lo que se reducirían los costos de operación vehicular.

Tabla 12. Medidas de optimización. IVA incluido.

COMPONENTES	Unidad	Cantidad	P.U.	IMPORTE
Sobrecarpeta de concreto asfáltico, con mezcla asfáltica elaborada en planta con cemento asfáltico del No.6 y agregado pétreo de 3/4 a finos. Incluye: humectación de superficie para evitar polvo, acarreo de la mezcla y compactación al 95 % de la prueba de V.R.S. en campo.	m2	9240	\$615.00	\$5,682,600.00
Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho.	ml	3960	\$13.13	\$51,994.80
			Total	\$5,734,594.80

Fuente. – Elaboración propia.

b) Análisis de la Oferta

Considerando la optimización descrita anteriormente se presentan las características físicas de la carretera.

Tabla 13. Características físicas

Número	1
Característica	BLVD. LA LUZ.
Tipo de superficie	Asfalto
Estado físico	No satisfactorio
Banqueta	N/A
Guarnición	N/A
Ancho de carriles de circulación (m)	3.6
Separación entre sentidos	N/A
Ciclovía	N/A
Acotamiento (m)	N/A
Tipo de terreno	Plano
IRI (m/km)	3.5
Señalamiento htal y vertical	Malo
Iluminación	N/A
Longitud (km)	1.66
Tipo de vialidad	URBANA TIPO C
Número de carriles	2
Sentidos de circulación	2
Ancho de calzada (m)	7.2
Agua Potable	N/A
Drenaje	N/A
Coordenada de inicio	21.110557°,-101.602370°
Coordenada final	21.107645°,-101.586636°
Velocidad permitida (km/h)	40
Sección total (m)	7.2

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

c) Análisis de la Demanda

La asignación del tránsito se obtuvo del estudio de aforos la cual se expresará como el “tránsito promedio diario anual” TDPA.

Tabla 14. TDPA y composición vehicular sin proyecto.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	BLVD. LA LUZ.	83.30%	8.30%	8.40%	40,772

Fuente.- Información obtenida de los estudios de ingeniería de tránsito.

A continuación, se presentan imágenes con las asignaciones a cada uno de los movimientos.

Imagen 14. Demanda sin proyecto.



Fuente. –información del estudio de asignación.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Se incluyen coordenadas de ubicación de inicio y fin de cada tramo para los tramos anteriormente presentados.

Tabla 15. Coordenadas de ubicación de cada tramo.

Movimiento	Nombre del Movimiento	Origen	Coordenada	Destino	Coordenada2	Longitud (km)
1	BLVD. LA LUZ.	BLVD. DELTA	21.110557°,- 101.602370°	BLVD. HACIENDA DE LEÓN	21.107645°,- 101.586636°	1.66

Fuente. - Elaboración propia a partir del mapa digital de Google Earth y proyecto ejecutivo. Unidades: Grados decimales.

A continuación, se presentan las proyecciones del TDPA para los diferentes tramos de análisis con su crecimiento anual para la situación sin proyecto:

Tabla 16. Proyección de la demanda sin proyecto.

Tramo	1
	BLVD. LA LUZ.
Año	TDPA
0	40772
1	42199
2	43676
3	45204
4	46786
5	48424
6	50119
7	51873
8	53689
9	55568
10	57512
11	59526
12	61608
13	63766
14	65998
15	68307
16	70698
17	73173
18	75734
19	78385
20	81127
21	83967
22	86906
23	89947
24	93096
25	96354
26	99726
27	103218
28	106830
29	110569
30	114438

Fuente. – Elaboración propia.

d) Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda

d.1) Estudio de velocidades.

A continuación, se presentan los resultados de las velocidades por tipo de vehículo.

Tabla 17. Velocidades de operación en situación sin proyecto.

Tramo	DESCRIPCIÓN	Longitud (KM)	VEL A (km/h)	VEL B (km/h)	VEL C (km/h)	PROMEDIO (km/h)	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	BLVD. LA LUZ.	1.66	34.33	27.29	29.60	30.41	3.31

Fuente. - Estudios de campo.

Las velocidades tienen un incremento de la situación actual a la situación sin proyecto debido a la mejora en las condiciones de la superficie de rodadura.

Los niveles de servicio no cambian debido a que para que el servicio sea el óptimo se debería de incrementar la velocidad aún más de lo que se logra con dichas mejoras; sin embargo, no es posible incrementarla drásticamente para que estos valores se muevan.

d.2) Nivel de servicio.

Con los estudios de Ingeniería de movilidad y con base en las condiciones de crecimiento que se expusieron anteriormente se concluye que la capacidad instalada de la carretera es la siguiente:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 18. Nivel de servicio de la situación actual.

Tramo	I
Año	BLVD. LA LUZ. NS
0	E
1	E
2	E
3	E
4	E
5	F
6	F
7	F
8	F
9	F
10	F
11	F
12	F
13	F
14	F
15	F
16	F
17	F
18	F
19	F
20	F
21	F
22	F
23	F
24	F
25	F
26	F
27	F
28	F
29	F
30	F

Fuente. – Elaboración propia.

Con la información de oferta y demanda se obtiene que el nivel de servicio global de “E” en donde se empieza a tener un flujo de tránsito inestable, los volúmenes del tránsito corresponden a la capacidad.

Se presenta la estimación del COV expresado en \$/veh/km para la situación sin proyecto.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 19. Relación de velocidades y COV Sin Proyecto

1									
BLVD. LA LUZ.									
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)			CST (\$)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0	34.33	27.29	29.60	8.43	21.88	17.95	4.91	70.97	16.29
1	33.15	26.54	28.72	8.56	22.11	18.10	5.08	72.97	16.79
2	32.89	26.37	28.52	8.59	22.17	18.14	5.12	73.45	16.91
3	32.62	26.20	28.32	8.62	22.22	18.18	5.16	73.92	17.03
4	32.33	26.01	28.10	8.66	22.29	18.22	5.21	74.46	17.16
5	32.00	25.80	27.85	8.70	22.36	18.27	5.26	75.08	17.32
6	31.63	25.56	27.57	8.75	22.44	18.32	5.32	75.79	17.49
7	31.21	25.28	27.25	8.81	22.54	18.39	5.40	76.61	17.70
8	30.73	24.97	26.89	8.87	22.65	18.47	5.48	77.57	17.94
9	30.18	24.60	26.46	8.95	22.79	18.56	5.58	78.72	18.23
10	29.54	24.18	25.97	9.05	22.95	18.68	5.70	80.11	18.57
11	28.79	23.67	25.39	9.16	23.16	18.82	5.85	81.81	19.00
12	27.91	23.07	24.70	9.31	23.42	19.00	6.03	83.95	19.53
13	26.85	22.34	23.86	9.50	23.75	19.24	6.27	86.69	20.21
14	25.57	21.45	22.85	9.75	24.19	19.55	6.59	90.31	21.11
15	24.01	20.34	21.60	10.10	24.79	19.99	7.01	95.21	22.33
16	22.14	18.98	20.07	10.57	25.64	20.62	7.61	102.04	24.03
17	21.07	18.19	19.19	10.89	26.19	21.04	7.99	106.47	25.14
18	19.92	17.33	18.23	11.26	26.85	21.55	8.45	111.76	26.45
19	18.71	16.40	17.21	11.71	27.65	22.15	9.00	118.06	28.02
20	17.45	15.43	16.14	12.24	28.59	22.89	9.65	125.53	29.88
21	16.18	14.42	15.05	12.86	29.71	23.75	10.41	134.27	32.06
22	14.92	13.42	13.95	13.59	30.98	24.77	11.28	144.33	34.56
23	13.72	12.44	12.90	14.40	32.44	25.92	12.27	155.69	37.39
24	12.60	11.51	11.90	15.30	34.06	27.21	13.37	168.26	40.52
25	11.57	10.65	10.98	16.28	35.81	28.62	14.55	181.92	43.92
26	10.64	9.86	10.14	17.33	37.69	30.13	15.82	196.50	47.56
27	9.82	9.14	9.39	18.42	39.70	31.72	17.16	211.87	51.38
28	9.08	8.50	8.71	19.57	41.76	33.41	18.55	227.87	55.37
29	8.43	7.92	8.11	20.76	43.93	35.14	19.99	244.40	59.48
30	8.20	7.72	7.90	21.22	44.75	35.81	20.54	250.71	61.06

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 20. CGV Anual proyectado Sin Proyecto.

Año	1 BLVD. LA LUZ.
0	\$424,338,595.37
1	\$448,303,595.01
2	\$466,228,699.40
3	\$484,890,960.88
4	\$504,575,152.67
5	\$525,478,849.30
6	\$547,727,681.87
7	\$571,525,258.37
8	\$597,177,748.97
9	\$625,044,520.50
10	\$655,601,747.09
11	\$689,696,339.09
12	\$728,178,406.85
13	\$772,891,671.33
14	\$826,209,878.24
15	\$892,122,305.51
16	\$976,848,542.86
17	\$1,047,049,130.53
18	\$1,128,340,793.98
19	\$1,222,896,916.04
20	\$1,333,265,376.66
21	\$1,461,924,651.50
22	\$1,611,133,139.97
23	\$1,781,985,521.38
24	\$1,975,689,429.96
25	\$2,192,609,609.09
26	\$2,432,958,260.32
27	\$2,695,855,219.42
28	\$2,982,778,328.38
29	\$3,292,473,748.02
30	\$3,489,538,270.02

Fuente. – Elaboración propia

e) Alternativas de solución

e.1) Alternativa 1

Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Boulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto.

Características principales:

- Modernización del cuerpo Norte a 2 carriles, así como construcción del cuerpo sur a dos carriles hasta el km 20+820 aproximadamente. Modernización a 3 carriles hasta el km 20+400. Ampliación a 2 carriles del km 21+800 hasta el 21+920 en el sentido Oeste-Este.
- Carpeta de concreto hidráulico de los km 20+240 (un carril) a 20+760, 30+140 a 30+700 (dos carriles) y 21+800 a 21+920 (dos carriles).
- Careta de asfalto del km 20+760 al 21+400 (tres carriles)
- Configuración operativa de 2 carriles por sentido de operación.
- Construcción de ciclovía de sección de 3m.
- Instalación de drenaje pluvial
- Drenaje sanitario
- Drenaje pluvial
- Semaforización.
- Instalación de alumbrado público.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- La estructura tiene una vida útil de 30 años dentro de los cuales se le debe dar mantenimiento preventivo para evitar que se deteriore.
- El período de construcción es de 12 meses.

Ventajas:

- Costo de inversión más bajo.

Desventajas

- Mantenimiento más constante que la otra opción analizada.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 21. Precios alternativa 1 IVA incluido.

Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe IVA inc.
Pavimentación Concreto Hidráulico	Pavimento de 23 cm de espesor de concreto premezclado mr=45 kg/cm ² , acabado escobillado, vibrado.	M2	6580	\$5,377.61	\$35,384,673.80
Agua potable	Tubería de PVC Hidráulica Anger de 6 pulgadas en líneas de agua potable.	ML	609	\$2,893.57	\$1,762,184.13
Alcantarillado sanitario	Tubería de PVC ara alcantarillado S-20 de 10 pulgadas.	ML	588.6	\$19,390.05	\$11,412,983.43
Alcantarillado pluvial	Tubería de Polietileno de alta densidad para alcantarillado pluvial de 18 pulgadas.	ML	84.62	\$15,195.24	\$1,285,821.21
Alumbrado público y línea CFE	Luminaria LED tipo Vialled acabado en pintura poliéster aplicada electrostáticamente.	PZA.	19	\$146,687.81	\$2,787,068.39
Señalamiento vertical	Señales restrictivas, preventivas e informativas.	PZA.	25	\$47,550.72	\$1,188,768.00
Señalamiento horizontal	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho.	ML	9600	\$23.40	\$224,640.00
Semaforización	Semáforo de policarbonato de alto impacto color negro de dos aspectos, con diodos electroluminiscentes LED de alta intensidad.	PZA.	119	\$73,664.94	\$8,766,127.86
Pavimentación Asfáltica	Carpeta de asfalto grado PG 64V-16 de 10 cm de espesor.	M2	6720	\$4,308.64	\$28,954,060.80
Subestación	Reubicar la subestación monofásica de 10 a 37.5 KVA.	PZA.	2	\$51,579.39	\$103,158.78
Ciclovía	Ciclovía de 3m de ancho	M2	3960	\$2,053.16	\$8,130,513.60
				Total	\$100,000,000.00

Fuente. – Elaboración propia

Tabla 22. Costos de mantenimiento

TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD
ASFALTO		
Conservación Rutinaria	\$ 32,500.00	Anual
Riego de Sello	\$ 165,000.00	Año 4, 12, 20 y 28
Sobre Carpeta	\$ 845,000.00	Año 8 y 24
Rehabilitación	\$ 2,500,000.00	Año 16

TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD
CONCRETO		
Conservación Rutinaria	\$ 27,413.79	Anual
Reparación superficial de losas	\$ 365,517.24	5,15,25
Reparación Mayor	\$ 913,793.10	10,20,30

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 15. CAE alternativa No. 1

COSTO ANUAL EQUIVALENTE				
Alternativa No. 1				
MODERNIZACIÓN DEL BLVD. LA LUZ; TRAMO DE BLVD. VICENTE VALTIERRA A BLVD. JUAN ALONSO DE TORRES				
Horizonte de Proyecto (años)	31	Tasa de Descuento	10%	
Año	Inversión	Costo de Mantenimiento	Flujo de Efectivo	CAE
0	\$86,206,896.55	\$0.00	\$86,206,896.55	
1		\$113,937.93	\$113,937.93	\$9,685,492.64
2		\$113,937.93	\$113,937.93	
3		\$113,937.93	\$113,937.93	
4		\$430,737.93	\$430,737.93	
5		\$801,110.34	\$801,110.34	
6		\$113,937.93	\$113,937.93	
7		\$113,937.93	\$113,937.93	
8		\$1,736,337.93	\$1,736,337.93	
9		\$113,937.93	\$113,937.93	
10		\$1,831,868.95	\$1,831,868.95	
11		\$113,937.93	\$113,937.93	
12		\$430,737.93	\$430,737.93	
13		\$113,937.93	\$113,937.93	
14		\$113,937.93	\$113,937.93	
15		\$801,110.34	\$801,110.34	
16		\$4,913,937.93	\$4,913,937.93	
17		\$113,937.93	\$113,937.93	
18		\$113,937.93	\$113,937.93	
19		\$113,937.93	\$113,937.93	
20		\$2,148,668.95	\$2,148,668.95	
21		\$113,937.93	\$113,937.93	
22		\$113,937.93	\$113,937.93	
23		\$113,937.93	\$113,937.93	
24		\$1,736,337.93	\$1,736,337.93	
25		\$801,110.34	\$801,110.34	
26		\$113,937.93	\$113,937.93	
27		\$113,937.93	\$113,937.93	
28		\$430,737.93	\$430,737.93	
29		\$113,937.93	\$113,937.93	
30		\$1,831,868.95	\$1,831,868.95	

Fuente. – Elaboración propia

e.2) Alternativa 2

Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto..

Características principales:

- Modernización del cuerpo Norte a 2 carriles, así como construcción del cuerpo sur a dos carriles hasta el km 20+820 aproximadamente. Modernización a 3 carriles hasta el km 20+400. Ampliación a 4 carriles del km 21+800 hasta el 21+920.
- Carpeta de concreto hidráulico de los km 20+240 (un carril) a 20+760, 30+140 a 30+700 (dos carriles) y 21+800 a 21+920 (dos carriles) y del km 20+760 al 21+400 (tres carriles). Se tiene la totalidad de los carriles construida en concreto hidráulico.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

- Configuración operativa de 2 carriles por sentido de operación.
- Construcción de ciclovia de sección de 3m.
- Instalación de drenaje pluvial
- Drenaje sanitario
- Drenaje pluvial
- Semaforización.
- Instalación de alumbrado público.
- Señalamiento horizontal y vertical.
- La estructura tiene una vida útil de 30 años dentro de los cuales se le debe dar mantenimiento preventivo para evitar que se deteriore.
- El período de construcción es de 12 meses.

Ventajas:

- Menor mantenimiento debido a que el concreto hidráulico los tiene más espaciados.

Desventajas:

- Costo más alto que la otra opción analizada.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

A continuación, se presenta una tabla con los costos de la alternativa 2

Tabla 23. Precios alternativa 2. IVA incluido.

Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe IVA inc.
Pavimentación Concreto Hidráulico	Pavimento de 23 cm de espesor de concreto premezclado $m_r=45$ kg/cm ² , acabado escobillado, vibrado.	M2	13300	5377.61	\$71,522,213.00
Agua potable	Tubería de PVC Hidráulica Anger de 6 pulgadas en líneas de agua potable.	ML	609	2893.57	\$1,762,184.13
Alcantarillado sanitario	Tubería de PVC ara alcantarillado S-20 de 10 pulgadas.	ML	588.6	19390.05	\$11,412,983.43
Alcantarillado pluvial	Tubería de Polietileno de alta densidad para alcantarillado pluvial de 18 pulgadas.	ML	84.62	15195.24	\$1,285,821.21
Alumbrado público y línea CFE	Luminaria LED tipo Vialled acabado en pintura poliéster aplicada electrostáticamente.	PZA.	19	146687.81	\$2,787,068.39
Señalamiento vertical	Señales restrictivas, preventivas e informativas.	PZA.	25	47550.72	\$1,188,768.00
Señalamiento horizontal	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho.	ML	9600	23.4	\$224,640.00
Semaforización	Semáforo de policarbonato de alto impacto color negro de dos aspectos, con diodos electroluminiscentes LED de alta intensidad.	PZA.	119	73664.94	\$8,766,127.86
Subestación	Reubicar la subestación monofásica de 10 a 37.5 KVA.	PZA.	2	51579.39	\$103,158.78
Ciclovía	Ciclovía de 3m de ancho	M2	3960	2053.16	\$8,130,513.60
				Total	\$107,183,478.40

Fuente. – Elaboración propia

** Los costos de mantenimiento por \$/km/carril son los mismos para ambas alternativas.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 16. CAE alternativa No. 2

COSTO ANUAL EQUIVALENTE				
Alternativa No. 2				
CONSTRUCCIÓN DEL BLVD. LA LUS CON MODIFICACIÓN AL CAUCE.				
Horizonte de Proyecto (años)	31	Tasa de Descuento	10%	
Año	Inversión	Costo de Mantenimiento	Flujo de Efectivo	CAE
0	\$92,399,550.34	\$0.00	\$92,399,550.34	
1		\$304,172.40	\$304,172.40	\$10,709,156.80
2		\$304,172.40	\$304,172.40	
3		\$304,172.40	\$304,172.40	
4		\$304,172.40	\$304,172.40	
5		\$1,693,137.91	\$1,693,137.91	VPC
6		\$304,172.40	\$304,172.40	\$100,954,305.17
7		\$304,172.40	\$304,172.40	
8		\$304,172.40	\$304,172.40	
9		\$304,172.40	\$304,172.40	
10		\$3,776,586.18	\$3,776,586.18	
11		\$804,172.40	\$804,172.40	
12		\$304,172.40	\$304,172.40	
13		\$304,172.40	\$304,172.40	
14		\$304,172.40	\$304,172.40	
15		\$1,693,137.91	\$1,693,137.91	
16		\$9,804,172.40	\$9,804,172.40	
17		\$304,172.40	\$304,172.40	
18		\$304,172.40	\$304,172.40	
19		\$304,172.40	\$304,172.40	
20		\$3,776,586.18	\$3,776,586.18	
21		\$804,172.40	\$804,172.40	
22		\$304,172.40	\$304,172.40	
23		\$304,172.40	\$304,172.40	
24		\$304,172.40	\$304,172.40	
25		\$1,693,137.91	\$1,693,137.91	
26		\$304,172.40	\$304,172.40	
27		\$304,172.40	\$304,172.40	
28		\$304,172.40	\$304,172.40	
29		\$304,172.40	\$304,172.40	
30		\$3,776,586.18	\$3,776,586.18	

Fuente. – Elaboración propia

e.3) Selección de la alternativa

Al analizar las ventajas y desventajas de las soluciones propuestas se determina que la **Alternativa 1** que consiste en: “Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Boulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto.” presenta la mejor solución a largo plazo para la carretera en estudio.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 17. Alternativa de construcción.



Fuente.- Proyecto ejecutivo.

Tabla 24. Comparación de costos de Alternativas.

Alternativa	Costo con IVA	CAE	VPC
1	\$100,000,000.00	\$9,685,492.64	\$91,304,310.66
2	\$107,183,478.40	\$10,709,156.80	\$100,954,305.17

Fuente. – Elaboración propia

Las condiciones del proyecto favorecen el flujo continuo de vehículos en la zona incrementando el desarrollo de las actividades productivas de la zona tales como educación y servicios.

Para tomar la decisión de inversión se tomaron en cuenta:

- Los Costos anuales equivalentes en donde se observa que tiene un CAE más bajo la alternativa 1.

Todos los estudios muestran que la alternativa 1 es la mejor opción.

Con la modernización del Blvd, se mejorarán las condiciones de circulación del tránsito sobre, por lo que se ofrecerán varias ventajas para el usuario que consisten en:

- Ahorro en tiempo de recorrido.
- Ahorro en costos de operación vehicular.
- Se ofrece mayor comodidad y rapidez para los usuarios.
- Mejora el nivel de servicio.

4. SITUACIÓN CON PROYECTO

Se presenta la situación en la que se espera obtener un beneficio si se realizan los trabajos de la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto.

a) Descripción general

En la siguiente tabla se indica el tipo de proyecto que corresponde el análisis que se realiza para la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto.

Tabla 25. Tipo de obra que se llevará a cabo

Tipo	
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"/>

Fuente. - Elaboración propia

La Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), es una obra que por su trascendencia está incluida en el programa de Gobierno de la presente Administración, con el objetivo de mejorar el nivel de servicio de la vialidad así como el confort y seguridad en su recorrido.

Sin embargo es importante aclarar que para esta obra siguen vigentes las gestiones de derecho de vía por lo que hubo la necesidad de realizar ajustes a la geometría, tramos de intervención, metros cuadrados de pavimento hidráulico y asfáltico, no sin perder el objetivo de mejorar esta vialidad y lograr un recorrido de 1.6 km en al menos 2 carriles por sentido, ratificando las coordenadas de inicio de tramo: 21.110557°, -101.602370° y Fin: 21.107645°, -101.586636°. Representado una distancia de 1.6km del Boulevard La Luz.

Partiendo del cruce del Blvd Vicente Valtierra el alcance de esta obra considera un Boulevard en dos cuerpos separados por el Arroyo “La Tinaja”, esta disposición de cuerpos tiene un recorrido de 560m lineales antes de desviarse y juntarse por completo al lado norte del Arroyo “La Tinaja”.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

En particular para el cuerpo Sur los 560 metros lineales tiene como referencia la Gasolinera Oxxo Gas que se ubica en el cruce del Blvd. Vicente Valtierra y Blvd La Luz y la Gasolinera Chevron (ubicada en esta misma acera) previéndose en esta etapa que este cuerpo se re-construya los primeros 190 m y se construya el resto en concreto hidráulico dejándose las preparaciones geométricas para el cruce con el Blvd. San Nicolás (aun no construido). En tanto el Cuerpo Norte se conserva el concreto asfáltico en esta misma distancia incorporando la construcción en concreto Hidráulico el carril de alta que va contiguo a la zona federal del Arroyo “La Tinaja” (margen norte del cauce) considerando también las preparaciones con el Blvd San Nicolás (aun no construido).

