

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN  
LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON  
ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE  
VENADEROS, 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 .....	11
c) Análisis de la Demanda Actual.....	18
<i>c.2) Tasa de crecimiento</i> .....	23
d) Interacción de la Oferta – Demanda .....	24
<i>d.1) Estudio de velocidades.</i> .....	24
<i>d.2) Nivel de servicio</i> .....	25
3. SITUACIÓN SIN PROYECTO .....	31
a) Optimizaciones .....	31
b) Análisis de la Oferta.....	33
c) Análisis de la Demanda.....	34
d) Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda .....	36
e) Alternativas de solución .....	41
e.1) Alternativa 1.....	41
e.2) Alternativa 2.....	44
e.3) Selección de la alternativa .....	47
4. SITUACIÓN CON PROYECTO.....	49
a) Descripción general.....	49
b) Alineación estratégica .....	53
c) Localización geográfica .....	56
e) Monto total de inversión.....	58
f) Fuentes de financiamiento .....	59
g) Capacidad instalada .....	59

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

h) Metas anuales y totales de producción.....	61
i) Vida útil.....	61
j) Descripción de los aspectos más relevantes.....	61
j.1) Estudios técnicos.....	61
j.2) Estudios legales.....	61
j.3) Estudios ambientales.....	61
j.4) Estudios de mercado.....	62
j.5) Estudios específicos.....	62
k) Análisis de la Oferta.....	63
l) Análisis de la Demanda.....	65
m) Interacción Oferta – Demanda.....	69
5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	72
a) Descripción general.....	72
b) Identificación, cuantificación y valoración de costos del proyecto.....	75
c) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto.....	76
c.1) Ahorro en tiempo de viaje.....	76
c.2) Ahorro en costos de operación vehicular.....	77
d) Cálculo de los indicadores de rentabilidad.....	79
e) Análisis de sensibilidad.....	79
f) Análisis de riesgos.....	81
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
7. ANEXOS.....	84
8. BIBLIOGRAFÍA.....	85

## ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO<sup>1</sup>

### 1. RESUMEN EJECUTIVO

Problemática, objetivo y descripción del proyecto	
<b>Objetivo del proyecto</b>	<p>El objetivo del proyecto es proporcionar la infraestructura necesaria que permita un flujo vehicular optimo sobre el cruce a analizar.</p> <p>Proporcionar una solución vial a las bajas velocidades de operación, la alta fricción que se tiene al transitar por el área debido a la sección reducida, la geometría horizontal y vertical que no permite el libre cruce de los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad, conectividad y movilidad para las y los habitantes de más de 14 colonias de la delegación San Juan Bosco.</p> <p>Con el proyecto se espera eliminar las detenciones que provocan tanto la geometría horizontal como vertical, así mismo, se incrementará la velocidad a la que circulan los vehículos, se disminuirá el tiempo de traslado de las personas y se reducirá costo de operación vehicular, con lo que el proyecto generará ahorros en el costo generalizado de viaje.</p>
<b>Problemática identificada</b>	<p>En Barranca de Venaderos fluye un río, y cuando comienza la temporada de lluvias su nivel comienza a crecer hasta inundar parte del camino, es decir los vecinos del lugar batallan mucho para poder bajar y subir, se inunda todo, y en ocasiones se generan tiempos de espera mayores.</p> <p>La calle actualmente circula en doble sentido tiene pendientes muy elevadas y las curvas cerradas con una sección reducida que no permite a vehículos que se encuentran de frente en una curva, circular libremente sin tener que hacer maniobras para evitar colicionar</p> <p>El cruce por dicha barranca en las condiciones actuales representa un riesgo para los habitantes de las colonias Loma de la Cañada I y II, Barranca de Venaderos, Valle Imperial, entre otras, primordialmente en la temporada de lluvias.</p> <p>Actualmente durante la temporada de lluvias el nivel de agua que conduce el “Río Hondo” rebasa el puente existente y no hay vía alterna tanto para acceder y/o salir de dichas colonias poniendo en riesgo la integridad de los usuarios que usan el puente y camino existente. El trazo original obedece a una solución de vado donde no se verifica el Nivel de Aguas Maximas Extraordinarias (NAME) y en el punto de cause se edifica una estructura de puente provisional sin considerar la sección hidráulica necesaria y la problematica en época de lluvias genera inundación en este punto.</p>

<sup>1</sup> 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 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

	<p>Aunado a la problemática anterior, se tiene que en la zona se cuenta con una curvatura vertical muy marcada, ya que al tener pendientes muy elevadas, la velocidad de operación es baja. El segundo problema es la curvatura horizontal, en donde se tienen curvas cerradas con una sección reducida que no permite a vehículos que se encuentran de frente en una curva, circular libremente sin tener que hacer maniobras para evitar colisionar.</p> <p>La existencia del río que cruza en sentido norte-sur separa de manera urbana el crecimiento de varias colonias habiendo la necesidad de conectividad por lo que la solución actual durante época de lluvias, provoca encharcamientos en la zona del cruce.</p> <p>El funcionamiento actual genera detenciones que incrementan el tiempo de recorrido, el costo de operación, es decir, incrementa los Costos Generalizados de Viaje.</p> <p>Actualmente la zona citada tiene un nivel de servicio global de “E” conforme al manual de SCT en donde el flujo viaja a velocidades constantes, pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad., así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.</p> <p>En total en el entronque se mueven (en ambas direcciones) 3,525 vehículos al día con una velocidad promedio de 9.67 km/h</p>
<p><b>Localización</b></p>	<p>El puente vehicular esta ubicado en la zona Suroeste del municipio de León, Guanajuato.</p> <p>Las coordenadas de inicio del PSV son  Inicio ORIENTE (21.113098°, -101.730335° )  Fin PONIENTE (21.111687°, -101.734451° )  Longitud: 0.54 kilometros.</p> <p><u>Croquis de Localización</u></p>

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

	
<p><b>Breve descripción del proyecto</b></p>	<p>El proyecto consiste en la construcción de un puente sobre la barranca de venaderos en la intersección con el Blvd. León II. El puente serviría para el cruce de frente en el sentido de León II a La Barranca y en el sentido contrario de La Barranca a León II.</p> <p>El Puente sobre el cause se propone con una longitud de desarrollo de 65 metros y 470m de punto de origen a punto de destino siendo éstas las vía de acceso a cuatro carriles.</p> <p>Las principales componentes del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cimentación Puente</li> <li>Superestructura Puente</li> <li>Parapetos</li> <li>Estribos</li> <li>Pavimentación con concreto hidráulico.</li> <li>Guarniciones</li> <li>Ciclovía</li> <li>Señalamiento vertical</li> <li>Señalamiento horizontal</li> </ul> <p>Con el proyecto se tendrá una geometría en buenas condiciones que permitirá el tránsito seguro de los vehículos en ambos sentidos. Así mismo, el riesgo de que una lluvia pudiese generar atascamientos en la zona también se elimina con el proyecto.</p>

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

	<p>El puente tendrá una sección de 23 m divididos de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Banqueta de 2m</li> <li>• Ciclovía de 1.2m</li> <li>• Faja separadora ciclista-vehicular de 0.8m</li> <li>• Dos carriles de 3.5m cada uno.</li> <li>• Faja separadora central 1m.</li> <li>• Dos carriles de 3.5m cada uno.</li> <li>• Faja separadora ciclista-vehicular de 0.8m</li> <li>• Ciclovía de 1.2m</li> <li>• Banqueta de 2m</li> </ul> <p>En cuanto a la superficie de rodamiento se utilizará concreto hidráulico de 26 cm de espesor.</p> <p>La super estructura estará compuesta de vigas presforzadas de concreto hidráulico <math>f'c = 450\text{kg/cm}^2</math>.</p> <p>La ciclovía será de concreto hidráulico de 8cm de espesor armada con malla electrosoldada 6x6 10/10.</p>
--	---

**Horizonte de evaluación, costos y beneficios del proyecto**

<b>Horizonte de evaluación</b>	El horizonte de evaluación es de 31 años considerando 1 de construcción y 30 años de operación.
--------------------------------	---

El principal costo del proyecto es la construcción del puente.  
 El monto total de la inversión es de \$81,000,000.00 pesos incluido el IVA. de acuerdo a la siguiente tabla:

Componente	Etapa	Año	Costo (IVA incluido)	Meta
Puente	Única	2023	\$81,000,000.00	Construcción de un Puente vehicular.

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**Descripción de los costos principales del proyecto**

Se tiene también el costo de mantenimiento de acuerdo a la siguiente tabla:

TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD
<b>ASFALTO</b>		
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
<b>CONCRETO</b>		
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 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

	<p><i>Nota: De acuerdo a información de la dirección general de obra pública municipal, los costos de mantenimiento de la situación actual (piedra bola con huella de concreto hidráulico, son los mismos que los de un pavimento de asfalto, motivo por el cual se agrega la información de los costos de mantenimiento de asfalto.</i></p> <p>Así como el costo por molestias de la construcción de \$12,884,906.21 M.N.</p>
<p><b>Descripción de los principales beneficios del proyecto</b></p>	<p><b>Ahorro en costos por tiempo de viaje.</b> - 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 diario (TPDA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 30 años de operación del proyecto.</p> <p><b>Ahorro en costos de operación vehicular.</b> - 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><b>Mayor comodidad y seguridad de los usuarios.</b></p> <p><b>Mejora en el nivel de servicio</b></p>
<p><b>Monto total de inversión (con IVA)</b></p>	<p>\$81,000,000.00</p>
<p><b>Riesgos asociados al proyecto</b></p>	<p>Riesgo en ejecución:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saturación vial por la ejecución.</li> <li>• Poca experiencia y seriedad del contratista</li> <li>• Incremento en los costos de obra debido a eventos de fuerza mayor.</li> <li>• Falta de recursos</li> <li>• Demanda social por el incremento en los tiempos de traslado.</li> </ul> <p>Sin riesgos en operación.</p>
<p><b>Indicadores de rentabilidad del proyecto</b></p>	
<p><b>Valor Presente Neto (VPN)</b></p>	<p>\$135,505,681.93</p>
<p><b>Tasa Interna de</b></p>	<p>21.38%</p>

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

<b>Retorno (TIR)</b>	
<b>Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)</b>	20.10%

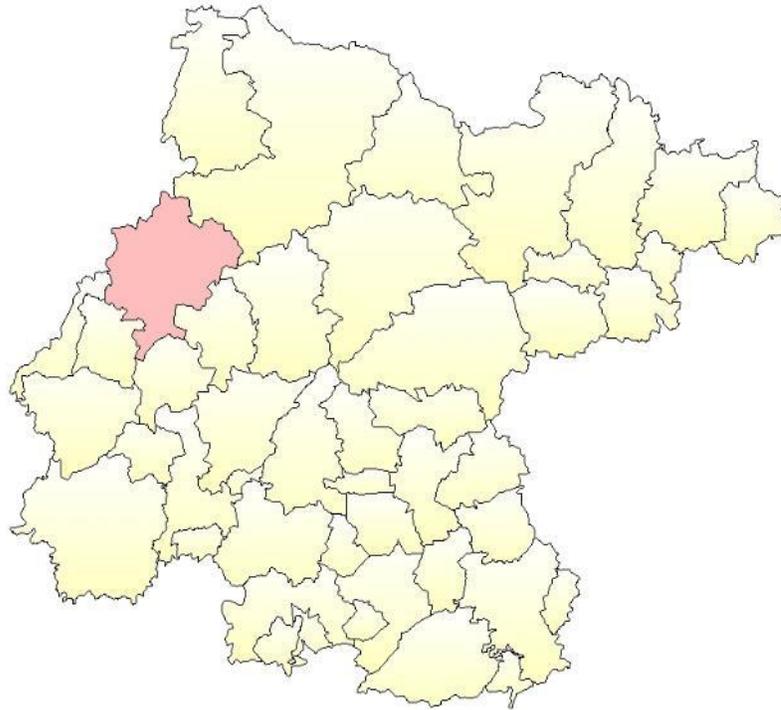
Conclusión	
<b>Conclusión del análisis del proyecto</b>	<p>La construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto. en el año 2023 presenta beneficios generados en aumentar las velocidades de operación, lo cual disminuirá los costos de operación vehicular y los tiempos de recorrido. Esto se traduce en una disminución de los Costos Generalizados de Viaje.</p> <p>La puesta en operación de esta obra dará una mejor conectividad para la región. En este contexto, esta obra apoyará al desarrollo regional.</p> <p>Con la construcción se obtendrán los siguientes beneficios e impactos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir el tiempo de recorrido.</li> <li>• Ahorros en los costos de operación vehicular.</li> <li>• La vía de comunicación se transitará de manera más segura.</li> <li>• Flujo continuo de los vehículos.</li> <li>• Vía de comunicación que permitirá la distribución de productos y mercancías dentro de la región propiciando el desarrollo económico.</li> <li>• Se mejorará el nivel de servicio.</li> </ul> <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 194%, a la disminución del aforo cuando este lo hace hasta en un 65.75% y en el aumento de los costos de conservación cuando estos lo hacen hasta en un 24860.77%. Por estas razones, se espera el proyecto tenga un impacto positivo aún 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. (Secretaria de Economía, 2014).

*Imagen 1. Ubicación del municipio de León.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

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.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

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

Longitud de la red vial.			
<b>Red vial</b>	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%
<b>Total, Estatal</b>		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 6.30% en promedio. Además de lo anterior, se encuentra en una ubicación estratégica para el paso de los vehículos que viajan desde el centro del país hacia la frontera norte y viceversa, a través del corredor Querétaro-Cd. Juárez.

En la zona de influencia, en barranca de venaderos se contaba con una camino de tarracería que posteriormente se pavimentó.



“La pavimentación ha beneficiado mucho, pero el problema en toda esta zona siempre ha sido la vigilancia y la seguridad, a Barranca de Venaderos se puede acceder por el bulevar Mariano Escobedo, en la zona que comprende León II. Está rodeada por una densa vegetación y un riachuelo, donde habitualmente muchos criminales se esconden para asaltar. Como en toda colonia de León, abunda la gente dedicada y trabajadora, pero nunca faltan aquellos que optan por delinquir.”(fuente: Heleraldo 22 de septiembre del 2022)

Otro factor importante es que la calle actual se circula en doble sentido y al tener pendientes muy elevadas, la velocidad de operación es baja. Además tienen curvas cerradas con una sección reducida que no permite a vehículos que se encuentren de frente en una curva, circular libremente sin tener que hacer maniobras para evitar colisionar que de igual forma ocasiona velocidades bajas.

## ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

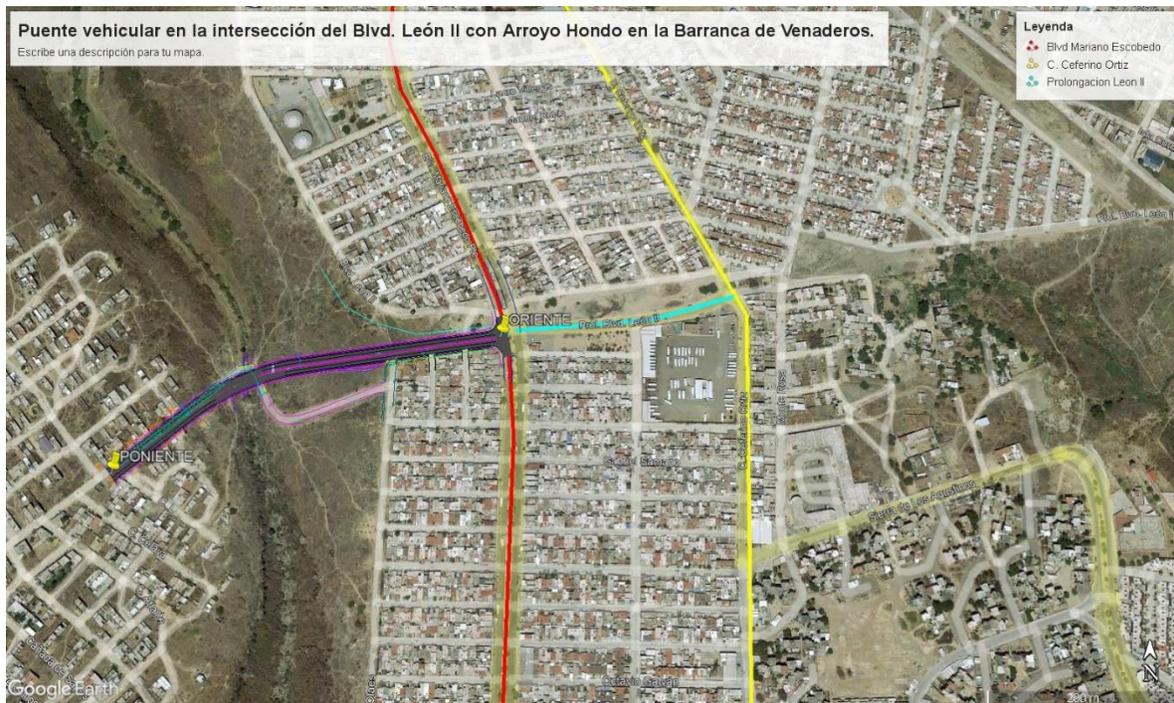
La limitada conectividad incrementa los tiempos de respuesta y atención de los servicios públicos a la zona. El equipamiento como escuelas, tiendas de autoservicio, deportivas se encuentran en León II, por lo que los ciudadanos tienen que cruzar de manera cotidiana por el puente actual.

Se detecta la necesidad de dar una adecuada continuidad a la obra del Blvd León II en su cruce con la Barranca Venaderos

El cruce por dicha barranca en las condiciones actuales representa un riesgo para los habitantes de las colonias Loma de la Cañada I y II, Barranca de Venaderos, Valle Imperial, entre otras, primordialmente en la temporada de lluvias.

Actualmente durante la temporada de lluvias el nivel de agua que conduce el “Río Hondo” rebasa el puente existente y no hay vía alterna tanto para acceder y/o salir de dichas colonias poniendo en riesgo la integridad de los usuarios que usan el puente y camino existente.

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



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

### b) Análisis de la Oferta Existente

La oferta existente se integra por la conexión entre Blvd. León II y La Barranca.

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

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

- ORIENTE: Es el movimiento que inicia en el oriente y recorren el tramo entre Blvd. Leon II y La Barranca en donde únicamente se tienen movimientos de frente.
- PONIENTE: Son los movimientos que inician en el Poniente y recorren el tramo entre Blvd. Leon II y La Barranca para hacer el movimiento de frente.

El municipio dentro de sus estrategias de gobierno dispuso recursos en el ejercicio 2021 para contratar el: MANTENIMIENTO Y REHABILITACION DE ACCESO A BARRANCA DE VENADEROS Y CALLES EN POLIGONOS DE DESARROLLO, LEON, GTO. dando como resultado un empedrado con huellas de concreto, banquetas en ciertos tramos muros de mampostería y cuneta de concreto para mitigar la erosión pluvial.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Imagen 3. Barranca de venaderos. Imagen 1 de 3.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León. (21.112564°, -101.731635°)*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Imagen 4. Barranca de venaderos. Imagen 2 de 3.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León (21.112430°, -101.732817°)*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Imagen 5. Barranca de venaderos. Imagen 3 de 3.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León (21.112099°, -101.733921°)*

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

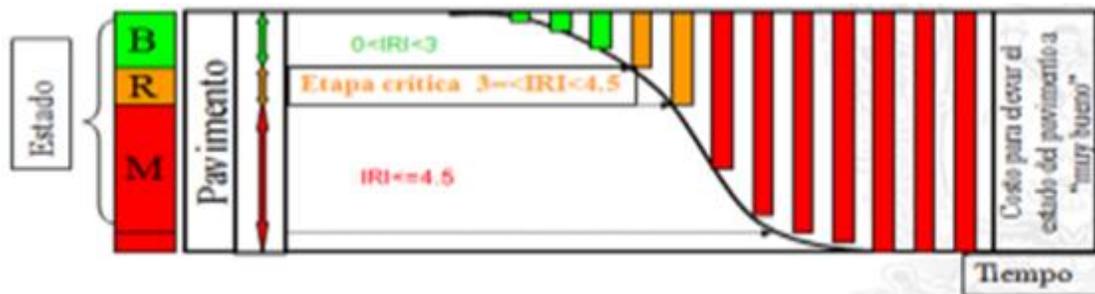
La siguiente tabla muestra las principales características físicas y geométricas que presenta la Red Vial Relevante del proyecto en estudio.

*Tabla 2. Características físicas por carretera.*

	1	2
	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
Tipo de superficie	Asfalto/ Huella de concreto con piedra bola	Asfalto/ Huella de concreto con piedra bola
Estado físico	Regular	Regular
Acotamiento ext.	N/A	N/A
Carriles de circulación	1 carriles x3.5m de ancho	1 carriles x3.5m de ancho
Ciclovía	N/A	N/A
Guarnición	N/A	1x0.25m
Banqueta		1.25m
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
IRI (m/km)	4.00	4.00
Señalamiento htal y vertical	Bueno	Bueno
Longitud (km)	0.54	0.54
Tipo de vialidad	D	D
Sentido	1	1
Ancho de calzada	3.5	5

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Imagen 6. Parámetros del Índice Internacional de Rugosidad o Regularidad.*



*Fuente. - Banco mundial.*

De acuerdo con la tabla anteriormente expuesta y los valores de IRI que se tienen en la zona, se concluye que el pavimento se encuentra en estado regular.

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

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

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

*Imagen 7. Red Vial Relevante Situación actual (tramificación por demanda).*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

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

*Tabla 3. Orígenes y destinos de los movimientos.*

Movimiento	Nombre del Tramo	Origen	Coordenada	Destino	Coordenada
1	PONIENTE - ORIENTE	Acceso Poniente	21.111687°,-101.734451°	Acceso Oriente	21.113098°,-101.730335°
2	ORIENTE - PONIENTE	Acceso Oriente	21.113098°,-101.730335°	Acceso Poniente	21.111687°,-101.734451°

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León. Unidades de las coordenadas: Grados decimales.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

c) Análisis de la Demanda Actual

Para una carretera en servicio o una construcción nueva, la demanda queda definida por la cantidad de vehículos que circulan o se espera circulen por dicha carretera. Particularmente para una carretera en servicio, 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 obtuvo del estudio de aforos la cual será expresada como el “tránsito promedio diario anual” TPDA.

*Tabla 4. TPDA y composición vehicular actual.*

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	PONIENTE - ORIENTE	96.49%	2.12%	1.39%	1919
2	ORIENTE - PONIENTE	92.53%	2.56%	4.91%	1606
				Total	3525

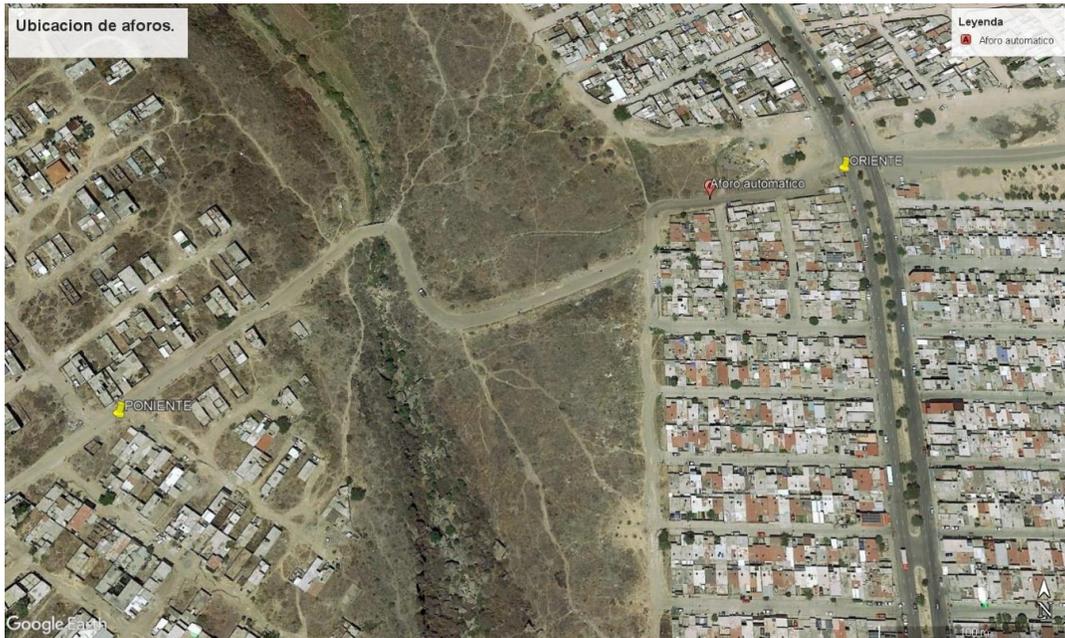
*Fuente.- Información obtenida de los estudios de ingeniería de tránsito elaborados por la dirección general de obra pública de León en agosto de 2022.*

El aforo automático se ubicó en la coordenada (21.112951°,-101.731135°).

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Imagen 8. Ubicación de los aforos.*



*Fuente.-. Información obtenida de los estudios de ingeniería de tránsito elaborados por la dirección general de obra pública de León.*

*Imagen 9. Estudio de los aforos automáticos.*



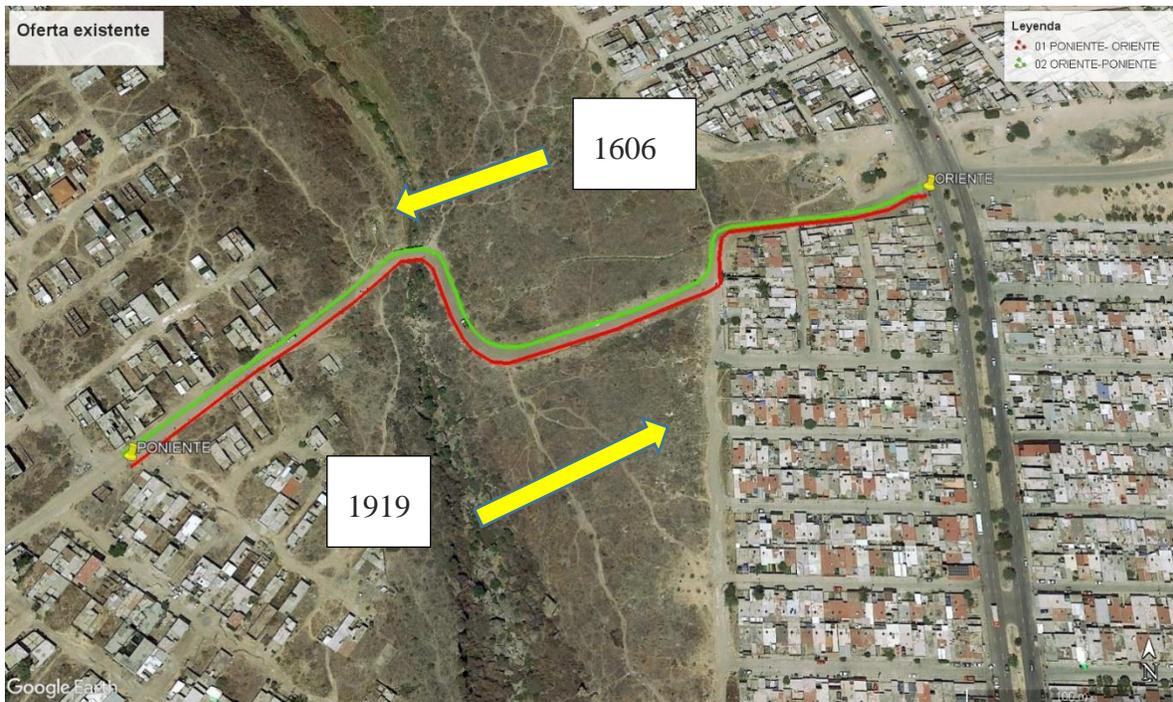
*Fuente.-. Información obtenida de los estudios de ingeniería de tránsito elaborados por la dirección general de obra pública de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

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

*Imagen 10. Demanda existente.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