Los siguientes 491m sobre el Blvd la Luz (sentido oriente), partiendo de la gasolinera Chevron emplazada sobre el cuerpo vehicular sur hasta llegar al cruce con el Blvd Atotonilco la condición cambia pues en este tramo solo se contempla la construcción en asfalto 3 de los 4 carriles que se habilitaran exclusivamente en el cuerpo norte del Blvd La Luz (margen norte del Arroyo “La Tinaja”), utilizando bollas para habilitar dos carriles por sentido; resulta importante mencionar que casi para llegar a Blvd Atotonilco se emplaza otra gasolinera Chevron donde se construyen los 4 carriles en asfalto y en el cruce también se realizan trabajos en asfalto para empatar con el pavimento existente.

En este cruce de Blvd Atotonilco y Blvd La Luz, el arroyo “La Tinaja” tiene un cambio de dirección importante en su trayectoria longitudinal, entendiéndose que se desvía en este cruce alrededor de 20 metros en su sentido longitudinal hacia el sur. Esta condición hace que en la geometría del Blvd “La Luz” se adapte a esta condición y los últimos 600 metros se genera la intervención a dicho Boulevard sobre la margen sur del arroyo “La Tinaja” predominando el pavimento en asfalto con excepción de un tramo de 120m aproximadamente que se construye en concreto hidráulico que representa el acceso a las dos Gaseras (servicio de gas 2000 y gas Noel), logrando así la meta de construir 4 carriles, es decir 2 por sentido y empatándose con los concretos existentes en buen estado.

Finalmente se hace una adecuación del km 21+800 a 1 21+920 en donde se construyen dos carriles en el cuerpo sur únicamente.

Se construye ciclo vía a lo largo de la modernización de sección de 3m.

Nota: Los km utilizados para el análisis, así como los materiales utilizados son los siguientes:

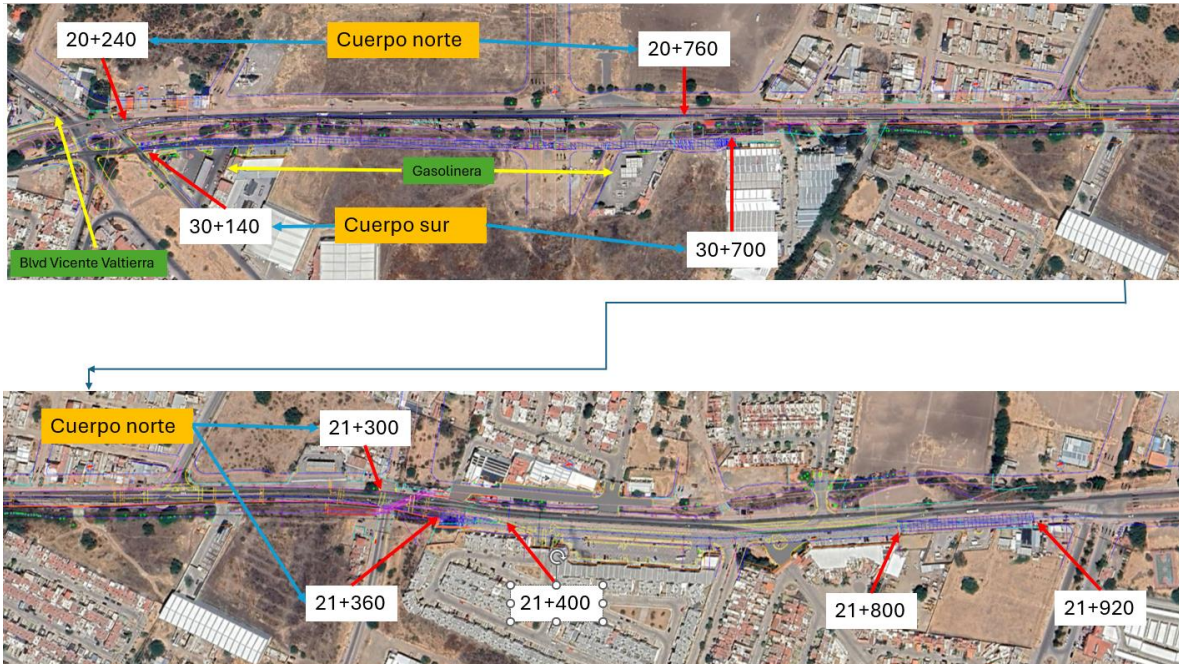
Asfalto del km 20+760 – 21+400 (3 carriles .640km)

Concreto Hidráulico km 20+240 – 20+760 (1 carril .520km), 30+140 -30+700 (2 carriles, .56 km) y 21+800 – 21+920 (2 carriles, .12km)

Nota 2: La suma de los km arriba expuestos no corresponde con la longitud evaluada debido a que los dos cuerpos se sobreponen en algunos tramos.

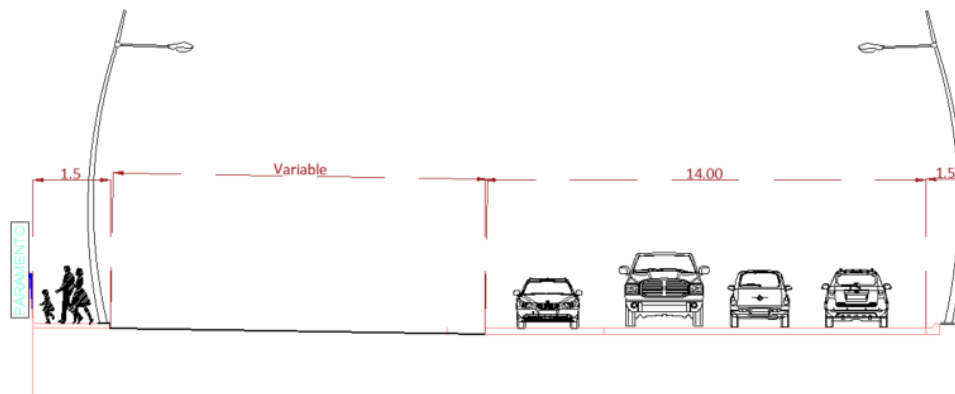
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 18. Planta del proyecto con referencias.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

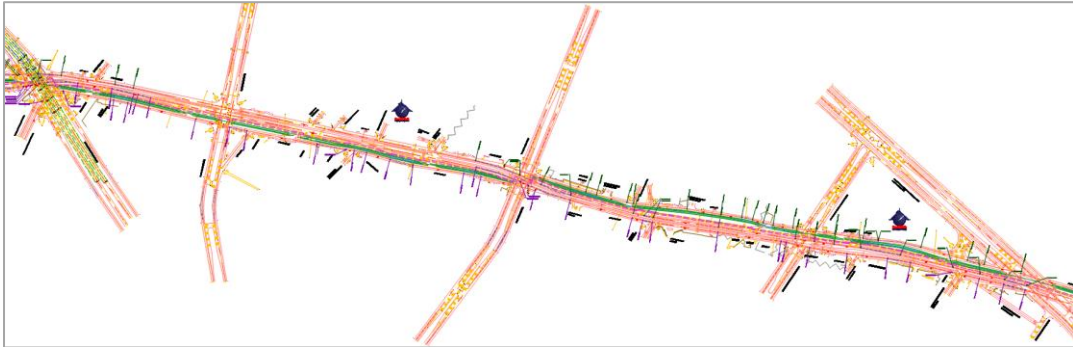
Imagen 19. Imagen de sección tipo.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

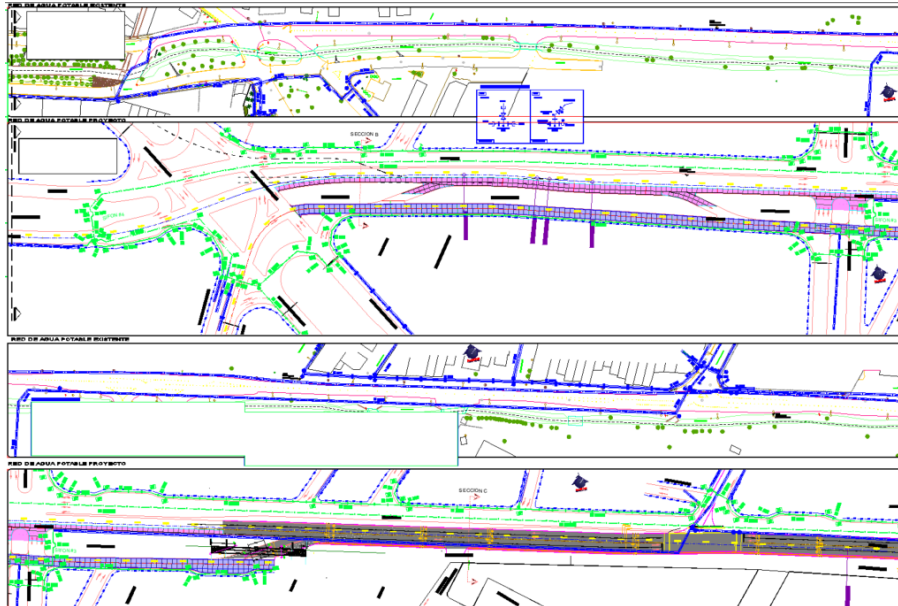
Imagen 20. Planta geométrica del proyecto.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

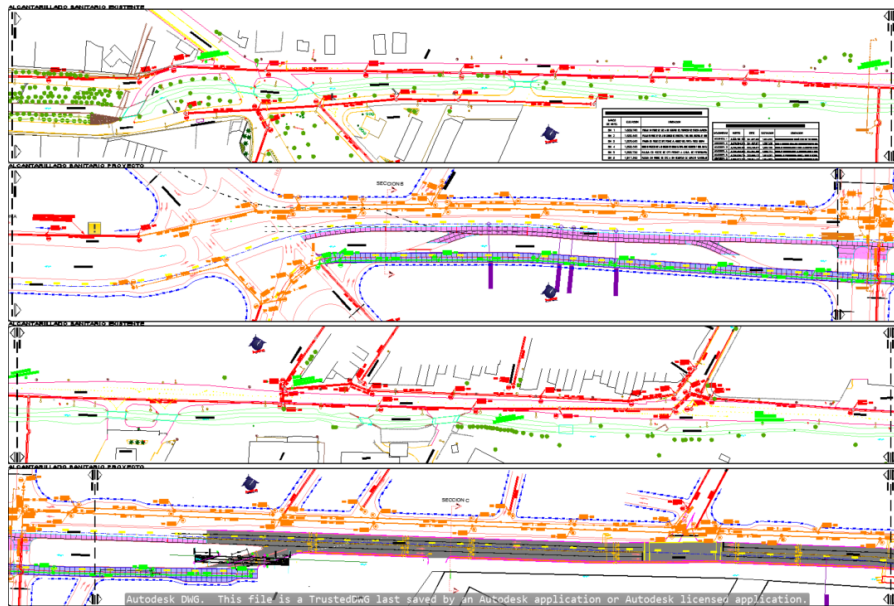
Imagen 21. Proyecto agua potable.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