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

*Tabla 5. Proyección de la demanda por movimiento.*

	1	2
Movimiento	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
Año	TDPA	TDPA
0	1919	1606
1	1986	1662
2	2056	1721
3	2127	1781
4	2202	1843
5	2279	1908
6	2358	1974
7	2441	2044
8	2527	2115
9	2616	2189
10	2707	2265
11	2801	2345
12	2900	2426
13	3001	2512
14	3106	2599
15	3215	2691
16	3328	2785
17	3444	2883
18	3564	2983
19	3690	3088
20	3819	3196
21	3952	3307
22	4090	3422
23	4234	3542
24	4382	3667
25	4535	3796
26	4693	3928
27	4858	4066
28	5028	4208

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

29	5204	4355
30	5386	4508

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

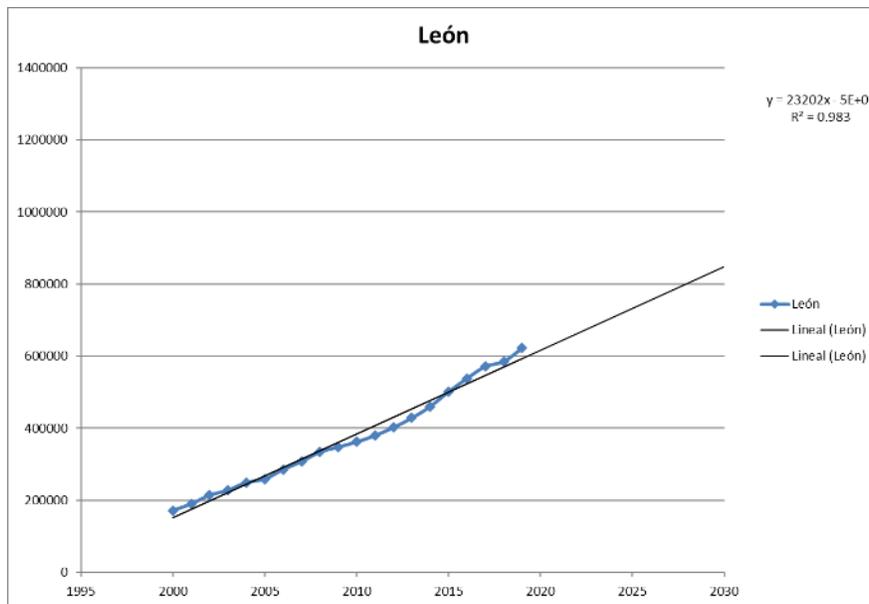
ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

c.2) Tasa de crecimiento

Según información del INEGI del censo de número de vehículos de motor registrados en el municipio se obtiene una tasa de crecimiento del año 2010 a 2020 es de 5.81%. 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 11. Tasa de crecimiento.



Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en datos obtenidos de INEGI (Vehículos de motor registrados en circulación, 2020).

#### **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 factor importante 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.

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 Tráiler de 3 a 9 Ejes

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

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 6. Velocidades de operación.*

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	Longitud	VEL A	VEL B	VEL C	PROMEDIO
		(Km)				
1	PONIENTE - ORIENTE	0.54	12.25	9.64	8.69	10.19
2	ORIENTE - PONIENTE	0.54	11.15	8.44	7.87	9.15

*Fuente. - Estudios de ingeniería de tránsito.*

#### *d.2) Nivel de servicio*

La capacidad vial de un camino es el máximo volumen horario equivalente de peatones o vehículos que tiene una razonable probabilidad de pasar por un punto o una sección uniforme de un carril o de una calzada, durante un determinado período de tiempo, bajo las condiciones prevalecientes de calzada, tránsito y control. El valor del nivel de servicio es una medida para determinar las condiciones de operación del tránsito. Se consideran seis niveles A, B, C, D, E, Y F; que están ordenados de mejor a peor.

“Manual de Proyecto Geométrico 2018”

*“Nivel de servicio A: Condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino.*

*Nivel de servicio B: Zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.*

*Nivel de servicio C: Zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.*

*Nivel de servicio D: Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.*

*Nivel de servicio E: El flujo viaja a velocidades constantes, pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.*

*Nivel de servicio F: Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas. ”*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

Las medidas para definir los niveles de servicio dependen del tipo de camino. Las medidas básicas para caracterizar el flujo son la velocidad, el volumen, o el volumen de demanda máximo.

Para el tramo en estudio los niveles de servicio actuales son los que se muestran en la siguiente tabla.

**Para el caculo de los niveles de servicio se usó como referencia el Manual de capacidad vial. *HCM Highway Capacity Manual*. TRB.**

El funcionamiento actual genera detenciones que incrementan el tiempo de recorrido, el costo de operación, es decir, incrementa los Costos Generalizados de Viaje.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

*Tabla 7. Nivel de servicio de la situación actual.*

Tramo	PONIENTE - ORIENTE		ORIENTE - PONIENTE	
	Año	LOS	TDPA	LOS
0	E	1919	E	1606
1	E	1986	E	1662
2	E	2056	E	1721
3	E	2127	E	1781
4	E	2202	E	1843
5	E	2279	E	1908
6	E	2358	E	1974
7	E	2441	E	2044
8	E	2527	E	2115
9	E	2616	E	2189
10	E	2707	E	2265
11	E	2801	E	2345
12	E	2900	E	2426
13	E	3001	E	2512
14	F	3106	E	2599
15	F	3215	F	2691
16	F	3328	F	2785
17	F	3444	F	2883
18	F	3564	F	2983
19	F	3690	F	3088
20	F	3819	F	3196
21	F	3952	F	3307
22	F	4090	F	3422
23	F	4234	F	3542
24	F	4382	F	3667
25	F	4535	F	3796
26	F	4693	F	3928
27	F	4858	F	4066
28	F	5028	F	4208
29	F	5204	F	4355
30	F	5386	F	4508

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

*Tabla 8. Relación de velocidades y COV situación actual.*

PONIENTE - ORIENTE						
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)		
	A	B	C	A	B	C
0	12.25	9.64	8.69	19.30	52.70	49.43
1	12.10	9.54	8.61	19.47	52.98	49.68
2	12.06	9.52	8.59	19.52	53.03	49.75
3	12.03	9.50	8.58	19.56	53.09	49.78
4	11.99	9.48	8.56	19.61	53.15	49.84
5	11.94	9.45	8.53	19.67	53.23	49.94
6	11.89	9.41	8.51	19.73	53.35	50.00
7	11.83	9.38	8.48	19.80	53.43	50.10
8	11.76	9.33	8.44	19.89	53.58	50.23
9	11.68	9.28	8.40	19.99	53.73	50.37
10	11.58	9.22	8.35	20.12	53.91	50.53
11	11.46	9.15	8.29	20.28	54.12	50.74
12	11.32	9.05	8.21	20.47	54.45	51.02
13	11.14	8.94	8.12	20.72	54.83	51.34
14	10.91	8.79	8.00	21.05	55.35	51.78
15	10.62	8.60	7.84	21.49	56.05	52.39
16	10.24	8.35	7.63	22.11	57.02	53.23
17	10.00	8.19	7.50	22.52	57.67	53.77
18	9.74	8.01	7.35	22.98	58.44	54.43
19	9.44	7.81	7.17	23.56	59.34	55.26
20	9.11	7.58	6.98	24.23	60.43	56.19
21	8.75	7.33	6.77	25.02	61.70	57.27
22	8.37	7.06	6.54	25.93	63.18	58.55
23	7.98	6.78	6.30	26.96	64.84	59.99
24	7.58	6.49	6.05	28.12	66.72	61.62
25	7.20	6.21	5.80	29.34	68.70	63.39
26	6.83	5.93	5.56	30.66	70.88	65.26
27	6.48	5.67	5.32	32.05	73.10	67.30
28	6.15	5.41	5.10	33.51	75.54	69.35
29	5.84	5.17	4.89	35.02	78.02	71.48
30	5.73	5.09	4.81	35.60	78.90	72.34

ORIENTE - PONIENTE						
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)		
	A	B	C	A	B	C
0	11.15	8.44	7.87	20.89	58.51	54.36
1	11.02	8.37	7.81	21.07	58.79	54.59
2	10.99	8.35	7.79	21.12	58.87	54.66
3	10.96	8.33	7.78	21.16	58.95	54.70
4	10.93	8.31	7.76	21.20	59.03	54.78
5	10.89	8.29	7.74	21.26	59.11	54.86
6	10.85	8.27	7.72	21.32	59.19	54.94
7	10.80	8.24	7.69	21.40	59.31	55.06
8	10.74	8.20	7.66	21.49	59.48	55.18
9	10.67	8.16	7.63	21.59	59.64	55.30
10	10.59	8.12	7.59	21.72	59.81	55.46
11	10.49	8.06	7.54	21.88	60.07	55.67
12	10.37	7.99	7.48	22.07	60.37	55.92
13	10.22	7.90	7.40	22.32	60.77	56.27
14	10.03	7.78	7.30	22.64	61.32	56.71
15	9.78	7.63	7.16	23.09	62.03	57.35
16	9.46	7.43	6.99	23.70	63.02	58.16
17	9.26	7.31	6.88	24.10	63.64	58.71
18	9.03	7.17	6.75	24.58	64.39	59.39
19	8.77	7.00	6.61	25.16	65.35	60.15
20	8.48	6.82	6.44	25.84	66.42	61.12
21	8.17	6.62	6.26	26.63	67.68	62.22
22	7.84	6.40	6.06	27.53	69.16	63.51
23	7.49	6.16	5.85	28.58	70.89	64.97
24	7.15	5.93	5.64	29.69	72.70	66.55
25	6.80	5.69	5.42	30.96	74.74	68.34
26	6.47	5.46	5.21	32.27	76.87	70.20
27	6.16	5.23	5.00	33.64	79.19	72.23
28	5.86	5.01	4.81	35.10	81.61	74.22
29	5.58	4.81	4.62	36.60	84.01	76.38
30	5.48	4.73	4.55	37.18	85.03	77.22

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 9. Cálculo del CGV de la situación actual.*

	1	2
	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
0	\$11,542,468.47	\$11,449,723.75
1	\$12,051,883.55	\$11,943,871.68
2	\$12,521,951.47	\$12,410,767.84
3	\$12,967,606.06	\$12,853,957.85
4	\$13,470,624.58	\$13,343,754.21
5	\$13,994,891.68	\$13,860,257.90
6	\$14,508,620.09	\$14,356,694.15
7	\$15,083,884.20	\$14,932,941.09
8	\$15,702,475.13	\$15,516,915.75
9	\$16,343,924.01	\$16,147,379.53
10	\$17,024,915.79	\$16,797,715.17
11	\$17,756,795.81	\$17,517,277.96
12	\$18,571,692.21	\$18,282,463.31
13	\$19,456,109.06	\$19,150,014.97
14	\$20,474,788.61	\$20,095,878.96
15	\$21,675,498.69	\$21,237,977.49
16	\$23,106,533.92	\$22,560,673.43
17	\$24,383,623.93	\$23,773,678.27
18	\$25,776,595.01	\$25,076,612.77
19	\$27,398,606.57	\$26,581,652.14
20	\$29,218,648.57	\$28,269,733.07
21	\$31,244,533.69	\$30,130,032.64
22	\$33,570,564.95	\$32,247,625.13
23	\$36,187,266.57	\$34,653,433.57
24	\$39,152,835.82	\$37,336,977.69
25	\$42,350,910.63	\$40,296,454.96
26	\$45,860,201.08	\$43,468,875.42
27	\$49,722,197.23	\$46,967,188.06
28	\$53,861,787.52	\$50,698,971.22
29	\$58,348,189.57	\$54,744,917.02
30	\$61,425,605.05	\$57,580,450.85

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, 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 \$22.99 mdp.

### 3. SITUACIÓN SIN PROYECTO

Para la situación sin proyecto se plantea el caso de no llevar a cabo la construcción del tramo en estudio y, por tanto, no atender la problemática detectada; 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 30 años de operación.
- Los beneficios considerados son los beneficios directos por asignación de tráfico, 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 INEGI del censo de número de vehículos de motor registrados en el municipio se obtiene una tasa de crecimiento del año 2010 a 2020 es de 5.81%. 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 2022 a lo largo del horizonte de evaluación.

#### a) Optimizaciones

La optimización que se propone para el entronque es una mejora en la superficie de rodadura tanto para los carriles de huella de concreto hidraulico y empedrado. La vialidad actualmente tiene un IRI de 4.0 m/km y con la sobre carpeta (en el asfalto) se esperaría contar con un IRI de 3.8 m/km.

Con las medidas antes propuestas se mejora el confort del usuario. Sin embargo, las velocidades bajas por la geometría tanto horizontal como vertical seguirían existiendo.

*Tabla 10. Medidas de optimización. IVA incluido.*

COMPONENTES	Unidad	Cantidad	P.U.	IMPORTE
Carpeta de 5 cm 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. (410m x 2 carriles x 3.5) = 2870	m2	2870	\$410.03	\$1,176,786.10
Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho. (410m x 3 divisiones) = 1230 m	ml	1230	\$12.83	\$15,780.90
			Total	\$1,192,567.00

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Nota: Se considera la distancia entre el acceso oriente y el poniente de 410m ya que el ultimo tramo (enrronque con Blvd Leon II) esta pavimentado con asfalto y no requiere sobre carpeta.*

*Nota 2: Se consideran anchos constantes de 3.5m en todos los carriles.*

Las velocidades que se pudieran obtener con la situación optimizada no cambian drásticamente. En la situación optimizada se mejora el IRI y el confort de los usuarios, sin embargo, esto no hace que mejore el nivel de servicio y las detenciones siguen existiendo.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

**b) Análisis de la Oferta**

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

*Tabla 11. Características físicas por carretera.*

	1	2
	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
Tipo de superficie	Asfalto	Asfalto
Estado físico	Regular	Regular
Acotamiento ext.	N/A	N/A
Carriles de circulación	1 carriles x3.5m de ancho	1 carriles x3.5m de ancho
Ciclovía	N/A	N/A
Guarnición	N/A	1x0.25m
Banqueta		1.25m
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
IRI (m/km)	3.80	3.80
Señalamiento htal y vertical	Bueno	Bueno
Longitud (km)	0.54	0.54
Tipo de vialidad	D	D
Sentido	1	1
Ancho de calzada	3.5	5

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

Debe notarse que el incurrir en este tipo de mejoras no ayuda a que se incremente el nivel de servicio ya que la detención constante de vehículos seguirá ocurriendo debido a las condiciones de la geometría horizontal y vertical.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

**c) Análisis de la Demanda**

La asignación del tránsito se obtuvo del estudio de aforos la cual será expresada como el “tránsito promedio diario anual” TPDA.

*Tabla 12. TPDA y composición vehicular actual.*

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	PONIENTE - ORIENTE	96.49%	2.12%	1.39%	1919
2	ORIENTE - PONIENTE	92.53%	2.56%	4.91%	1606
				Total	3525

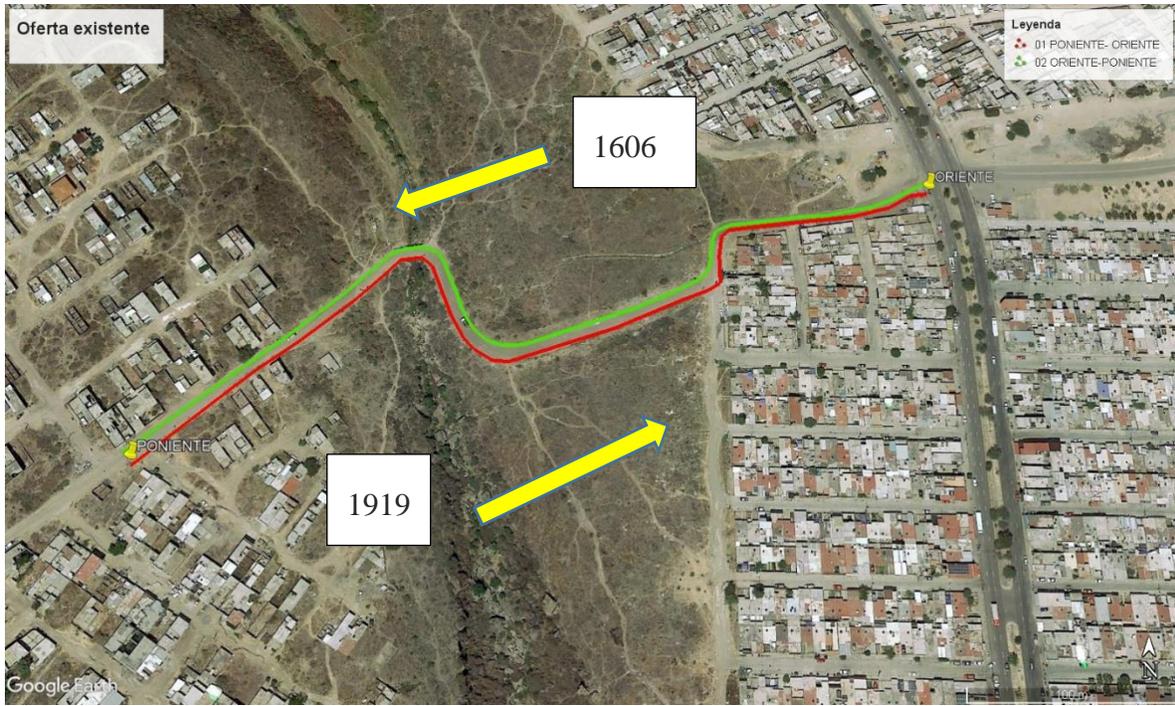
*Fuente.- Información obtenida de los estudios de ingeniería de tránsito.*

La demanda en la situación sin proyecto y la situación actual se considera igual ya que no se hace ningún tipo de adecuación que pudiese modificar el comportamiento vehicular.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

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

*Imagen 12. Demanda sin proyecto.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

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

*Tabla 13. Coordenadas de ubicación de cada tramo.*

Movimiento	Nombre del Tramo	Origen	Coordenada	Destino	Coordenada
1	PONIENTE - ORIENTE	Acceso Poniente	21.111687°,-101.734451°	Acceso Oriente	21.113098°,-101.730335°
2	ORIENTE - PONIENTE	Acceso Oriente	21.113098°,-101.730335°	Acceso Poniente	21.111687°,-101.734451°

*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:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 14. Proyección de TDPA sin proyecto.*

	1	2
Movimiento	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
Año	TDPA	TDPA
0	1919	1606
1	1986	1662
2	2056	1721
3	2127	1781
4	2202	1843
5	2279	1908
6	2358	1974
7	2441	2044
8	2527	2115
9	2616	2189
10	2707	2265
11	2801	2345
12	2900	2426
13	3001	2512
14	3106	2599
15	3215	2691
16	3328	2785
17	3444	2883
18	3564	2983
19	3690	3088
20	3819	3196
21	3952	3307
22	4090	3422
23	4234	3542
24	4382	3667
25	4535	3796
26	4693	3928
27	4858	4066
28	5028	4208
29	5204	4355
30	5386	4508

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**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 15. Velocidades de operación situación sin proyecto.*

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	Longitud	VEL A	VEL B	VEL C	PROMEDIO
		(Km)				
1	PONIENTE - ORIENTE	0.54	13.25	10.64	9.69	11.19
2	ORIENTE - PONIENTE	0.54	12.15	9.44	8.87	10.15

*Fuente. - Estudios de campo.*

*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 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

*Tabla 16. Nivel de servicio de la situación sin proyecto.*

Tramo	PONIENTE - ORIENTE		ORIENTE - PONIENTE	
	Año	LOS	TDPA	LOS
0	E	1919	E	1606
1	E	1986	E	1662
2	E	2056	E	1721
3	E	2127	E	1781
4	E	2202	E	1843
5	E	2279	E	1908
6	E	2358	E	1974
7	E	2441	E	2044
8	E	2527	E	2115
9	E	2616	E	2189
10	E	2707	E	2265
11	E	2801	E	2345
12	E	2900	E	2426
13	E	3001	E	2512
14	F	3106	E	2599
15	F	3215	F	2691
16	F	3328	F	2785
17	F	3444	F	2883
18	F	3564	F	2983
19	F	3690	F	3088
20	F	3819	F	3196
21	F	3952	F	3307
22	F	4090	F	3422
23	F	4234	F	3542
24	F	4382	F	3667
25	F	4535	F	3796
26	F	4693	F	3928
27	F	4858	F	4066
28	F	5028	F	4208
29	F	5204	F	4355
30	F	5386	F	4508

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

Con la información de oferta y demanda se obtiene que el nivel de servicio global de la intersección es “E” en donde el flujo viaja a velocidades constantes, pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad. Se presenta la estimación del COV expresado en \$/veh/km para la situación sin proyecto.

*Tabla 17. Relación de velocidades y COV Sin Proyecto.*

PONIENTE - ORIENTE						
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)		
	A	B	C	A	B	C
0	13.25	10.64	9.69	18.01	49.77	46.06
1	13.07	10.52	9.59	18.19	50.04	46.31
2	13.03	10.50	9.57	18.23	50.09	46.36
3	12.99	10.47	9.55	18.27	50.16	46.41
4	12.94	10.44	9.52	18.33	50.23	46.48
5	12.89	10.41	9.49	18.38	50.30	46.56
6	12.83	10.37	9.46	18.44	50.39	46.63
7	12.76	10.32	9.42	18.52	50.51	46.74
8	12.68	10.27	9.38	18.60	50.63	46.84
9	12.58	10.21	9.33	18.71	50.77	46.97
10	12.47	10.13	9.27	18.84	50.97	47.13
11	12.33	10.04	9.19	18.99	51.19	47.35
12	12.17	9.93	9.10	19.18	51.48	47.60
13	11.96	9.79	8.98	19.43	51.84	47.94
14	11.70	9.62	8.84	19.76	52.30	48.34
15	11.37	9.39	8.64	20.19	52.95	48.96
16	10.93	9.09	8.39	20.82	53.86	49.77
17	10.66	8.90	8.23	21.22	54.51	50.31
18	10.36	8.69	8.05	21.70	55.26	50.96
19	10.02	8.45	7.84	22.27	56.17	51.75
20	9.65	8.19	7.61	22.94	57.21	52.68
21	9.25	7.89	7.36	23.73	58.51	53.75
22	8.82	7.58	7.09	24.65	59.97	55.01
23	8.39	7.26	6.81	25.67	61.61	56.43
24	7.95	6.93	6.52	26.83	63.47	58.03
25	7.53	6.61	6.23	28.06	65.46	59.80
26	7.13	6.30	5.95	29.37	67.58	61.68
27	6.75	6.00	5.68	30.76	69.86	63.67
28	6.39	5.71	5.43	32.23	72.29	65.71
29	6.06	5.45	5.19	33.72	74.69	67.86
30	5.94	5.35	5.10	34.31	75.68	68.72

ORIENTE - PONIENTE						
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)		
	A	B	C	A	B	C
0	12.2	9.4	8.9	19.39	54.59	50.40
1	12.00	9.35	8.79	19.57	54.87	50.64
2	11.96	9.33	8.77	19.62	54.93	50.70
3	11.93	9.31	8.75	19.65	54.99	50.75
4	11.89	9.28	8.73	19.70	55.09	50.81
5	11.84	9.25	8.71	19.77	55.18	50.87
6	11.79	9.22	8.68	19.83	55.28	50.97
7	11.73	9.19	8.65	19.90	55.38	51.06
8	11.67	9.15	8.61	19.98	55.51	51.18
9	11.59	9.10	8.57	20.08	55.67	51.30
10	11.49	9.04	8.51	20.22	55.87	51.49
11	11.38	8.97	8.45	20.36	56.11	51.69
12	11.23	8.88	8.37	20.57	56.42	51.95
13	11.06	8.77	8.27	20.81	56.81	52.28
14	10.84	8.63	8.15	21.13	57.32	52.69
15	10.55	8.44	7.98	21.58	58.04	53.30
16	10.17	8.20	7.76	22.20	59.01	54.14
17	9.94	8.05	7.63	22.60	59.64	54.66
18	9.67	7.87	7.47	23.09	60.44	55.32
19	9.38	7.68	7.30	23.65	61.32	56.06
20	9.05	7.46	7.10	24.33	62.40	56.99
21	8.70	7.21	6.88	25.11	63.71	58.07
22	8.32	6.95	6.64	26.03	65.17	59.34
23	7.93	6.68	6.39	27.07	66.82	60.78
24	7.54	6.40	6.14	28.22	68.69	62.34
25	7.16	6.13	5.88	29.45	70.65	64.12
26	6.80	5.86	5.63	30.75	72.81	65.99
27	6.45	5.60	5.39	32.15	75.08	67.96
28	6.12	5.35	5.16	33.62	77.48	70.03
29	5.82	5.12	4.94	35.10	79.90	72.20
30	5.71	5.03	4.87	35.68	80.91	72.93

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 18. CGV Anual proyectado Sin Proyecto.*

	1	2
	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
0	\$10,721,863.85	\$10,545,439.08
1	\$11,205,227.70	\$11,007,562.12
2	\$11,641,405.92	\$11,440,851.59
3	\$12,060,103.60	\$11,849,736.28
4	\$12,531,900.50	\$12,305,017.54
5	\$13,018,570.53	\$12,785,066.94
6	\$13,500,807.08	\$13,248,305.54
7	\$14,040,662.36	\$13,783,549.04
8	\$14,620,038.69	\$14,321,955.95
9	\$15,227,241.13	\$14,908,503.97
10	\$15,866,177.10	\$15,520,570.48
11	\$16,558,921.92	\$16,190,032.67
12	\$17,328,936.15	\$16,915,296.54
13	\$18,172,384.98	\$17,729,915.85
14	\$19,141,305.52	\$18,624,817.58
15	\$20,291,081.43	\$19,711,667.27
16	\$21,677,782.53	\$20,989,182.45
17	\$22,901,365.75	\$22,143,682.44
18	\$24,248,823.62	\$23,397,393.08
19	\$25,817,029.68	\$24,832,243.48
20	\$27,578,873.72	\$26,456,127.50
21	\$29,545,163.94	\$28,252,728.07
22	\$31,822,128.50	\$30,315,272.77
23	\$34,372,826.31	\$32,645,200.48
24	\$37,269,896.69	\$35,276,494.99
25	\$40,410,876.20	\$38,142,008.60
26	\$43,841,207.65	\$41,228,711.72
27	\$47,629,841.17	\$44,669,718.61
28	\$51,707,661.20	\$48,332,509.78
29	\$56,098,115.69	\$52,276,382.03
30	\$59,106,943.61	\$55,025,107.73

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León. Unidades pesos M.N.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

**e) Alternativas de solución**

**e.1) Alternativa 1**

Construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto. Con vigas presforzadas de concreto hidráulico.

Características principales:

- Construcción de un puente de sección de 23m.
- 3 claros debajo del puente.
- Parapeto vehicular.
- Dos carriles por sentido de circulación de 3.5m de ancho.
- Banquetas a ambos lados de la vialidad.
- Ciclovía en ambos lados de la vialidad.
- 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.
- Menor vibración de la estructura en la operación.

Desventajas

- El ancho de las trabes es mayor.