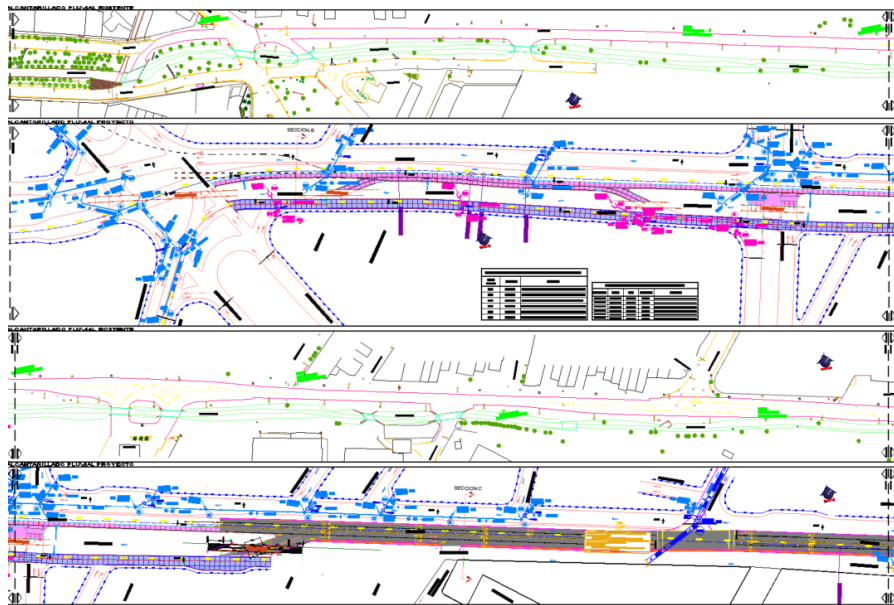
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 22. Proyecto de alcantarillado sanitario.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

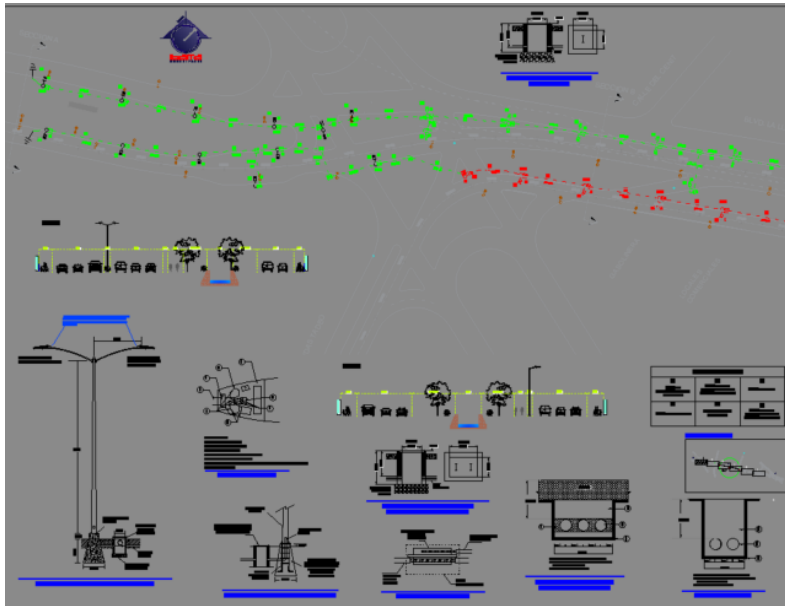
Imagen 23. Proyecto de alcantarillado pluvial



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

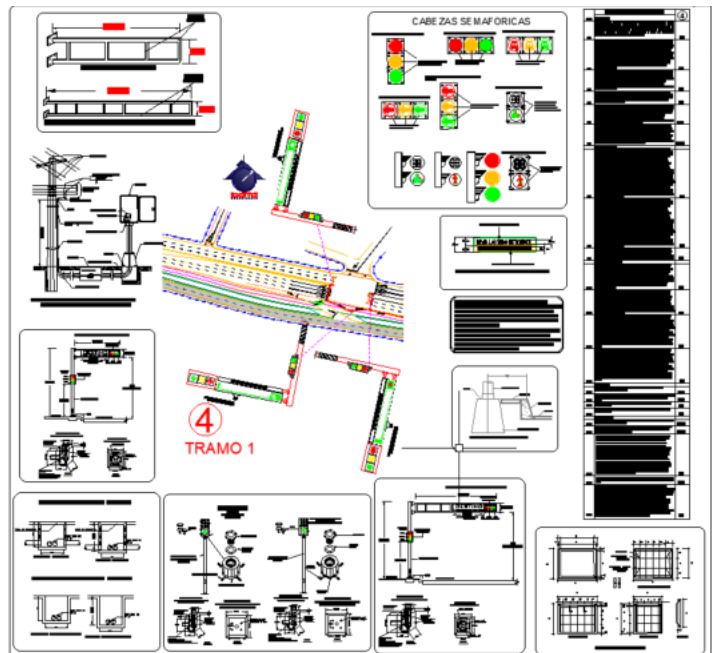
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 24. Proyecto de alumbrado público.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

Imagen 25. Proyecto de semaforización.



Fuente. - Elaboración propia con base en proyecto ejecutivo.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 26. Componentes.

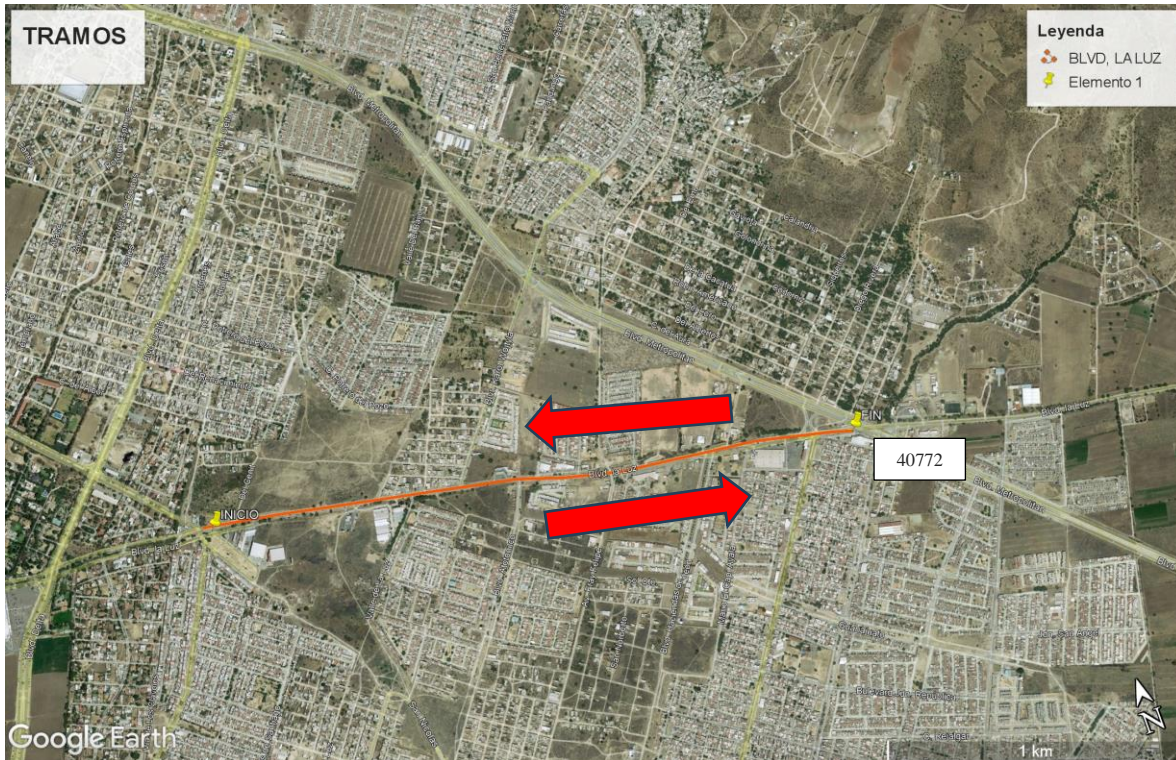
Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe IVA inc.
Pavimentación Concreto Hidráulico	Pavimento de 23 cm de espesor de concreto premezclado mr=45 kg/cm ² , acabado escobillado, vibrado.	M2	6580	\$5,377.61	\$35,384,673.80
Agua potable	Tubería de PVC Hidráulica Anger de 6 pulgadas en líneas de agua potable.	ML	609	\$2,893.57	\$1,762,184.13
Alcantarillado sanitario	Tubería de PVC ara alcantarillado S-20 de 10 pulgadas.	ML	588.6	\$19,390.05	\$11,412,983.43
Alcantarillado pluvial	Tubería de Polietileno de alta densidad para alcantarillado pluvial de 18 pulgadas.	ML	84.62	\$15,195.24	\$1,285,821.21
Alumbrado público y línea CFE	Luminaria LED tipo Vialled acabado en pintura poliéster aplicada electrostáticamente.	PZA.	19	\$146,687.81	\$2,787,068.39
Señalamiento vertical	Señales restrictivas, preventivas e informativas.	PZA.	25	\$47,550.72	\$1,188,768.00
Señalamiento horizontal	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho.	ML	9600	\$23.40	\$224,640.00
Semaforización	Semáforo de policarbonato de alto impacto color negro de dos aspectos, con diodos electroluminiscentes LED de alta intensidad.	PZA.	119	\$73,664.94	\$8,766,127.86
Pavimentación Asfáltica	Carpeta de asfalto grado PG 64V-16 de 10 cm de espesor.	M2	6720	\$4,308.64	\$28,954,060.80
Subestación	Reubicar la subestación monofásica de 10 a 37.5 KVA.	PZA.	2	\$51,579.39	\$103,158.78
Ciclovía	Ciclovía de 3m de ancho	M2	3960	\$2,053.16	\$8,130,513.60
				Total	\$100,000,000.00

Fuente. - Elaboración propia con base en la información de proyecto.

A continuación, se presenta los movimientos con proyecto:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 26. Demanda con proyecto



Fuente. –información del estudio de asignación.

Con base en la información anterior se detallan a continuación los orígenes y destinos de cada tramo.

Tabla 27. Coordenadas de inicio y fin de cada tramo.

Tramo	Nombre del Tramo	Origen	Coordenada	Destino	Coordenada2	Longitud (km)
1	BLVD. LA LUZ.	BLVD. DELTA	21.110557°,- 101.602370°	BLVD. HACIENDA DE LEÓN	21.107645°,- 101.586636°	1.66

Fuente. - Elaboración propia a partir del mapa digital de Google Earth y proyecto ejecutivo. Unidades: Grados decimales.

b) Alineación estratégica

Se tiene como objetivo realizar una inversión para la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto. La construcción se planea que inicie en el año 2023; contribuyendo de esta manera a las directrices establecidas en el Plan Nacional de desarrollo de **“Garantizar empleo, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho a todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura, y servicios de salud por medio de programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo”** de igual forma, se apega al cumplimiento del Plan Estatal de desarrollo Guanajuato 2040 **“Incrementar la cobertura, calidad, eficiencia y competitividad de la infraestructura del estado.”**

Se presenta la alineación estratégica del proyecto de modernización que es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018 y el Plan Estatal de Desarrollo 2040.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 28. Alineación estratégica.