*Tabla 19. Precios alternativa 1. IVA incluido.*

Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe IVA inc.	Importe sin IVA.
Cimentación Puente	Pila de 120cm de diámetro, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarte y acarreo.	PZA	36	\$536,793.65	\$19,324,571.40	\$16,659,113.28
Superestructura Puente	Trabes de concreto hidráulico $f'c=450$ kg/cm <sup>2</sup> , por unidad de obra terminada.	M2	1495	\$15,759.53	\$23,560,497.35	\$20,310,773.58
Parapetos	Parapeto de concreto hidráulico.	M	380	\$13,225.26	\$5,025,598.80	\$4,332,412.76
Estribos	Muro de estribo de 20 cm de espesor de concreto hidráulico de $f'c=250$ kg/cm <sup>2</sup> , incluye acero de refuerzo y rellenos.	PZA	2	\$3,967,579.36	\$7,935,158.72	\$6,840,654.07
Pavimentación concreto hidráulico.	Losa de concreto hidráulico con juntas con $S'c = 45$ kg/cm <sup>2</sup> , con material procedente de bancos	M2	6580	\$3,064.15	\$20,162,107.00	\$17,381,126.72
Guarniciones	Guarnición concreto $f'c=200$ kg/cm <sup>2</sup> , 300 cm <sup>2</sup> de sección. rn tma. de 40mm,	M	940	\$600.23	\$564,212.59	\$486,390.16

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

	acabado aparente, colada en el lugar.					
Ciclovia	Concreto hidráulico normal de f'c= 250 kg/cm <sup>2</sup> en firme de ciclovia de 2m de ancho a cada lado.	M2	1880	\$1,115.66	\$2,097,440.80	\$1,808,138.62
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical en carreteras, por unidad de obra terminada (20 restrictivas, 14 informativas y 6 preventivas)	PZA	40	\$31,833.62	\$1,273,344.80	\$1,097,711.03
Señalamiento hztl	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho (incluye repintado de carriles actuales y raya lateral)	M	1410	\$749.69	\$1,057,068.54	\$911,265.98
				Total	\$81,000,000.00	\$69,827,586.21

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Nota: Los decimales pueden variar por el redondeo*

*Tabla 20. Costos de mantenimiento*

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

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

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 13. CAE alternativa No. 1

<b>COSTO ANUAL EQUIVALENTE</b>				
<b>Alternativa No. 1</b>				
CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.				
<b>Horizonte de Proyecto (años)</b>	<b>31</b>	<b>Tasa de Descuento</b>	<b>10%</b>	
<b>Año</b>	<b>Inversión</b>	<b>Costo de Mantenimiento</b>	<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>CAE</b>
0	\$69,827,586.21	\$0.00	\$69,827,586.21	
1		\$61,100.00	\$61,100.00	<b>\$7,712,718.16</b>
2		\$61,100.00	\$61,100.00	
3		\$61,100.00	\$61,100.00	
4		\$371,300.00	\$371,300.00	
5		\$61,100.00	\$61,100.00	<b>VPC</b>
6		\$61,100.00	\$61,100.00	<b>\$72,707,134.42</b>
7		\$61,100.00	\$61,100.00	
8		\$1,649,700.00	\$1,649,700.00	
9		\$61,100.00	\$61,100.00	
10		\$61,100.00	\$61,100.00	
11		\$61,100.00	\$61,100.00	
12		\$371,300.00	\$371,300.00	
13		\$61,100.00	\$61,100.00	
14		\$61,100.00	\$61,100.00	
15		\$61,100.00	\$61,100.00	
16		\$4,761,100.00	\$4,761,100.00	
17		\$61,100.00	\$61,100.00	
18		\$61,100.00	\$61,100.00	
19		\$61,100.00	\$61,100.00	
20		\$371,300.00	\$371,300.00	
21		\$61,100.00	\$61,100.00	
22		\$61,100.00	\$61,100.00	
23		\$61,100.00	\$61,100.00	
24		\$1,649,700.00	\$1,649,700.00	
25		\$61,100.00	\$61,100.00	
26		\$61,100.00	\$61,100.00	
27		\$61,100.00	\$61,100.00	
28		\$371,300.00	\$371,300.00	
29		\$61,100.00	\$61,100.00	
30		\$61,100.00	\$61,100.00	

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

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

**e.2) Alternativa 2**

Construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto. con vigas de acero.

Características principales:

- Construcción de un puente de sección de 23m.
- 3 claros debajo del puente.
- Parapeto vehicular.
- Dos carriles por sentido de circulación de 3.5m de ancho.
- Banquetas a ambos lados de la vialidad.
- Ciclovía en ambos lados de la vialidad.
- 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 costo de molestias durante la construcción.

Desventajas:

- Vibracion de la estructura mayor a la otra alternativa analizada.
- Costo más alto que la otra opción analizada.

*Nota: Información proporcionada por la dirección de obra publica municipal de León.*

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

*Tabla 21. Precios alternativa 2. IVA incluido.*

Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe IVA inc.	Importe sin IVA.
Cimentación Puente	Pila de 120cm de diámetro, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarnado y acarreo.	PZA	36	\$536,793.65	\$19,324,571.40	\$16,659,113.28
Superestructura Puente	Vigas de Acero, por unidad de obra terminada.	M2	1495	\$19,541.82	\$29,215,016.71	\$25,185,359.23
Parapetos	Parapeto de concreto hidraulico.	M	380	\$13,225.26	\$5,025,598.80	\$4,332,412.76

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

Estribos	Muro de estribo de 20 cm de espesor de concreto hidráulico de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ , incluye acero de refuerzo y rellenos.	PZA	2	\$3,967,579.36	\$7,935,158.72	\$6,840,654.07
Pavimentación concreto hidráulico.	Losa de concreto hidráulico con juntas con $S'c = 45 \text{ kg/cm}^2$ , con material procedente de bancos	M2	6580	\$3,064.15	\$20,162,107.00	\$17,381,126.72
Guarniciones	Guarnición concreto $f'c=200\text{kg/cm}^2$ , 300 cm <sup>2</sup> de sección. rn tma. de 40mm, acabado aparente, colada en el lugar.	M	940	\$600.23	\$564,212.59	\$486,390.16
Ciclovía	Concreto hidráulico normal de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ en firme de ciclovía de 2m de ancho a cada lado.	M2	1880	\$1,115.66	\$2,097,440.80	\$1,808,138.62
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical en carreteras, por unidad de obra terminada (20 restrictivas, 14 informativas y 6 preventivas)	PZA	40	\$31,833.62	\$1,273,344.80	\$1,097,711.03
Señalamiento hztal	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho (incluye repintado de carriles actuales y raya lateral)	M	1410	\$749.69	\$1,057,068.54	\$911,265.98
				Total	\$86,654,519.36	\$74,702,171.85

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

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

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Imagen 14. CAE alternativa No. 2

<b>COSTO ANUAL EQUIVALENTE</b>				
<b>Alternativa No. 2</b>				
CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.				
VARIACION CON TRABES DE ACERO				
<b>Horizonte de Proyecto (años)</b>	<b>31</b>	<b>Tasa de Descuento</b>	<b>10%</b>	
<b>Año</b>	<b>Inversión</b>	<b>Costo de Mantenimiento</b>	<b>Flujo de Efectivo</b>	<b>CAE</b>
0	\$74,702,171.85	\$0.00	\$74,702,171.85	
1		\$61,100.00	\$61,100.00	<b>\$8,229,810.54</b>
2		\$61,100.00	\$61,100.00	
3		\$61,100.00	\$61,100.00	
4		\$371,300.00	\$371,300.00	
5		\$61,100.00	\$61,100.00	<b>VPC</b>
6		\$61,100.00	\$61,100.00	\$77,581,720.07
7		\$61,100.00	\$61,100.00	
8		\$1,649,700.00	\$1,649,700.00	
9		\$61,100.00	\$61,100.00	
10		\$61,100.00	\$61,100.00	
11		\$61,100.00	\$61,100.00	
12		\$371,300.00	\$371,300.00	
13		\$61,100.00	\$61,100.00	
14		\$61,100.00	\$61,100.00	
15		\$61,100.00	\$61,100.00	
16		\$4,761,100.00	\$4,761,100.00	
17		\$61,100.00	\$61,100.00	
18		\$61,100.00	\$61,100.00	
19		\$61,100.00	\$61,100.00	
20		\$371,300.00	\$371,300.00	
21		\$61,100.00	\$61,100.00	
22		\$61,100.00	\$61,100.00	
23		\$61,100.00	\$61,100.00	
24		\$1,649,700.00	\$1,649,700.00	
25		\$61,100.00	\$61,100.00	
26		\$61,100.00	\$61,100.00	
27		\$61,100.00	\$61,100.00	
28		\$371,300.00	\$371,300.00	
29		\$61,100.00	\$61,100.00	
30		\$61,100.00	\$61,100.00	

# ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

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

### 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: “Análisis costo-beneficio para la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto. ” (Trabes de concreto hidráulico) presenta la mejor solución a largo plazo para la carretera en estudio.

Imagen 15. Alternativa de construcción.



Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.

Tabla 22. Comparación de costos de Alternativas.

Alternativa	Costo con IVA	CAE
1	\$81,000,000.00	\$7,712,718.16
2	\$86,654,519.35	\$8,229,810.54

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

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 el construcción, educación y servicios.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

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.
- Las condiciones de operación de la infraestructura.

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

Con la modernización de esta carretera se mejorarán las condiciones de circulación del tránsito local, 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.
- Se impulsa la actividad económica y productiva.

## 4. SITUACIÓN CON PROYECTO

Se presenta la situación en la que se espera obtener un beneficio si se realizan los trabajos de construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, 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 construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto.

*Tabla 23. 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: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

El proyecto consiste en la construcción de un puente sobre la barranca de venaderos en la intersección con el Blvd. León II. El puente serviría para el cruce de frente en el sentido de León II a La Barranca y en el sentido contrario de La Barranca a León II; con un ancho de calzada vehicular de 14.0 metros ,banqueta a ambos lados de 2.0 metros de ancho y una longitud de 65.0 metros.

Ancho total de sección de 23.0m ,con cuatro carriles , de circulación con dos carriles por sentido.

La altura máxima respecto del Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) es de 8.45m y el “bordolibre” es de 6.82m.

La solución estructural para este puente es través de una superestructura compuesta de tres claro sisostáticos y una subestructura compuesta por cuatro apoyos–dos caballetes extremos–adosados a apoyos intermedios; con una cimentación de tipo superficial a través de zapatas desplantadas a una profundidad media del orden de 4.0m respecto del terreno natural

Se beneficia a los usuarios del transporte público, por el cual circulan R 16 ramal, con estas acciones no importará las condiciones climatológicas, los ciudadanos podrán acceder de manera segura, cómoda en menor tiempo

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Con el proyecto se tendrá una geometría que permitirá el tránsito seguro de los vehículos en ambos sentidos. Así mismo, el riesgo de que una lluvia pudiese generar atascamientos en la zona también se elimina con el proyecto.

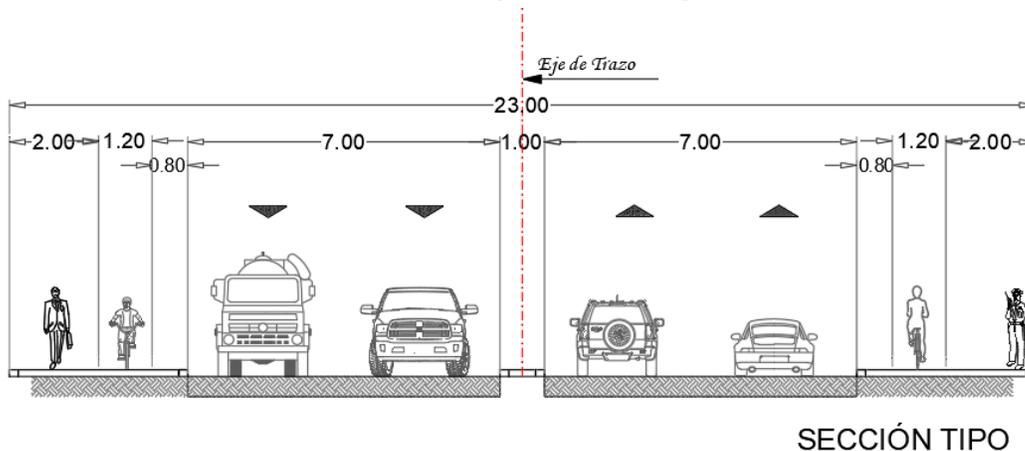
El puente tendrá una sección de 23 m divididos de la siguiente manera:

- Banqueta de 2m
- Ciclovía de 1.2m
- Faja separadora ciclista-vehicular de 0.8m
- Dos carriles de 3.5m cada uno.
- Faja separadora central 1m.
- Dos carriles de 3.5m cada uno.
- Faja separadora ciclista-vehicular de 0.8m
- Ciclovía de 1.2m
- Banqueta de 2m

En cuanto a la superficie de rodamiento se utilizará concreto hidráulico de 25 cm de espesor. La super estructura estará compuesta de vigas presforzadas de concreto hidráulico  $f'c = 450\text{kg/cm}^2$ .

La ciclovía será de concreto hidráulico de 8cm de espesor armada con malla electrosoldada 6x6 10/10.

Imagen 16. Seccion tipo.



Fuente. – Proyecto ejecutivo

Tabla 24. Componentes.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

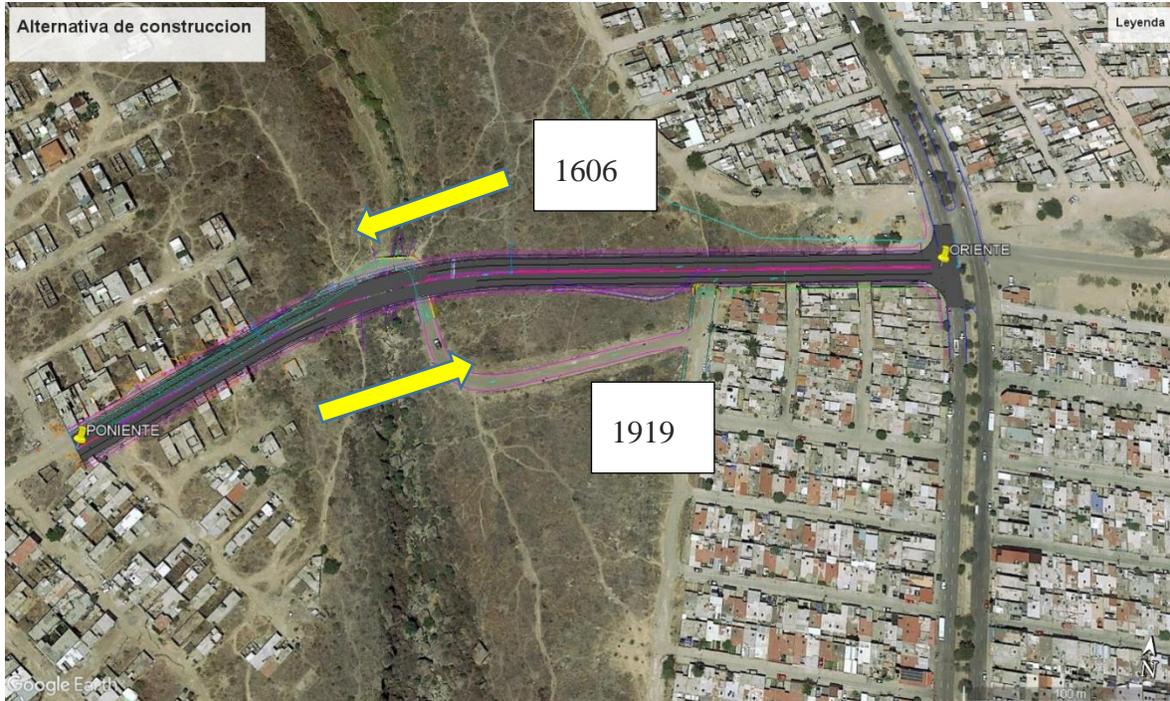
Componente	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe IVA inc.	Importe sin IVA.
Cimentación Puente	Pila de 120cm de diámetro, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarte y acarreo.	PZA	36	\$536,793.65	\$19,324,571.40	\$16,659,113.28
Superestructura Puente	Trabes de concreto hidráulico f'c=450 kg/cm <sup>2</sup> , por unidad de obra terminada.	M2	1495	\$15,759.53	\$23,560,497.35	\$20,310,773.58
Parapetos	Parapeto de concreto hidráulico.	M	380	\$13,225.26	\$5,025,598.80	\$4,332,412.76
Estribos	Muro de estribo de 20 cm de espesor de concreto hidráulico de f'c=250kg/cm <sup>2</sup> , incluye acero de refuerzo y rellenos.	PZA	2	\$3,967,579.36	\$7,935,158.72	\$6,840,654.07
Pavimentación concreto hidráulico.	Losa de concreto hidráulico con juntas con S'c = 45 kg/cm <sup>2</sup> , con material procedente de bancos	M2	6580	\$3,064.15	\$20,162,107.00	\$17,381,126.72
Guarniciones	Guarnición concreto f'c=200kg/cm <sup>2</sup> , 300 cm <sup>2</sup> de sección. m tma. de 40mm, acabado aparente, colada en el lugar.	M	940	\$600.23	\$564,212.59	\$486,390.16
Ciclovía	Concreto hidráulico normal de f'c= 250 kg/cm <sup>2</sup> en firme de ciclovía de 2m de ancho a cada lado.	M2	1880	\$1,115.66	\$2,097,440.80	\$1,808,138.62
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical en carreteras, por unidad de obra terminada (20 restrictivas, 14 informativas y 6 preventivas)	PZA	40	\$31,833.62	\$1,273,344.80	\$1,097,711.03
Señalamiento hztal	Señalamiento horizontal raya central de 10 cm de ancho (incluye repintado de carriles actuales y raya lateral)	M	1410	\$749.69	\$1,057,068.54	\$911,265.98
Total					\$81,000,000.00	\$69,827,586.20

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

A continuación, se presenta los movimientos con proyecto:

*Imagen 17. Red Vial Con Proyecto (tramificación por demanda).*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

*Tabla 25. Coordenadas de inicio y fin de cada tramo.*

Movimiento	Nombre del Tramo	Origen	Coordenada	Destino	Coordenada
1	PONIENTE - ORIENTE	Acceso Poniente	21.111687°,-101.734451°	Acceso Oriente	21.113098°,-101.730335°
2	ORIENTE - PONIENTE	Acceso Oriente	21.113098°,-101.730335°	Acceso Poniente	21.111687°,-101.734451°

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

*Nota: Debido a la correccion del trazo, la longitud de la situacion con proyecto disminuye.*

## **b) Alineación estratégica**

Se tiene como objetivo realizar una inversión para la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, 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 CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

*Tabla 26. Alineación estratégica.*

Plan o programa	Objetivos, metas, estrategias, líneas de acción
<b>Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024.</b>	<p><b>1. Política y gobierno</b> <b>Objetivo 2:</b> Garantizar empleo, educación, salud y bienestar.</p> <p><b>3. Economía</b> <b>Eje:</b> 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>
<b>Plan Estatal de Desarrollo 2040</b>	<p><b>Dimensión 3 Medio Ambiente y Territorio:</b> <b>Línea estratégica:</b> 3.2 Territorio <b>Objetivo Estratégico 3.2.2.-</b> Incrementar la cobertura, calidad, eficiencia y competitividad de la infraestructura del estado.</p> <p><b>Estrategia 3.2.2.1.-</b> Consolidación de la infraestructura carretera como articuladora para el desarrollo al interior de la entidad y hacia el resto del país.</p>
<b>Programa de Gobierno Estatal 2018 -2024</b>	<p><b>Objetivo 2.1.4 Fortalecer la infraestructura básica y comunitaria.</b> <b>Estrategia 1.</b> Fortalecimiento de la urbanización para favorecer la inclusión social. <b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la calidad y disponibilidad de los servicios básicos.</li> <li>• Mejorar la infraestructura de los servicios básicos.</li> <li>• Realizar infraestructura de beneficio regional o local.</li> </ul> <p><b>Objetivo 5.2.4 Consolidar la infraestructura para el desarrollo con enfoque de sustentabilidad.</b> <b>Estrategia 2.</b> Asegurar el nivel de operación óptimo de la red estatal de vialidades. <b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar y rehabilitar la red de vialidades y puentes estatales.</li> <li>• Promover un programa para la atención de puntos conflictivos en la red estatal.</li> </ul> <p><b>Estrategia 3.</b> Impulsar la gestión estratégica de la infraestructura (incluye obra convenida) <b>Acciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar proyectos de infraestructura metropolitana y regional con enfoque sustentable.</li> </ul> <p><b>Estrategia 4.</b> Fortalecimiento de la red de conectividad terrestre.</p>

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

Plan o programa	Objetivos, metas, estrategias, líneas de acción
	<p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construir y modernizar la infraestructura vial estratégica.</li> </ul>
<p><b>Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, 2013-2035</b></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>

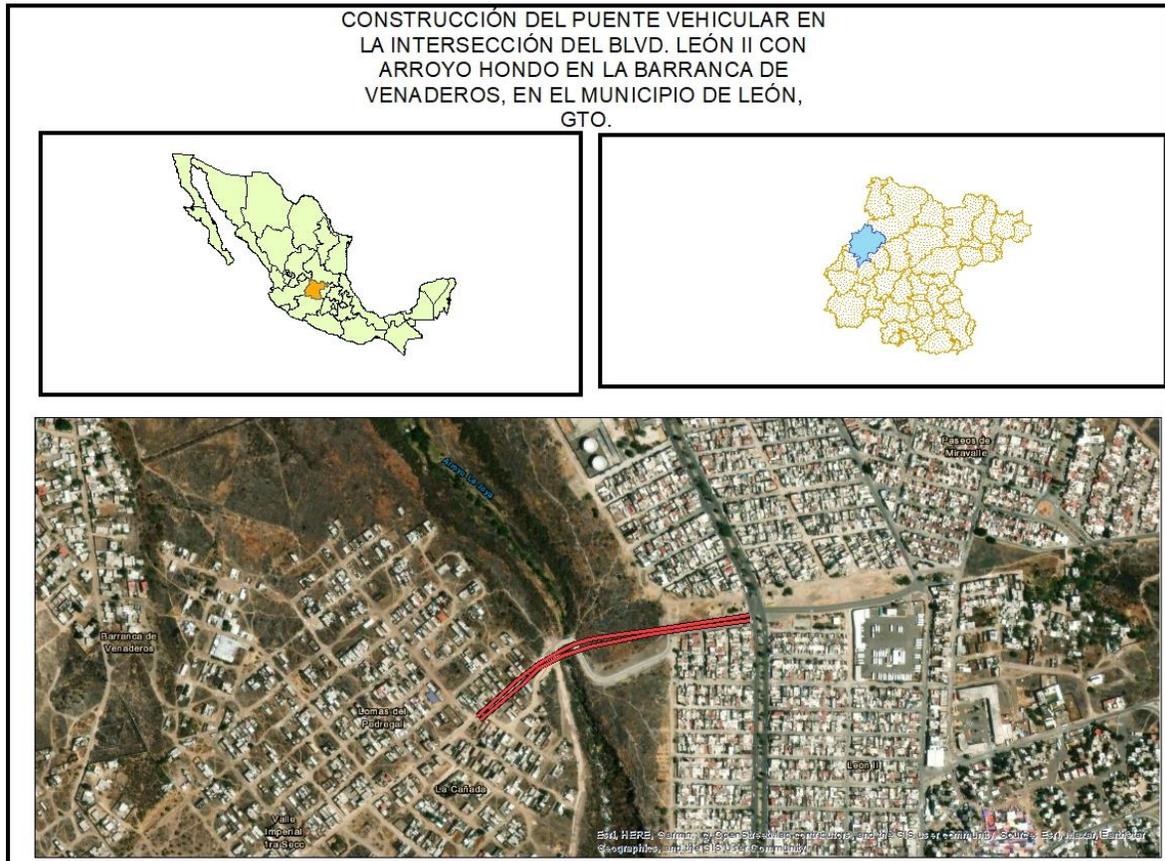
*Fuente.-. Direccion General de Obra Pública de León con base en la consulta de Planes y Programas referidos.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, 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 18. Ubicación regional del proyecto.*



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

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). El proyecto se ubica al suroestenorte de la mancha urbana.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

Calendario de actividades

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

Calendario de inversiones por componente:

*Tabla 27. Calendario de actividades. Tabla 1 de 2.*

Componente	MES					
	1	2	3	4	5	6
Cimentación Puente	\$ 6,441,523.80	\$ 6,441,523.80	\$ 6,441,523.80			
Superestructura Puente			\$ 7,853,499.12	\$ 7,853,499.12	\$ 7,853,499.12	
Parapetos						\$ 5,025,598.80
Estribos	\$ 7,935,158.72					
Pavimentaciónconcreto hidraulico.						
Guarniciones						
Ciclovia						
Señalamiento vertical						
Señalamiento hztal						
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 14,376,682.52</b>	<b>\$ 6,441,523.80</b>	<b>\$ 14,295,022.92</b>	<b>\$ 7,853,499.12</b>	<b>\$ 7,853,499.12</b>	<b>\$ 5,025,598.80</b>

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Tabla 28. Calendario de actividades. Tabla 2 de 2.*

Componente	MES					
	7	8	9	10	11	12
Cimentación Puente						
Superestructura Puente						
Parapetos						
Estribos						
Pavimentaciónconcreto hidraulico.	\$ 10,081,053.50	\$ 10,081,053.50				
Guarniciones		\$ 282,106.30	\$ 282,106.30			
Ciclovia				\$ 2,097,440.80		
Señalamiento vertical					\$ 1,273,344.80	
Señalamiento hztal					\$ 528,534.27	\$ 528,534.27
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10,081,053.50</b>	<b>\$ 10,363,159.80</b>	<b>\$ 282,106.30</b>	<b>\$ 2,097,440.80</b>	<b>\$ 1,801,879.07</b>	<b>\$ 528,534.27</b>

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 29. Calendario físico-financiero. Etapa única.*

AVANCE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
FISICO	17.75%	7.95%	17.65%	9.70%	9.70%	6.20%
FINANCIERO (mdp)	14.38	6.44	14.3	7.85	7.85	5.03

AVANCE	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
FISICO	12.45%	12.79%	0.35%	2.59%	2.22%	0.65%
FINANCIERO (mdp)	10.08	10.36	0.28	2.1	1.8	0.52

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**e) Monto total de inversión**

De acuerdo a la información del proyecto ejecutivo, de la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto., tienen una inversión total estimada de \$81,000,000.00 M.N, incluyendo el IVA, la tabla siguiente muestra un detalle de ello para cada subcomponente.

*Tabla 30. Montos de inversión por etapa.*

Componente	Monto de inversion	Etapa	Año de inversion
Cimentación Puente	\$ 19,324,571.40	Unica	2023
Superestructura Puente	\$ 23,560,497.35	Unica	2023
Parapetos	\$ 5,025,598.80	Unica	2023
Estribos	\$ 7,935,158.72	Unica	2023
Pavimentaciónconcreto hidraulico.	\$ 20,162,107.00	Unica	2023
Guarniciones	\$ 564,212.59	Unica	2023
Ciclovía	\$ 2,097,440.80	Unica	2023
Señalamiento vertical	\$ 1,273,344.80	Unica	2023
Señalamiento hztal	\$ 1,057,068.54	Unica	2023
Total	\$ 81,000,000.00		

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

**f) Fuentes de financiamiento**

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

*Tabla 31. Fuentes de los recursos para financiar el proyecto en pesos 2022 (IVA incluido).*

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto de la inversión	Porcentaje
Federal			0%
Estatad			0%
Municipal		\$ 81,000,000.00	100%
Total	Deuda	\$ 81,000,000.00	100%

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**g) Capacidad instalada**

Con la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto., el nivel de servicio de los movimientos a lo largo de su vida útil se puede observar en siguiente tabla:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 32. Niveles de servicio de la situación con proyecto.*

Tramo	PONIENTE - ORIENTE		ORIENTE - PONIENTE	
	Año	LOS	TDPA	LOS
0	A	1919	A	1606
1	A	1986	A	1662
2	A	2056	A	1721
3	A	2127	A	1781
4	A	2202	A	1843
5	A	2279	A	1908
6	A	2358	A	1974
7	A	2441	A	2044
8	A	2527	A	2115
9	A	2616	A	2189
10	A	2707	A	2265
11	A	2801	A	2345
12	A	2900	A	2426
13	A	3001	A	2512
14	A	3106	A	2599
15	B	3215	A	2691
16	B	3328	A	2785
17	B	3444	B	2883
18	B	3564	B	2983
19	B	3690	B	3088
20	B	3819	B	3196
21	B	3952	B	3307
22	B	4090	B	3422
23	B	4234	B	3542
24	B	4382	B	3667
25	B	4535	B	3796
26	B	4693	B	3928
27	B	4858	B	4066
28	B	5028	B	4208
29	B	5204	B	4355
30	C	5386	C	4508

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

Se puede concluir que con la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto., se mejorarán los niveles de servicios y aumentarán las velocidades de operación. Para estimar el nivel de servicio se utilizó la metodología del Manual de Capacidad de Vial (Highway Capacity Manual).

### **h) Metas anuales y totales de producción**

Las metas físicas esperadas con la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto. son las siguientes:

*Tabla 33. Metas físicas anuales del proyecto.*

Componente	Etapa	Año	Costo (IVA incluido)	Meta
Puente	Unica	2023	\$ 81,000,000.00	Construccion de un Puente

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

### **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 proyecto ejecutivo validado por Dirección general de Movilidad del Municipio de León, Gto mediante el oficio número DGM/DIVGT/5949/2022 cubierto al 100%.