Plan o programa	Objetivos, metas, estrategias, líneas de acción
<p>Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024.</p>	<p>1. Política y gobierno Objetivo 2: Garantizar empleo, educación, salud y bienestar.</p> <p>3. Economía Eje: Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.</p> <p>Garantizar empleo, educación, salud y bienestar mediante la creación de puestos de trabajo, el cumplimiento del derecho de todos los jóvenes del país a la educación superior, la inversión en infraestructura y servicios de salud por medio de los programas regionales, sectoriales y coyunturales de desarrollo.</p> <p>El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura.</p>
<p>Plan Estatal de Desarrollo 2040</p>	<p>Dimensión 3 Medio Ambiente y Territorio: Línea estratégica: 3.2 Territorio Objetivo Estratégico 3.2.2.- Incrementar la cobertura, calidad, eficiencia y competitividad de la infraestructura del estado.</p> <p>Estrategia 3.2.2.1.- Consolidación de la infraestructura carretera como articuladora para el desarrollo al interior de la entidad y hacia el resto del país.</p>
<p>Programa de Gobierno Estatal 2018 -2024</p>	<p>5. DESARROLLO ORDENADO Y SOSTENIBLE OBJETIVO 5.4 Consolidar el ordenamiento y administración sustentable del territorio en la entidad. 5.4.5.2 Promover la creación de una red de infraestructura verde que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático. 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. Estrategia 5.5.3 Impulso de los medios alternos para la movilidad sustentable de las personas en el estado. 5.5.3.2 Fortalecer el sistema nacional de ciclovías 5.5.3.3 Promover el programa de atención y adecuación de infraestructura peatonal para las personas con movilidad reducida en las zonas urbanas y suburbanas.</p>
<p>Programa de Gobierno Municipal de León, Guanajuato 2021-2024.</p>	<p>Programa VT.2. Movilidad Segura VT. 2.4 Red de Corredores Seguros Acciones: VT. 2.4.1 Desarrollar e implementar el modelo de corredores seguros que conecten con las principales vialidades de la ciudad. VT. 2.5 Urbanismo Táctico Acciones: VT. 2.5.8 Ejecutar las acciones de mejora en zonas prioritarias y pares viales.</p>

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Plan o programa	Objetivos, metas, estrategias, líneas de acción
<p>Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, 2013-2035</p>	<p>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 induzcan a la accesibilidad en la nueva configuración territorial Líneas de acción: • 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>

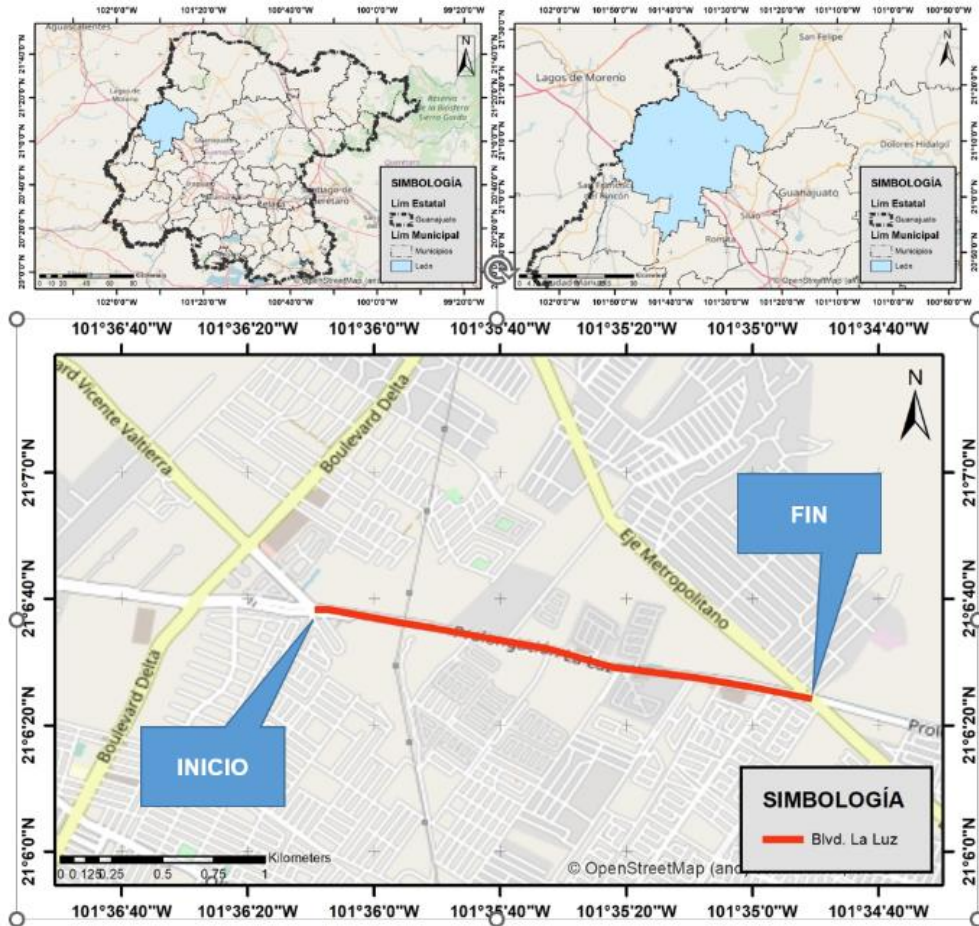
Fuente. –Planes y Programas referidos.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

c) Localización geográfica

El proyecto se localiza en el municipio León, Guanajuato que a su vez pertenece a la meso región Centro – Occidente.

Imagen 27. Ubicación regional del proyecto.



Fuente. - Elaboración propia.

Nota: La modernización termina en la coordenada 21.107645°, -101.586636° aproximadamente.

La ciudad de León se encuentra entre los paralelos 21° 20' y 20° 51' de latitud norte; los meridianos 101° 22' y 101° 50' de longitud oeste; altitud entre 1 000 y 2 900 m. colinda al norte con el estado de Jalisco y el municipio de San Felipe; al este con los municipios de San Felipe, Guanajuato y Silao; al sur con los municipios de Silao, Romita y San Francisco del Rincón; al oeste con los municipios de San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y el estado de Jalisco. Ocupa el 4.0% de la superficie del estado. (INEGI, 2011)

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

d) Calendario de actividades

Los principales trabajos requeridos para la ejecución y operación del proyecto se han programado de acuerdo con las siguientes fechas:

Calendario de inversiones por componente:

Tabla 29. Calendario de actividades. Tabla 1 de 2.

Componente	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Pavimentación						
Concreto Hidráulico	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$5,897,445.63	\$5,897,445.63	\$5,897,445.63
Agua potable	\$587,394.71	\$587,394.71	\$587,394.71	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Alcantarillado sanitario	\$3,804,327.81	\$3,804,327.81	\$3,804,327.81	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Alcantarillado pluvial	\$428,607.07	\$428,607.07	\$428,607.07	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Alumbrado público y línea CFE	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Señalamiento vertical	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Señalamiento horizontal	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Semaforización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Pavimentación						
Asfáltica	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Subestación	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Ciclovía	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL	\$4,820,329.59	\$4,820,329.59	\$4,820,329.59	\$5,897,445.63	\$5,897,445.63	\$5,897,445.63

Fuente. – Elaboración propia.

Tabla 30. Calendario de actividades. Tabla 2 de 2.

Componente	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
	7	8	9	10	11	12
Pavimentación						
Concreto Hidráulico	\$5,897,445.63	\$5,897,445.63	\$5,897,445.63	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Agua potable	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Alcantarillado sanitario	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Alcantarillado pluvial	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Alumbrado público y línea CFE	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,393,534.20	\$1,393,534.20
Señalamiento vertical	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$1,188,768.00
Señalamiento horizontal	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$224,640.00
Semaforización	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,383,063.93	\$4,383,063.93
Pavimentación						
Asfáltica	\$0.00	\$9,651,353.60	\$9,651,353.60	\$9,651,353.60	\$0.00	\$0.00
Subestación	\$103,158.78	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Ciclovía	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$4,065,256.80	\$4,065,256.80	\$0.00
TOTAL	\$6,000,604.41	\$15,548,799.23	\$15,548,799.23	\$13,716,610.40	\$9,841,854.93	\$7,190,006.13

Fuente. – Elaboración propia.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 31. Calendario físico-financiero.

AVANCE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
FÍSICO	4.82%	4.82%	4.82%	5.90%	5.90%	5.90%
FINANCIERO (mdp)	4.82	4.82	4.82	5.9	5.9	5.9

AVANCE	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
FÍSICO	6.00%	15.55%	15.55%	13.72%	9.84%	7.18%
FINANCIERO (mdp)	6	15.55	15.55	13.72	9.84	7.18

Fuente. – Elaboración propia.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

e) Monto total de inversión

De acuerdo con la información del proyecto ejecutivo, de la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto., tienen una inversión total estimada de \$100,000,000.00 pesos, incluyendo el IVA, la tabla siguiente muestra un detalle de ello para cada subcomponente.

Tabla 32. Monto de inversión.

Componente	Monto de inversión	Etapa	Año de inversión
Pavimentación Concreto Hidráulico	\$35,384,673.80	Única	2023
Agua potable	\$1,762,184.13	Única	2023
Alcantarillado sanitario	\$11,412,983.43	Única	2023
Alcantarillado pluvial	\$1,285,821.21	Única	2023
Alumbrado público y línea CFE	\$2,787,068.39	Única	2023
Señalamiento vertical	\$1,188,768.00	Única	2023
Señalamiento horizontal	\$224,640.00	Única	2023
Semaforización	\$8,766,127.86	Única	2023
Pavimentación Asfáltica	\$28,954,060.80	Única	2023
Subestación	\$103,158.78	Única	2023
Ciclovía	\$8,130,513.60	Única	2023
Total	\$100,000,000.00		

Fuente. – Elaboración propia

f) Fuentes de financiamiento

El proyecto se financiará con recursos estatales de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 33. Fuentes de los recursos para financiar el proyecto en pesos 2023 (IVA incluido).

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto de la inversión	Porcentaje	Etapa
Federal				
Estatal				
Municipal	Deuda	\$100,000,000.00	100.00%	Única
Total		\$100,000,000.00	100%	

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

g) Capacidad instalada

Con la Construcción del Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto., el nivel de servicio de las vialidades a lo largo de su vida útil se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 34. Niveles de servicio de la situación con proyecto.

Columna1	1
Tramo	BLVD. LA LUZ.
0	A
1	A
2	A
3	A
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A
10	A
11	A
12	A
13	A
14	A
15	A
16	A
17	A
18	A
19	A
20	A
21	A
22	A
23	A
24	A
25	A
26	A
27	A
28	A
29	A
30	B

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Se puede concluir que, con la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Boulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto., se mejora el nivel de servicio de las vialidades existentes. Para estimar el nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Vial (Highway Capacity Manual).

El incremento en el nivel de servicio se debe al incremento de uno a dos carriles por sentido de circulación que deriva en el incremento sustancial de velocidades de operación y consecuente reducción en los tiempos de espera. El incremento de un carril de circulación ayuda a que se pueda dividir a los vehículos de baja velocidad en el carril derecho y los de velocidad un poco más alta en el izquierdo, de esta forma, se mejora el flujo vehicular y se reduce el tiempo que los vehículos pasan siguiendo al vehículo de enfrente al poder estar en condiciones de rebasar.

Las variaciones en la sección de la vialidad no impactan de momento el nivel de servicio de la vialidad. Lo importante es el hecho de que los vehículos ya no tendrán que seguir al vehículo de enfrente y podrán rebasarlo, lo que mejora el nivel de servicio.

La mejora en el nivel de servicio se debe de igual forma a la reducción del IRI. Al tener un IRI más bajo, los vehículos tienen la posibilidad de circular un poco más rápido.

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Boulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto. son las siguientes:

Tabla 35. Metas físicas anuales del proyecto.

Componente	Etapa	Año	Costo (IVA incluido)	Meta
MODERNIZACIÓN DE BLVD.	Única	2023	\$100,000,000.00	Blvd. De 1.66 km de longitud.

Fuente. – Elaboración propia

i) Vida útil

La vida útil del proyecto es de 30 años que dependerá de las conservaciones periódicas y rutinarias que se hagan oportunamente para que la carretera pueda llegar e incluso sobrepasar la vida útil propuesta.