#### ***j.2) Estudios legales***

El proyecto se ejecuta dentro del derecho de vía existente y no tiene afectaciones adicionales.

#### ***j.3) Estudios ambientales***

No existen afectaciones ambientales.

***j.4) Estudios de mercado***

En abril de 2022 se realizó el estudio de demanda que comprende aforos automáticos y estudios de velocidades elaborado por la Dirección de Obra Pública del municipio de León, Gto.

***j.5) Estudios específicos***

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

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

**k) Análisis de la Oferta**

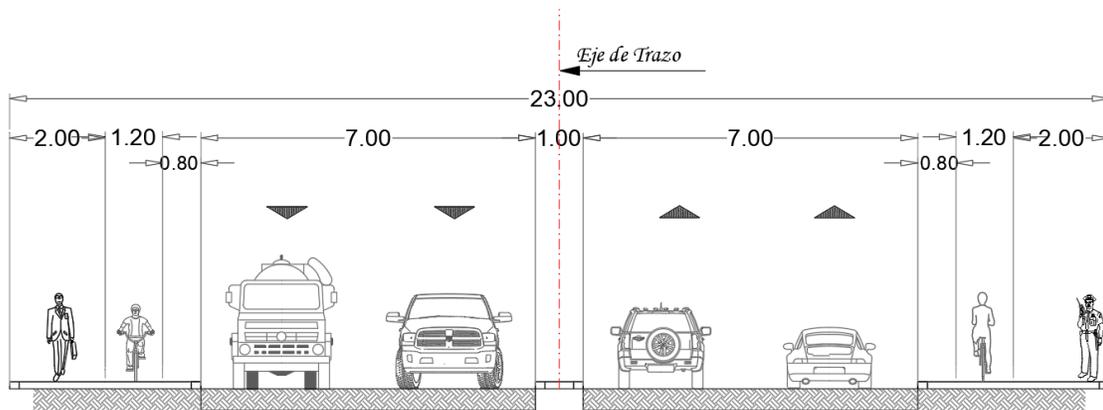
La oferta existente se integra de la siguiente manera:

*Tabla 34. Características físicas por carretera en la situación con proyecto.*

	1	2
	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
Tipo de superficie	Concreto hidráulico	Concreto hidráulico
Estado físico	Bueno	Bueno
Acotamiento ext.	N/A	N/A
Carriles de circulación	2 carriles x3.5m de ancho	2 carriles x3.5m de ancho
Ciclovía	1.2m en cada sentido	1.2m en cada sentido
Guarnición	2x0.25m	2x0.25m
Banqueta	2m	2m
Tipo de terreno	Montañoso	Montañoso
IRI (m/km)	3.00	3.00
Señalamiento htl y vertical	Bueno	Bueno
Longitud (km)	0.47	0.47
Tipo de vialidad	C	C
Sentido	1	1
Ancho de calzada	11.5	11.5

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Imagen 19. Sección tipo.*



**SECCIÓN TIPO**

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

Se considera para fines de este análisis, que las condiciones mostradas en la tabla anterior se mantienen en el largo plazo gracias a un programa de conservación y rehabilitación de la red.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

1) Análisis de la Demanda

Para una carretera en servicio o una construcción nueva, la demanda queda definida por la cantidad de vehículos que circulan o se espera circulen por dicha carretera. Particularmente para una carretera en servicio, 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 que se realizó en el año 2022 para determinar la demanda vehicular, la cual será expresada como el “tránsito promedio diario anual” TPDA. Estudios realizados por la Dirección de obra pública del municipio de León, Gto.

La información se actualizó con la tasa de crecimiento del 3.5% (definida dentro de este análisis).

*Tabla 35. TPDA y composición vehicular actual.*

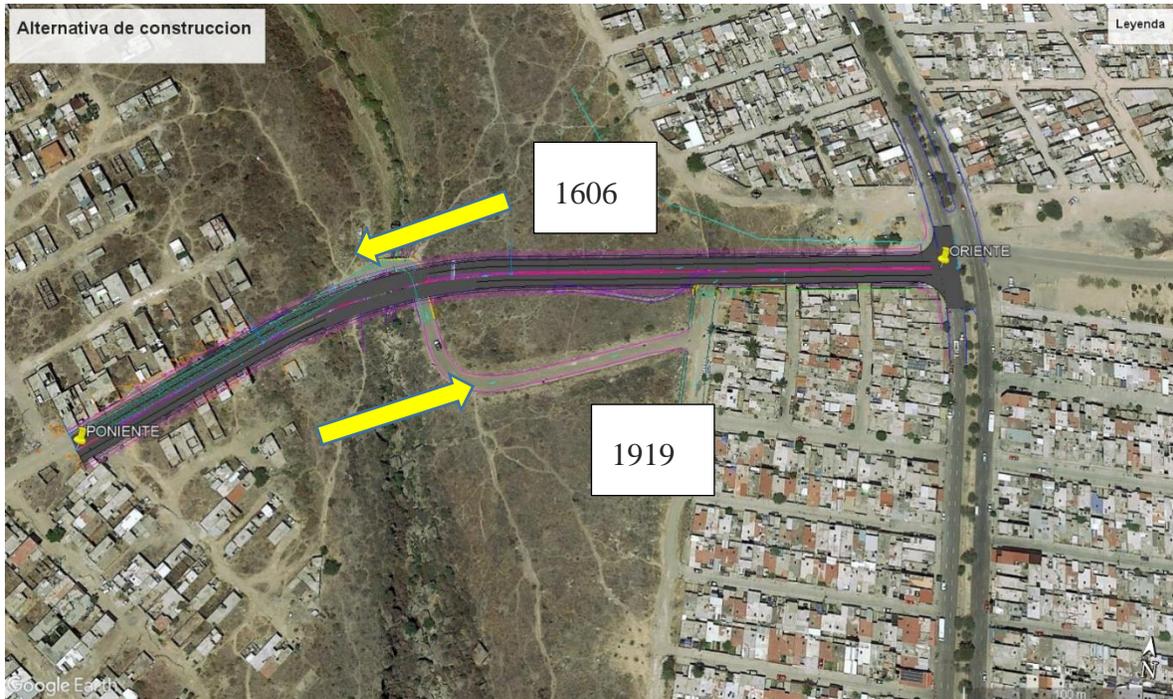
MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	PONIENTE - ORIENTE	96.49%	2.12%	1.39%	1919
2	ORIENTE - PONIENTE	92.53%	2.56%	4.91%	1606
				Total	3525

*Fuente.-. Información obtenida de estudios de ingeniería proporcionados por DGOP León.*

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

*Imagen 20. Demanda con proyecto.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.



*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León con base en mapas digitales de Google Earth.*

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

La asignación de los movimientos es la misma de la situación sin proyecto, ya que no se espera que cambie esta variable. Lo que cambia es la distancia de recorrido ya que debido a la corrección de la geometría, se tiene una distancia más corta.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

*Tabla 36. Proyección de TDPA con proyecto.*

	1	2
Movimiento	PONIENTE - ORIENTE	ORIENTE - PONIENTE
Año	TDPA	TDPA
0	1919	1606
1	1986	1662
2	2056	1721
3	2127	1781
4	2202	1843
5	2279	1908
6	2358	1974
7	2441	2044
8	2527	2115
9	2616	2189
10	2707	2265
11	2801	2345
12	2900	2426
13	3001	2512
14	3106	2599
15	3215	2691
16	3328	2785
17	3444	2883
18	3564	2983
19	3690	3088
20	3819	3196
21	3952	3307
22	4090	3422
23	4234	3542
24	4382	3667
25	4535	3796
26	4693	3928
27	4858	4066
28	5028	4208
29	5204	4355
30	5386	4508

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 37. Determinación del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y composición vehicular.*

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	% A	% B	% C	TDPA
1	PONIENTE - ORIENTE	96.49%	2.12%	1.39%	1919
2	ORIENTE - PONIENTE	92.53%	2.56%	4.91%	1606
				Total	3525

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

**m) Interacción Oferta – Demanda**

*Tabla 38. Velocidades de operación con proyecto por tipo de vehículo.*

MOVIMIENTO	DESCRIPCIÓN	Longitud	VEL A	VEL B	VEL C	PROMEDIO
		(Km)				
1	PONIENTE - ORIENTE	0.47	40.00	39.00	38.00	39.00
2	ORIENTE - PONIENTE	0.47	40.00	39.00	38.00	39.00

*Fuente.-. Información obtenida de estudios de ingeniería proporcionados por DGOP León.*

Al realizar el proyecto se obtienen los siguientes niveles de servicio (comparativa sin proyecto y con proyecto):

*Tabla 39. Comparación de niveles de Servicio Sin Proyecto y Con Proyecto.*

Tramo	PONIENTE - ORIENTE		ORIENTE - PONIENTE	
	CP	SP	CP	SP
0	A	E	A	E
1	A	E	A	E
2	A	E	A	E
3	A	E	A	E
4	A	E	A	E
5	A	E	A	E
6	A	E	A	E
7	A	E	A	E
8	A	E	A	E
9	A	E	A	E
10	A	E	A	E
11	A	E	A	E
12	A	E	A	E
13	A	E	A	E
14	A	F	A	E
15	B	F	A	F
16	B	F	A	F
17	B	F	B	F
18	B	F	B	F
19	B	F	B	F
20	B	F	B	F
21	B	F	B	F
22	B	F	B	F
23	B	F	B	F
24	B	F	B	F

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

25	B	F	B	F
26	B	F	B	F
27	B	F	B	F
28	B	F	B	F
29	B	F	B	F
30	C	F	C	F

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Tabla 40. Relación de velocidades y COV Con Proyecto.*

PONIENTE - ORIENTE						
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)		
	A	B	C	A	B	C
0	5.0	5.0	5.0	30.60	66.49	55.76
1	39.99	38.99	38.00	8.56	34.81	33.75
2	39.91	38.91	37.92	8.57	34.81	33.75
3	39.88	38.89	37.89	8.57	34.81	33.75
4	39.85	38.86	37.86	8.57	34.81	33.75
5	39.82	38.83	37.84	8.57	34.81	33.75
6	39.78	38.79	37.80	8.57	34.81	33.75
7	39.74	38.76	37.77	8.58	34.81	33.75
8	39.70	38.72	37.73	8.58	34.81	33.75
9	39.66	38.67	37.69	8.58	34.81	33.75
10	39.60	38.62	37.64	8.58	34.81	33.75
11	39.54	38.56	37.59	8.59	34.82	33.75
12	39.47	38.50	37.53	8.59	34.82	33.74
13	39.40	38.43	37.46	8.60	34.82	33.74
14	39.31	38.34	37.37	8.60	34.82	33.74
15	39.20	38.24	37.28	8.61	34.82	33.74
16	39.08	38.12	37.17	8.61	34.82	33.74
17	38.97	38.02	37.07	8.62	34.82	33.74
18	38.85	37.91	36.96	8.63	34.83	33.74
19	38.71	37.78	36.84	8.64	34.83	33.74
20	38.55	37.62	36.69	8.65	34.83	33.74
21	38.35	37.43	36.51	8.66	34.83	33.74
22	38.11	37.20	36.29	8.67	34.84	33.74
23	37.81	36.92	36.02	8.69	34.85	33.74
24	37.43	36.56	35.68	8.72	34.85	33.74
25	36.94	36.08	35.23	8.75	34.86	33.74
26	36.26	35.44	34.61	8.80	34.88	33.74
27	35.30	34.52	33.73	8.87	34.91	33.75
28	33.86	33.14	32.41	8.99	34.96	33.75
29	31.59	30.96	30.33	9.21	35.07	33.76
30	30.22	29.64	29.06	9.36	35.16	33.77

ORIENTE - PONIENTE						
Año	Velocidad (km/h)			COV (\$/veh/km)		
	A	B	C	A	B	C
0	5.0	5.0	5.0	30.78	68.29	57.76
1	39.99	38.99	38.00	8.55	37.19	36.19
2	39.91	38.91	37.92	8.56	37.19	36.20
3	39.88	38.89	37.89	8.56	37.19	36.20
4	39.85	38.86	37.86	8.56	37.19	36.20
5	39.82	38.83	37.84	8.56	37.19	36.20
6	39.78	38.79	37.80	8.57	37.20	36.20
7	39.74	38.76	37.77	8.57	37.20	36.20
8	39.70	38.72	37.73	8.57	37.20	36.20
9	39.66	38.67	37.69	8.57	37.20	36.20
10	39.60	38.62	37.64	8.58	37.20	36.20
11	39.54	38.56	37.59	8.58	37.20	36.20
12	39.47	38.50	37.53	8.58	37.21	36.20
13	39.40	38.43	37.46	8.59	37.21	36.21
14	39.31	38.34	37.37	8.59	37.21	36.21
15	39.20	38.24	37.28	8.60	37.21	36.21
16	39.08	38.12	37.17	8.61	37.22	36.21
17	38.97	38.02	37.07	8.61	37.22	36.22
18	38.85	37.91	36.96	8.62	37.23	36.22
19	38.71	37.78	36.84	8.63	37.23	36.22
20	38.55	37.62	36.69	8.64	37.24	36.22
21	38.35	37.43	36.51	8.65	37.24	36.23
22	38.11	37.20	36.29	8.66	37.25	36.23
23	37.81	36.92	36.02	8.68	37.26	36.24
24	37.43	36.56	35.68	8.71	37.28	36.25
25	36.94	36.08	35.23	8.74	37.30	36.26
26	36.26	35.44	34.61	8.79	37.32	36.28
27	35.30	34.52	33.73	8.86	37.36	36.30
28	33.86	33.14	32.41	8.98	37.43	36.34
29	31.59	30.96	30.33	9.21	37.56	36.40
30	30.22	29.64	29.06	9.37	37.64	36.45

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

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

*Tabla 41. CGV Con Proyecto.*

	<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>PONIENTE - ORIENTE</b>	<b>ORIENTE - PONIENTE</b>
0	\$18,060,300.45	\$16,091,908.70
1	\$4,217,489.43	\$3,946,054.84
2	\$4,374,572.04	\$4,094,637.38
3	\$4,522,380.52	\$4,233,807.16
4	\$4,686,595.57	\$4,386,041.96
5	\$4,854,722.76	\$4,544,057.43
6	\$5,018,189.53	\$4,695,084.63
7	\$5,198,200.71	\$4,868,652.40
8	\$5,389,341.69	\$5,038,680.53
9	\$5,581,177.55	\$5,220,268.91
10	\$5,777,622.26	\$5,400,667.04
11	\$5,980,204.38	\$5,594,675.99
12	\$6,198,198.75	\$5,791,255.59
13	\$6,415,442.51	\$6,003,497.98
14	\$6,646,894.04	\$6,213,211.11
15	\$6,891,184.92	\$6,443,052.62
16	\$7,141,135.06	\$6,674,609.80
17	\$7,399,816.46	\$6,922,426.64
18	\$7,664,115.10	\$7,166,267.65
19	\$7,951,105.05	\$7,430,994.00
20	\$8,246,826.87	\$7,703,977.57
21	\$8,545,639.05	\$7,982,835.50
22	\$8,868,541.52	\$8,277,832.26
23	\$9,211,019.96	\$8,595,012.40
24	\$9,581,766.52	\$8,941,246.45
25	\$9,970,540.52	\$9,306,454.73
26	\$10,398,063.97	\$9,696,841.53
27	\$10,897,645.54	\$10,156,651.94
28	\$11,496,777.55	\$10,698,441.88
29	\$12,305,954.05	\$11,438,403.63
30	\$13,028,823.23	\$12,102,951.86

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León. Unidades: Pesos M.N.*

## 5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### a) Descripción general

El proyecto consiste en la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto.