El horizonte de evaluación es de 31 años considerando, 1 año de construcción y 30 de operación.

j) Descripción de los aspectos más relevantes

j.1) Estudios técnicos

Se cuenta con el Proyecto Ejecutivo terminado y validado por la Dirección de Obra Pública del municipio de León. De igual forma, se tienen las validaciones de los proyectos de Alumbrado Público y Línea de CFE, Electrificación, Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y Pluvial y TELMEX.

j.2) Estudios legales

El proyecto cuenta con afectaciones liberadas al 100%.

j.3) Estudios ambientales

Se cuenta con proyecto ejecutivo validado por al 100%.

j.4) Estudios de mercado

Estudios de ingeniería de tránsito, oferta y demanda. Los estudios fueron elaborados y validados por la dirección de obra pública del municipio de León, Gto en 2019 y actualizados a 2023.

j.5) Estudios específicos

Al momento no se cuenta con información relativa a otros tipos de estudios atribuibles al proyecto.

k) Análisis de la Oferta

La oferta existente se integra de la siguiente manera:

Tabla 36. Características físicas por carretera en la situación con proyecto.

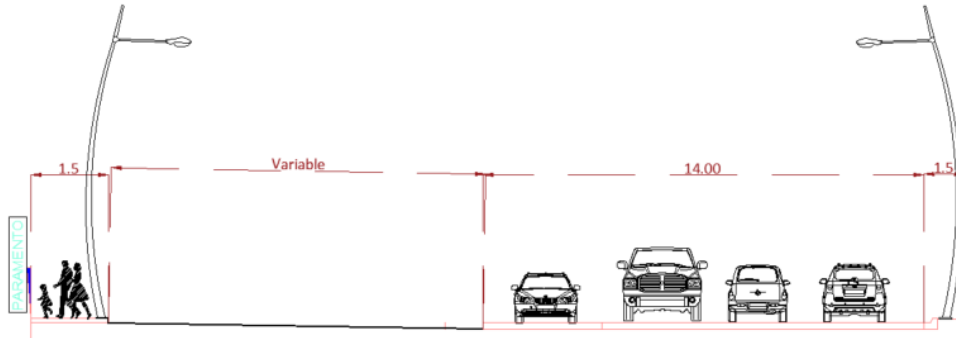
Número	1
Característica	BLVD. LA LUZ.
Tipo de superficie	Asfalto/ Concreto
Estado físico	Bueno
Banqueta	1.5 a 2.5m
Guarnición	SI
Ancho de carriles de circulación (m)	3.3 y 3.5 m
Separación entre sentidos	SI
Ciclovía	SI (3m de ancho)
Acotamiento (m)	NO
Tipo de terreno	Plano
IRI (m/km)	2.5
Señalamiento htal y vertical	BUENO
Iluminación	BUENA
Longitud (km)	1.66
Tipo de vialidad	URBANA TIPO C
Número de carriles	4
Sentidos de circulación	2
Ancho de calzada (m)	14
Agua Potable	SI
Drenaje	SI
Coordenada de inicio	21.110557°, -101.602370°
Coordenada final	21.107645°, -101.586636°
Velocidad permitida (km/h)	40
Sección total (m)	15.5 a 16.5

Fuente. – Elaboración propia

Nota: La velocidad permitida se considera la misma al desconocer las decisiones que se tomaran una vez este construida la vialidad por parte de tránsito municipal.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 28. Sección tipo.



Fuente.- Proyecto Ejecutivo.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

1) Análisis de la Demanda

Para un boulevard en servicio o una construcción nueva, la demanda queda definida por la cantidad de vehículos que circulan o se espera circulen por este. El conocimiento de la demanda permite estimar las condiciones de operación y el grado de ocupación. Así mismo, contar con un historial vehicular es fundamental para conocer la tendencia de crecimiento, y para una etapa de conservación se puedan establecer oportunamente las tareas de conservación y mantener el nivel de servicio de dicha carretera.

La asignación del tránsito se realizó por medio de un estudio de asignación vial que se realizó en el año 2023 para determinar la demanda vehicular, la cual se expresará como el “tránsito promedio diario anual” TDPA.

Tabla 37. TDPA y composición vehicular con proyecto.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	BLVD. LA LUZ.	83.30%	8.30%	8.40%	40772

Fuente.- Información obtenida de estudios de ingeniería de tránsito.

En la situación con proyecto un movimiento las asignaciones de algunos movimientos se ven modificadas y las longitudes también debido a la nueva oferta de infraestructura que se tiene.

A continuación, se presentan imágenes con las asignaciones a cada uno de los tramos.

Imagen 29. Demanda con proyecto



Fuente. –información del estudio de ingeniería de tránsito.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 38. Proyección de TDPA con proyecto.

0	1
Año	TDPA
0	40772
1	42199
2	43676
3	45204
4	46786
5	48424
6	50119
7	51873
8	53689
9	55568
10	57512
11	59526
12	61608
13	63766
14	65998
15	68307
16	70698
17	73173
18	75734
19	78385
20	81127
21	83967
22	86906
23	89947
24	93096
25	96354
26	99726
27	103218
28	106830
29	110569
30	114438

Fuente. – Elaboración propia

m) Interacción Oferta – Demanda

Al realizar el proyecto se obtienen los siguientes niveles de servicio

Tabla 39. Niveles de Servicio Con Proyecto.

0	1	1
Año	BLVD. LA LUZ.	BLVD. LA LUZ.
	SP	CP
0	E	A
1	E	A
2	E	A
3	E	A
4	E	A
5	F	A
6	F	A
7	F	A
8	F	A
9	F	A
10	F	A
11	F	A
12	F	A
13	F	A
14	F	A
15	F	A
16	F	A
17	F	A
18	F	A
19	F	A
20	F	A
21	F	A
22	F	A
23	F	A
24	F	A
25	F	A
26	F	A
27	F	A
28	F	A
29	F	A
30	F	B

Fuente. – Elaboración propia

Se puede concluir que, con la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto., se mejora el nivel de servicio de las vialidades existentes. Para estimar el nivel

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Vial (Highway Capacity Manual).

El incremento en el nivel de servicio se debe al incremento de uno a dos carriles por sentido de circulación que deriva en el incremento sustancial de velocidades de operación y consecuente reducción en los tiempos de espera. El incremento de un carril de circulación ayuda a que se pueda dividir a los vehículos de baja velocidad en el carril derecho y los de velocidad un poco más alta en el izquierdo, de esta forma, se mejora el flujo vehicular y se reduce el tiempo que los vehículos pasan siguiendo al vehículo de enfrente al poder estar en condiciones de rebasar.

La mejora en el nivel de servicio se debe de igual forma a la reducción del IRI. Al tener un IRI más bajo, los vehículos tienen la posibilidad de circular un poco más rápido.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 40. Relación de velocidades y COV Con Proyecto.

1									
BLVD. LA LUZ.									
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)			CST (\$)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0	15.00	14.00	13.00	14.03	32.29	27.60	11.23	138.34	37.10
1	38.41	35.64	33.78	8.28	20.37	17.43	4.38	54.35	14.28
2	38.05	35.33	33.50	8.31	20.42	17.46	4.43	54.82	14.40
3	37.70	35.02	33.23	8.34	20.47	17.49	4.47	55.30	14.52
4	37.31	34.68	32.92	8.38	20.53	17.53	4.51	55.84	14.65
5	36.87	34.31	32.58	8.42	20.60	17.58	4.57	56.45	14.80
6	36.38	33.88	32.20	8.47	20.67	17.63	4.63	57.16	14.98
7	35.83	33.40	31.76	8.53	20.77	17.69	4.70	57.98	15.18
8	35.20	32.85	31.27	8.59	20.87	17.76	4.78	58.95	15.43
9	34.48	32.23	30.70	8.67	21.00	17.85	4.88	60.10	15.71
10	33.65	31.50	30.04	8.77	21.16	17.95	5.01	61.48	16.06
11	32.68	30.65	29.26	8.89	21.35	18.09	5.15	63.19	16.48
12	31.54	29.65	28.35	9.04	21.60	18.26	5.34	65.33	17.01
13	30.19	28.45	27.25	9.24	21.93	18.49	5.58	68.07	17.70
14	28.58	27.02	25.94	9.50	22.36	18.80	5.89	71.68	18.60
15	26.66	25.29	24.34	9.85	22.96	19.24	6.32	76.58	19.82
16	24.36	23.22	22.41	10.35	23.81	19.87	6.91	83.42	21.52
17	23.08	22.05	21.32	10.67	24.37	20.29	7.30	87.84	22.62
18	21.71	20.80	20.15	11.06	25.05	20.80	7.76	93.13	23.94
19	20.28	19.48	18.91	11.53	25.86	21.42	8.31	99.44	25.51
20	18.81	18.12	17.62	12.08	26.83	22.18	8.95	106.90	27.37
21	17.34	16.75	16.33	12.73	27.98	23.07	9.71	115.64	29.54
22	15.90	15.41	15.05	13.48	29.30	24.12	10.59	125.70	32.05
23	14.55	14.13	13.83	14.32	30.82	25.31	11.58	137.06	34.88
24	13.29	12.94	12.69	15.27	32.50	26.65	12.67	149.64	38.01
25	12.15	11.86	11.65	16.29	34.32	28.11	13.86	163.29	41.41
26	11.13	10.89	10.71	17.38	36.28	29.69	15.13	177.88	45.04
27	10.23	10.02	9.87	18.53	38.36	31.36	16.46	193.24	48.87
28	9.43	9.26	9.13	19.73	40.50	33.10	17.85	209.25	52.85
29	8.73	8.58	8.47	20.96	42.74	34.91	19.29	225.77	56.97
30	8.49	8.34	8.24	21.43	43.61	35.62	19.84	232.09	58.54

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Se presenta la estimación del CGV expresado en \$/año para la situación con proyecto.

Tabla 41. CGV Con Proyecto.

Año	1 BLVD. LA LUZ.
0	\$768,534,627.38
1	\$401,122,488.99
2	\$417,407,411.32
3	\$434,327,971.41
4	\$452,242,653.55
5	\$471,304,295.93
6	\$491,647,650.58
7	\$513,464,611.14
8	\$537,082,775.61
9	\$562,836,498.28
10	\$591,236,159.03
11	\$623,107,132.73
12	\$659,380,455.71
13	\$701,830,840.48
14	\$752,883,183.60
15	\$816,503,919.51
16	\$899,356,023.37
17	\$967,239,116.50
18	\$1,046,325,555.72
19	\$1,138,839,059.98
20	\$1,247,350,715.54
21	\$1,374,372,459.04
22	\$1,522,204,054.04
23	\$1,691,795,213.74
24	\$1,884,900,649.13
25	\$2,101,267,581.48
26	\$2,341,258,914.34
27	\$2,604,630,406.45
28	\$2,891,644,079.70
29	\$3,201,959,149.35
30	\$3,396,767,991.37

Fuente. – Elaboración propia Unidades: Pesos M.N.

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En los proyectos carreteros el criterio de decisión está vinculado al momento óptimo de realizar la inversión, el cual está indicado por la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI). Otro indicador que es el Valor Actual Neto social (VAN) define en caso de ser positivo si el proyecto es rentable, si es negativo el proyecto no es rentable. Otro de los indicadores es la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual se entiende como la tasa de rentabilidad medida cuando el VAN es cero.

Adicionalmente se realiza la comparación de los Beneficios Netos (BN) con la Anualidad de la Inversión. Si $BN > \text{Anualidad de la Inversión}$, entonces es el momento óptimo de operar.

La tasa social de descuento que se consideró es de 10%.

Tabla 42. Principales variables de oferta de la situación SIN PROYECTO.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (KM)	VELOCIDAD PROMEDIO (KM/H)	TIEMPO DE RECORRIDO PROMEDIO (MIN)
1	BLVD. LA LUZ.	1.66	30.41	3.27

Fuente. – Elaboración propia

Tabla 43. Principales variables de oferta de la situación CON PROYECTO.

TRAMO	DESCRIPCIÓN	LONGITUD (KM)	VELOCIDAD PROMEDIO (KM/H)	TIEMPO DE RECORRIDO PROMEDIO (MIN)
1	RETORNO SUR - CRIT	1.66	35.94	2.77

Fuente. – Elaboración propia

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del proyecto

Los costos del proyecto corresponden a la inversión para la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto., Dichos costos se presentan en la siguiente tabla:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 44. Costos de inversión.

Componente	Etapa	Año	Costo (IVA incluido)	Meta
MODERNIZACIÓN DE BLVD.	Única	2023	\$100,000,000.00	Blvd. De 1.66 km de longitud.

Fuente.-. Elaborado con base en los costos del Proyecto Ejecutivo.

Los costos de conservación también se toman en cuenta de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 45. Costos de conservación y mantenimiento.

TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD
ASFALTO		
Conservación Rutinaria	\$ 32,500.00	Anual
Riego de Sello	\$ 165,000.00	Año 4, 12, 20 y 28
Sobre Carpeta	\$ 845,000.00	Año 8 y 24
Rehabilitación	\$ 2,500,000.00	Año 16

TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD
CONCRETO		
Conservación Rutinaria	\$ 27,413.79	Anual
Reparación superficial de losas	\$ 365,517.24	5,15,25
Reparación Mayor	\$ 913,793.10	10,20,30

Fuente.-. Elaborado con base en los costos aprobados por la SCT.

Costo por molestias

Se consideran costos por molestias de \$344,196,032.01

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 46. Variables para el cálculo del costo por molestias

	1	
TRAMO	BLVD. LA LUZ.	
ETAPA	Sin Proyecto	Periodo de Obra
Superficie de rodamiento	Asfalto	Concreto
Longitud (km)	1.66	1.66
IRI (m/km)	3.50	2.50
Velocidad de operación promedio (km/h)	30.41	14.00
Tiempo de recorrido promedio (min)	3.31	7.11
COV A (\$/veh/km)	8.43	14.03
COV B (\$/veh/km)	21.88	32.29
COV C (\$/veh/km)	17.95	27.60

Fuente.- Elaboración propia

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos parámetros: el primero, en el ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y segundo, ahorro en costos de operación vehicular.

b.1) Ahorro en tiempo de viaje

Los ahorros en el tiempo de viaje se calculan por el diferencial de velocidades de los usuarios de las situaciones sin y con proyecto. Las velocidades futuras se ven reducidas año con año debido a la saturación que provoca el crecimiento del flujo vehicular.

Otro insumo es el valor económico del tiempo. Para conocer el costo en que incurre cada vehículo al pasar por una carretera es necesario conocer el valor económico del tiempo de los usuarios, así como la cantidad de personas que usa cada tipo de vehículo.

Tabla 47. Valor del tiempo de los pasajeros y operadores.

Valor del tiempo 2023	
Tipo de usuario	\$/hr
Valor del tiempo de viaje de trabajo	\$60.39
Valor del tiempo de viaje de placer	\$36.23
Porcentaje de viajeros con motivo de trabajo	60.0%

Fuente: Valor del Tiempo Nacional 2023 del Boletín Técnico 201 del IMT (Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (01))

Tabla 48. Tasa de ocupación vehicular.

Tasa de ocupación vehicular		
A	B	C
2.0	23	1

Fuente.- Instituto Mexicano del Transporte 2023.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

A continuación, se muestran la tabla de los beneficios anuales para los primeros años de vida del proyecto.

Tabla 49. Beneficios por ahorro en el tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto.

Costos (pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Por tiempo de viaje del tránsito	\$180,178,439.13	\$144,197,387.34	\$35,981,051.79

Fuente. – Elaboración propia

b.2) Ahorro en costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el sub-modelo denominado Vehicle Operating Cost México (VOC-MEX) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos y el proceso que se siguió son siguientes:

1. Ahorros con clasificación vehicular: información del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) por composición vehicular para cada tramo carretero.
2. Mediciones de IRI (Índice de Rugosidad Internacional) por kilómetro.
3. Características técnicas de los vehículos nacionales y costos unitarios de los insumos: información obtenida de la Publicación Técnica No. 756 del IMT “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2023”.
4. Una vez que se cuenta con la información básica, la estimación de costos de operación vehicular conlleva las siguientes actividades:
 - a. Vinculación del TDPA por configuración vehicular y el valor promedio de IRI del año de estudio a la información de cada tramo carretero.
 - b. Estimación de costos de operación vehicular. El sistema simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado.
 - c. Después de calcular los costos de operación por segmento, se obtienen los costos de operación por tramos carreteros. En una hoja de cálculo que contiene un registro para cada tramo y la sumatoria para cada tramo carretero de los costos de operación vehicular por segmento, finalmente, se calculan los costos de operación vehicular (por vehículo-kilómetro) del flujo vehicular circulando diariamente por cada tramo de carretera considerado.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 50. Datos de calibración Modelo VOC.

Calibración de modelo VOC-MEX	Unidad	A	B	C
Precio de vehículo nuevo	\$/vehicular	424,941.19	2,394,428.00	748,350.00
Costo de combustible	\$/litro	18.79	20.33	20.33
Costo de lubricantes	\$/litro	44.83	45.69	45.69
Costo de llanta nueva	\$/llanta	1,120.69	3043.11	2,844.83
Tiempo del operador	\$/hora	36.64	94.42	66.38
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	33.63	87.94	62.07
Costos indirectos por vehículo-km.	\$/veh-km.	0.60	1.58	1.37
Edad del vehículo en km	Km	75000	750000	500000

Fuente: Publicación PT756 del Instituto Mexicano del Transporte 2023.

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

Tabla 51. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto.

Costos (pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Costo de operación vehicular.	\$268,125,155.88	\$256,925,101.65	\$11,200,054.23

Fuente. – Elaboración propia

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad son los siguientes:

Tabla 52. Indicadores de rentabilidad.

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN) en pesos	\$160,524,887.53
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13.60%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	54.72%

Fuente. – Elaboración propia

El valor de la Tasa de Rentabilidad Inmediata, TRI resultó ser de 54.72% la cual es mayor a la tasa de descuento social de 10%, para el primer año, por lo que el momento óptimo de entrada en operación del proyecto es el año 2023, en el cual se debe empezar la construcción.

El VPN es positivo, \$160,524,887.53 , lo que indica que el proyecto es rentable.

d) Análisis de sensibilidad

El análisis de riesgo tiene el objetivo de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, como el Valor presente Neto (VPN), la Tasa interna de retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Aparte de las variaciones porcentuales, también se calcula el valor de la variable que hace que el VPN se haga cero ($TIR = 10\%$), esto con el objetivo de observar cuál es la variación máxima que el proyecto aceptaría para ser aún rentable con cada una de las variables.

Se realizaron los análisis correspondientes con cambios en la inversión obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 53. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión.

INV. CON IVA	INV. SOCIAL	VARIACIÓN	VPN	TRI	TIR
\$30,000,000.00	\$25,862,068.97	-70%	\$220,869,715.12	182.41%	15.61%
\$50,000,000.00	\$43,103,448.28	-50%	\$203,628,335.81	109.45%	14.98%
\$70,000,000.00	\$60,344,827.59	-30%	\$186,386,956.50	78.18%	14.40%
\$90,000,000.00	\$77,586,206.90	-10%	\$169,145,577.19	60.80%	13.86%
\$100,000,000.00	\$86,206,896.55	0%	\$160,524,887.53	54.72%	13.60%
\$110,000,000.00	\$94,827,586.21	10%	\$151,904,197.88	49.75%	13.35%
\$130,000,000.00	\$112,068,965.52	30%	\$134,662,818.57	42.09%	12.88%
\$150,000,000.00	\$129,310,344.83	50%	\$117,421,439.26	36.48%	12.43%
\$170,000,000.00	\$146,551,724.14	70%	\$100,180,059.95	32.19%	12.02%
\$286,208,869.54	\$246,731,784.08	186%	\$0.00	19.12%	10.00%

Fuente. – Elaboración propia

Se realizaron los análisis correspondientes a las variaciones vehiculares que pudieran existir en la red carretera obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 54. Análisis de sensibilidad al incremento y decremento de los volúmenes vehiculares de la asignación en el año 0.

TDPA	VARIACIÓN	VPN	TRI	TIR
14423	-64.63%	\$1,062,377.30	19.35%	10.05%
20386	-50.00%	\$37,164,554.14	27.36%	11.43%
28540	-30.00%	\$86,531,729.17	38.31%	12.59%
36695	-10.00%	\$135,886,958.25	49.26%	13.32%
40772	0.00%	\$160,524,887.53	54.72%	13.60%
44849	10.00%	\$185,178,253.23	60.19%	13.83%
53004	30.00%	\$234,541,064.37	71.14%	14.21%
61158	50.00%	\$283,917,799.43	82.10%	14.49%
69312	70.00%	\$333,272,394.84	93.04%	14.72%

Fuente. – Elaboración propia.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 55. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento.

VARIACIÓN	VPN	TRI	TIR
-70.00%	\$160,533,465.68	54.73%	13.60%
-50.00%	\$160,531,014.78	54.73%	13.60%
-30.00%	\$160,528,563.88	54.73%	13.60%
-10.00%	\$160,526,112.98	54.72%	13.60%
0.00%	\$160,524,887.53	54.72%	13.60%
10.00%	\$160,523,662.08	54.72%	13.60%
30.00%	\$160,521,211.18	54.72%	13.60%
50.00%	\$160,518,760.28	54.72%	13.60%
70.00%	\$160,516,309.38	54.72%	13.60%
1309926.34%	\$0.00	-37.02%	10.00%

Fuente. – Elaboración propia.

Como se puede observar, los indicadores muestran que el proyecto es rentable cuando la inversión se incrementa hasta un 186% aproximadamente y cuando el TDPA se reduce en hasta aproximadamente 64.63% y cuando el costo del mantenimiento se tiene una variación de 1309926.34%

e) Análisis de riesgos

Existen diversos tipos de riesgos a los que el proyecto se puede enfrentar. Los riesgos se analizarán en:

- Construcción

Tabla 56. Riesgos, impactos y medidas de mitigación para el proyecto.

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Medidas de mitigación
Ejecución			
Poca experiencia y seriedad del contratista.	Incremento de costos para el contratista y posibles problemas con la dependencia contratante, alargamiento de los periodos de ejecución	Baja	Análisis de los contratistas en la licitación
Incremento en el costo de la obra debido a eventos de fuerza mayor	Retrasos en la construcción. Incremento de los periodos de ejecución.	Baja	Análisis de riesgos ambientales y elaboración de matriz de riesgos de la obra con su respectivo modelo de mitigación.
Falta de recursos	Falta de liquidez del contratista y por ende crecimiento en los plazos	Media	Coordinación entre los involucrados para tener los recursos disponibles en tiempo y forma.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Medidas de mitigación
	de ejecución y reducción en la calidad.		

Fuente. – Elaboración propia

Los riesgos que se presentan en las diferentes etapas del ciclo del proyecto deben tomarse en cuenta con la finalidad de analizar las posibles soluciones antes de que el problema ocurra.

El principal riesgo del proyecto es la falta de liquidez del contratista y el aumento en los periodos de ejecución.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto., se beneficiará a un aproximado de 40772 usuarios de la zona, así como sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico.

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es socio- económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debido a los 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.

Los insumos importantes para la evaluación económica del proyecto son los costos de operación vehicular y los montos de inversión correspondientes a la situación con y sin proyecto. Los costos de operación vehicular se refieren a los de los usuarios de la infraestructura y a los asociados con el valor del tiempo de los pasajeros, en las condiciones con y sin proyecto. Aun cuando es posible considerar otros costos exógenos asociados con los accidentes, con el ruido y con la degradación del medio ambiente, no existen datos cuantitativos confiables para hacerlo, por lo que no se han incluido en la evaluación que se presenta en este documento.

Se obtendrán beneficios de transitabilidad para los usuarios locales como son:

- Aumento en las velocidades.
- Incremento en la accesibilidad.
- Ahorro en los tiempos de recorrido.
- Ahorro en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Optimizar el nivel de servicio.
- Aminorar la contaminación ambiental por gases y por ruido.

Por lo tanto, se sugiere llevar a cabo la Modernización del Boulevard La Luz, tramo de Bulevard Vicente Valtierra a Boulevard Juan Alonso de Torres (Eje Metropolitano), en el municipio de León, Gto. Se recomienda iniciar la construcción el año 2023. La recomendación se basa en que los resultados de la evaluación exponen indicadores de rentabilidad positivos de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 57. Indicadores de rentabilidad.

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN) en pesos	\$160,524,887.53
Tasa Interna de Retorno (TIR)	13.60%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	54.72%

Fuente. – Elaboración propia

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

El estudio de sensibilidad muestra que el proyecto tiene baja sensibilidad al incremento del monto de inversión y a la disminución del aforo vehicular, por lo que se espera el proyecto tenga un impacto positivo aun cuando estas variables se modifiquen.

7. ANEXOS

Número de anexo	Concepto del anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Estudios de ingeniería de tránsito.
Anexo B	Estudios Técnicos	Proyecto ejecutivo carretero
Anexo C	Estudios Legales	No disponible
Anexo D	Estudios Ambientales	No disponible
Anexo E	Estudios de Movilidad	Estudios de ingeniería de tránsito
Anexo F	Estudios Específicos	No disponible
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad de la obra	Hoja de cálculo.
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	Hoja de cálculo.
Anexo I	Coordenadas de localización del tramo	Coordenadas del inicio y fin del tramo analizado.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de Proyectos*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Banco Mundial. (2015). Vehicle Operating Costs Model (HDM-VOC). *Technical Paper 234 "Estimating Vehicle Operating Costs"*. Washington, D.C., Estados Unidos de America.
- Centro de estudios para la preparacion y evaluación socio-economica de proyectos. (2007). *Apuntes sobre evaluacion de proyectos*. Mexico: CEPEP.
- Chase, R., & Alquilano, R. (1994). *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. EUA: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Del Sol, P. (1999). *Evaluación de desiciones estratégicas*. Santiago de Chile: McGraw-Hill Iberoamericana.
- Diario Oficial de la Federación. (18 de 06 de 2019). Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5480761&fecha=26/04/2017&print=true
- Fontaine, E. (1999). *Evaluacion Social del Proyectos*. Chile: AlfaOmega/ Universidad Catolica de Chile.
- Gobierno de México. (30 de 9 de 2022). *Gobierno de México*. Obtenido de Guanajuato y sus principales sectores productivos y estratégicos: <https://www.gob.mx/se/articulos/guanajuato-y-sus-principales-sectores-productivos-y-estrategicos>
- Gobierno del Estado, Poder Ejecutivo. (2018). Plan estatal de desarrollo 2040. *Periodico oficial de la federación*.
- IMPLAN LEON. (3 de 10 de 2021). *Plan Municipal de Desarrollo Vision 2045*. Obtenido de <http://plataformaleon.gob.mx/genially.html>
- INEGI. (2011). *Anuario Estadistico de Guanajuato*. Recuperado el 2015, de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gto/economia/infraestructura.aspx?tema=me&e=11>
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (01). (2023). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, Publicacion 201. Sanfandila, Queretaro.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (04). (2014). Estado superficial y costos de operación en carreteras. Sanfandila, Queretaro, Mexico.

ITDA CICLO CIUDADES. (3 de 10 de 2022). *Ranking ciclociudades 2018* . Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466701/Ranking_Ciclociudades_2018.pdf

ITESM. (15 de 08 de 2009). Seminario en Evaluación de Proyectos de Inversión a Largo Plazo. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico.

Kazmier, L. J. (2006). *Estadística Aplicada a Administración y Economía*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.

Ortúzar, J. d. (2008). *Modelos de Transporte*. (U. P. Cantabria, Ed., Á. Ibeas, & L. Dell, Trads.) Universidad Católica de Roma.

Periodico Oficial. (7 de 5 de 2018). Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040. *Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040*.

Sapag Chain, N. (2007). *Proyectos de inversion. Formulación y Evaluación*. Mexico: Pearson Prentice Hall.

SCT. (2004). Sistema de Evaluación de Pavimentos 2.0. Sanfandila, Qro., Mexico.

SCT-IMT. (1991). VOC-MEX. Sanfandila, Queretaro, Mexico: IMT.

Secretaria de Comunicaciones y transportes. (2010). Guia base para estudios costo beneficio. Mexico: SCT.

Secretaria de Economía. (2022). *Delegación Guanajuato*. Recuperado el 2015, de Secretaria de Economía: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/guanajuato>

Secretaria de Infraestructura Conectividad y Movilidad (Datos viales). (2021). https://sicom.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2022/06/Datos_Viales.pdf.

TRB. (2010). *HCM2010 Highway Capacity Manual*. TRB.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vialidades del estado de Guanajuato. Comprende caminos de dos carriles.	10
<i>Tabla 2. Características físicas por vialidad.</i>	<i>15</i>
Tabla 3. Orígenes y destinos de los movimientos.	17
<i>Tabla 4. Determinación de Tránsito Diario para las Estaciones Maestras.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 5. Cálculo del TDPA</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 6. TDPA y composición vehicular actual. (Año 2023)</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7. Proyección de la demanda por movimiento.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 8. Velocidades de la situación actual por tipo de vehículo.</i>	<i>25</i>
Tabla 9. Nivel de servicio de la situación actual.	27
Tabla 10. Cálculo del CGV de la situación actual.	28
Tabla 11. Relación de velocidades y COV situación actual.	29
Tabla 12. Medidas de optimización. IVA incluido.	31
Tabla 13. Características físicas	32
<i>Tabla 14. TDPA y composición vehicular sin proyecto.</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 15. Coordenadas de ubicación de cada tramo.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 16. Proyección de la demanda sin proyecto.</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 17. Velocidades de operación en situación sin proyecto.</i>	<i>35</i>
Tabla 18. Nivel de servicio de la situación actual.	36
Tabla 19. Relación de velocidades y COV Sin Proyecto.	37
Tabla 20. CGV Anual proyectado Sin Proyecto.	38
Tabla 21. Precios alternativa 1 IVA incluido.	40
Tabla 22. Costos de mantenimiento.	40
Tabla 23. Precios alternativa 2. IVA incluido.	44
Tabla 24. Comparación de costos de Alternativas.	46
Tabla 25. Tipo de obra que se llevará a cabo	47

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Tabla 26. Componentes.....	53
Tabla 27. Coordenadas de inicio y fin de cada tramo.....	54
Tabla 28. Alineación estratégica.....	56
Tabla 29. Calendario de actividades. Tabla 1 de 2.	59
Tabla 30. Calendario de actividades. Tabla 2 de 2.	59
Tabla 31. Calendario físico-financiero.....	60
Tabla 32. Monto de inversión.....	61
Tabla 33. Fuentes de los recursos para financiar el proyecto en pesos 2023 (IVA incluido).	61
Tabla 34. Niveles de servicio de la situación con proyecto.	62
Tabla 35. Metas físicas anuales del proyecto.	63
Tabla 36. Características físicas por carretera en la situación con proyecto.....	65
<i>Tabla 37. TDPA y composición vehicular con proyecto.....</i>	<i>67</i>
Tabla 38. Proyección de TDPA con proyecto.	68
Tabla 39. Niveles de Servicio Con Proyecto.....	69
Tabla 40. Relación de velocidades y COV Con Proyecto.....	71
Tabla 41. CGV Con Proyecto.....	72
Tabla 42. Principales variables de oferta de la situación SIN PROYECTO.....	73
Tabla 43. Principales variables de oferta de la situación CON PROYECTO.....	73
Tabla 44. Costos de inversión.....	74
Tabla 45. Costos de conservación y mantenimiento.....	74
Tabla 46. Variables para el cálculo del costo por molestias	75
Tabla 47. Valor del tiempo de los pasajeros y operadores.....	75
Tabla 48. Tasa de ocupación vehicular.....	75
Tabla 49. Beneficios por ahorro en el tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto.....	76
Tabla 50. Datos de calibración Modelo VOC.	77

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

<i>Tabla 51. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto.</i>	77
Tabla 52. Indicadores de rentabilidad.	77
Tabla 53. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión.	78
Tabla 54. Análisis de sensibilidad al incremento y decremento de los volúmenes vehiculares de la asignación en el año 0.	78
Tabla 55. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento.	79
Tabla 56. Riesgos, impactos y medidas de mitigación para el proyecto.	79
Tabla 57. Indicadores de rentabilidad.	81

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del municipio de León.....	9
Imagen 2. Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de León, Gto.	11
Imagen 3. Situación actual. Foto 1 de 3.	12
Imagen 4. Situación actual. Foto 2 de 3.	12
Imagen 5. Situación actual. Foto 3 de 3.	13
<i>Imagen 6. Parámetros del Índice Internacional de Rugosidad o Regularidad para asfalto, concreto y empedrado.</i>	<i>16</i>
Imagen 7. Tramos de la situación actual (tramificación demanda).	16
Imagen 8. Ubicación de aforos manuales direccionales, aforo automático y encuestas origen destino.	17
<i>Imagen 9. Tasa de crecimiento de la zona de influencia del proyecto.</i>	<i>18</i>
Imagen 10. Aforos direccionales estación 1	19
Imagen 11. Aforos direccionales estación 2.....	19
Imagen 12. Composición vehicular.	20
<i>Imagen 13. Demanda existente.</i>	<i>23</i>
<i>Imagen 14. Demanda sin proyecto.</i>	<i>33</i>
Imagen 15. CAE alternativa No. 1.....	42
Imagen 16. CAE alternativa No. 2.....	45
Imagen 17. Alternativa de construcción.....	46
Imagen 18. Planta del proyecto con referencias.	49
Imagen 19. Imagen de sección tipo.....	49
Imagen 20. Planta geométrica del proyecto.	49
Imagen 21. Proyecto agua potable.	50
Imagen 22. Proyecto de alcantarillado sanitario.....	51
Imagen 23. Proyecto de alcantarillado pluvial	51
Imagen 24. Proyecto de alumbrado público.	52
Imagen 25. Proyecto de semaforización.	52

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE
BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE
METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

<i>Imagen 26. Demanda con proyecto</i>	54
<i>Imagen 27. Ubicación regional del proyecto.....</i>	58
<i>Imagen 28. Sección tipo.</i>	66
<i>Imagen 29. Demanda con proyecto</i>	67

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA MODERNIZACIÓN DEL BOULEVARD LA LUZ, TRAMO DE BOULEVARD VICENTE VALTIERRA A BOULEVARD JUAN ALONSO DE TORRES (EJE METROPOLITANO), EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Responsables de la Información

Ramo: Comunicaciones y Transportes

Entidad: Municipio de León, Gto.


Área Responsable: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León

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

Dependencia Estatal Responsable de la Información

Dependencia: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
ING. ISRAEL MARTÍNEZ MARTÍNEZ	DIRECTOR GENERAL DE OBRA PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE LEÓN.		2023

Versión	Fecha
05	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.

*Documento elaborado con base en el formato para la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio y costo-beneficio simplificado, puesto a disposición de la Unidad de Inversiones de la SHCP para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de conformidad con el numeral 24 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión (2013).