El proyecto consiste en la construcción de un puente sobre la barranca de venaderos en la intersección con el Blvd. León II. El puente serviría para el cruce de frente en el sentido de León II a La Barranca y en el sentido contrario de La Barranca a León II.

Con el proyecto se tendrá una geometría en buenas condiciones que permitirá el tránsito seguro de los vehículos en ambos sentidos. Así mismo, el riesgo de que una lluvia pudiese generar atascamientos en la zona también se elimina con el proyecto.

El puente tendrá una sección de 23 m divididos de la siguiente manera:

- Banqueta de 2m
- Ciclovía de 1.2m
- Faja separadora ciclista-vehicular de 0.8m
- Dos carriles de 3.5m cada uno.
- Faja separadora central 1m.
- Dos carriles de 3.5m cada uno.
- Faja separadora ciclista-vehicular de 0.8m
- Ciclovía de 1.2m
- Banqueta de 2m

En cuanto a la superficie de rodamiento se utilizará concreto hidráulico de 25 cm de espesor. La super estructura estará compuesta de vigas presforzadas de concreto hidráulico  $f'c = 450\text{kg/cm}^2$ . La ciclovía será de concreto hidráulico de 8cm de espesor armada con malla electrosoldada 6x6 10/10.

La metodología que se usa para el análisis del proyecto es el “Análisis Costo-Beneficio”. El análisis costo beneficio de un proyecto vial se determina mediante la comparación de los costos que se realizan en la situación sin proyecto y en la situación con proyecto. Los ahorros que se obtienen de la comparación de la situación con y sin proyecto son los que se usan para verificar si la inversión es acorde a los beneficios que los usuarios obtendrán.

Los elementos necesarios para poder realizar un estudio de este tipo son aforos, encuestas origen-destino, memorias descriptivas de los proyectos, presupuestos, valores de rugosidad, pendientes y otros elementos que aporten datos necesarios para poder evaluar los escenarios con proyecto y sin proyecto.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

Para poder establecer una comparación entre las dos situaciones se deben establecer los parámetros de la oferta y la demanda. La oferta se representa mediante la infraestructura carretera existente para la situación sin proyecto; para la situación con proyecto, la oferta se representa mediante la nueva infraestructura que se pretende construir o modernizar. La demanda es representada por el tránsito actual y por el crecimiento que este tenga a lo largo de los años de análisis dependiendo de las condiciones existentes en la zona.

Los insumos más importantes para poder llevar a cabo la evaluación económica son los costos de operación vehicular y los montos de inversión para las situaciones con y sin proyecto. Los costos de operación vehicular se obtienen mediante la integración de los costos por desgaste del vehículo, gasolina, lubricantes, llantas, tiempo de los pasajeros y operarios, etc. Los montos de inversión son los montos que se requerirán para la puesta en marcha del nuevo proyecto (con proyecto).

La información anterior da como resultado costos para las dos situaciones, con y sin proyecto. Para obtener los beneficios por la construcción de la nueva infraestructura se restan la situación sin proyecto de la situación con proyecto. El resultado son los beneficios que el proyecto provee. Los beneficios se calculan a lo largo de la vida útil 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%.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

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

Movimiento	Descripción	Longitud	IRI	Velocidad de operación promedio (km/h)	Tiempo de recorrido promedio (min)
		(km)	(km/m)		
1	PONIENTE - ORIENTE	0.54	3.80	11.19	2.94
2	ORIENTE - PONIENTE	0.45	3.80	10.15	3.25

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

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

Movimiento	Descripción	Longitud	IRI	Velocidad de operación promedio (km/h)	Tiempo de recorrido promedio (min)
		(km)	(km/m)		
1	PONIENTE - ORIENTE	0.47	3.00	39.00	0.72
2	ORIENTE - PONIENTE	0.47	3.00	39.00	0.72

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

**b) Identificación, cuantificación y valoración de costos del proyecto**

Los costos del proyecto corresponden a la inversión para la construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto. Dichos costos se presentan en la siguiente tabla:

*Tabla 44. Costos de inversión.*

Componente	Etapa	Año	Costo (IVA incluido)	Meta
Puente	Unica	2023	\$ 81,000,000.00	Construccion de un Puente

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

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

*Tabla 45. Costos de conservación y mantenimiento.*

TIPOS DE TRABAJO	COSTOS/KM/CARRIL	PERIODICIDAD
<b>ASFALTO</b>		
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
<b>CONCRETO</b>		
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. Proporcionados por la DGOP León.*

**Costo por molestias**

El costo por molestias durante la construcción también es considerado. Este costo se debe la pérdida de eficiencia de la zona del proyecto durante el tiempo que dura la construcción. Se calcula obteniendo la diferencia entre los costos generalizados de viaje sin proyecto y con proyecto. En la situación con proyecto, el primer año disminuye la velocidad de operación de la infraestructura por debajo de la velocidad de operación de la situación sin proyecto.

El impacto en dinero da como resultado un costo por molestias es de \$12,884,906.21

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

*Tabla 46. Variables estimadas para calcular el costo por molestias.*

TRAMO	PONIENTE - ORIENTE		ORIENTE - PONIENTE	
	Sin Proyecto	Período de Obra	Sin Proyecto	Período de Obra
ETAPA				
Superficie de rodamiento	Asfalto	Asfalto	Asfalto	Asfalto
Longitud (km)	0.54	0.47	0.54	0.47
IRI (m/km)	3.8	3	3.8	3
Velocidad de operación promedio (km/h)	11.19	5.00	10.15	5.00
Tiempo de recorrido promedio (min)	2.94	5.64	3.25	5.64
COV A (\$/veh/km)	18.01	30.60	19.39	30.78
COV B (\$/veh/km)	49.77	66.49	54.59	68.29
COV C (\$/veh/km)	46.06	55.76	50.40	57.76

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Tabla 47. Costo por molestias en millones de pesos.*

Situación Actual		Sin Proyecto		En etapa de obra	
COV	Tiempo	COV	Tiempo	COV	Tiempo
\$15.17	\$7.83	\$14.12	\$7.15	\$19.55	\$14.60

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

### c) 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.

#### *c.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.

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

*Tabla 48. Valor del tiempo de los pasajeros y operadores.*

Valor del tiempo 2022	
Tipo de usuario	\$/hr
Valor del tiempo de viaje de trabajo	\$54.89
Valor del tiempo de viaje de placer	\$32.94
Porcentaje de viajeros con motivo de trabajo	60.0%
Valor del tiempo de la carga (\$/hr/ton)	15.00
Toneladas promedio (ton/veh)	19.37

*Fuente: Valor del Tiempo Nacional 2022 del Boletín Técnico 195 del IMT (Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (01))*

*Tabla 49. Tasa de ocupación vehicular.*

Tasa de ocupación vehicular		
A	B	C
2.0	23	1

*Fuente.- Instituto Mexicano del Transporte 2021.*

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

*Tabla 50. 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	\$7,468,883.38	\$1,902,482.86	\$5,566,400.52

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**c.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. Aforos 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. 653 del IMT “Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2021”.
4. Una vez que se cuenta con la información básica, la estimación de costos de operación vehicular conlleva las siguientes actividades:

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

- 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.

*Tabla 51. Datos de calibración Modelo VOC.*

Calibración de modelo VOC-MEX	Unidad	A	B	C
Precio de vehículo nuevo	\$/vehicular	359,488.00	2'332,225.00	710,758.88
Costo de combustible	\$/litro	17.10	18.15	18.15
Costo de lubricantes	\$/litro	40.52	38.80	38.80
Costo de llanta nueva	\$/llanta	1069.00	2914.00	2724.14
Tiempo del operador	\$/hora	34.48	87.93	60.78
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	31.90	75.86	53.45
Costos indirectos por vehículo-km.	\$/veh-km.	0.52	1.43	1.23
Edad del vehículo en km	Km	75,000.00	750,000.00	500,000.00

*Fuente: Publicación PT653 del Instituto Mexicano del Transporte 2021.*

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 52. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto.*

Costos (pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Costos de operación Vehicular	\$14,743,906.44	\$6,261,061.41	\$8,482,845.03

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

#### d) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad son los siguientes:

*Tabla 53. Indicadores de rentabilidad.*

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN) en pesos	\$135,505,681.93
Tasa Interna de Retorno (TIR)	21.38%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	20.10%

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

El valor de la Tasa de Rentabilidad Inmediata, TRI resultó ser de 20.10% 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, \$135,505,681.93, lo que indica que el proyecto es rentable.

#### e) 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).

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 cual es la variación máxima que el proyecto aceptaría para ser aun rentable con cada una de las variables.

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

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

*Tabla 54. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión.*

INV. CON IVA	INV. SOCIAL	VARIACIÓN	VPN	TRI	TIR
\$24,300,000.00	\$20,948,275.86	-70%	\$184,384,992.27	66.99%	45.43%
\$40,500,000.00	\$34,913,793.10	-50%	\$170,419,475.03	40.19%	33.50%
\$56,700,000.00	\$48,879,310.34	-30%	\$156,453,957.79	28.71%	27.02%
\$72,900,000.00	\$62,844,827.59	-10%	\$142,488,440.55	22.33%	22.92%
\$81,000,000.00	\$69,827,586.21	0%	\$135,505,681.93	20.10%	21.38%
\$89,100,000.00	\$76,810,344.83	10%	\$128,522,923.31	18.27%	20.07%
\$105,300,000.00	\$90,775,862.07	30%	\$114,557,406.07	15.46%	17.95%
\$121,500,000.00	\$104,741,379.31	50%	\$100,591,888.83	13.40%	16.29%
\$137,700,000.00	\$118,706,896.55	70%	\$86,626,371.58	11.82%	14.95%
\$238,186,591.04	\$205,333,268.14	194%	\$0.00	6.83%	10.00%

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

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

*Tabla 55. Análisis de sensibilidad al incremento y decremento de los volúmenes vehiculares.*

TDPA	VARIACIÓN	VPN	TRI	TIR
1207	-65.75%	\$31,695.64	6.83%	10.00%
1763	-50.00%	\$32,436,884.75	10.04%	13.29%
2468	-30.00%	\$73,568,310.90	14.06%	16.81%
3173	-10.00%	\$114,861,139.12	18.08%	19.92%
3525	0.00%	\$135,505,681.93	20.10%	21.38%
3878	10.00%	\$155,982,547.73	22.14%	22.77%
4583	30.00%	\$197,155,792.27	26.16%	25.42%
5288	50.00%	\$238,311,291.79	30.16%	27.91%
5993	70.00%	\$279,398,918.75	34.17%	30.26%

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

*Tabla 56. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento.*

VARIACIÓN	VPN	TRI	TIR
-70.00%	\$135,887,222.78	20.11%	21.42%
-50.00%	\$135,778,211.11	20.11%	21.41%
-30.00%	\$135,669,199.44	20.10%	21.40%
-10.00%	\$135,560,187.77	20.10%	21.39%
0.00%	\$135,505,681.93	20.10%	21.38%
10.00%	\$135,451,176.09	20.09%	21.37%
30.00%	\$135,342,164.42	20.09%	21.36%
50.00%	\$135,233,152.75	20.08%	21.35%
70.00%	\$135,124,141.07	20.08%	21.34%
24860.77%	\$0.00	14.24%	10.00%

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.**

---

Como se puede observar, los indicadores muestran que el proyecto es rentable cuando la inversión se incrementa hasta un 19% y cuando el TDPA se reduce en hasta 65.75% y cuando el costo del mantenimiento se incrementa en un 24860.77%

**f) Análisis de riesgos**

Existen diversos tipos de riesgos a los que el proyecto se puede enfrentar. Los riesgos serán analizados en dos etapas.

- Construcción
- Operación

*Tabla 57. Riesgos, impactos y medidas de mitigación para el proyecto.*

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Medidas de mitigación
<b>Ejecución</b>			
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 de ejecución y reducción en la calidad.	Media	Coordinación entre los involucrados para tener los recursos disponibles en tiempo y forma.
Demanda social	Demanda social por el incremento en los tiempos de traslado debido a la obra.	Baja	Plan de reencauzamiento del flujo vehicular. Aviso oportuno de obras y tiempos estimados de traslado a usuarios.

*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 construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, en el municipio de León, Gto., se beneficiará a un aproximado de 3525 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.
- 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 construcción del puente vehicular en la intersección del Blvd. León II con Arroyo hondo en la barranca de Venaderos, 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 a la siguiente tabla:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

*Tabla 58. Indicadores de rentabilidad.*

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN) en pesos	\$135,505,681.93
Tasa Interna de Retorno (TIR)	21.38%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	20.10%

*Fuente: Dirección General de Obra Pública del Municipio de León.*

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.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

## 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](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 del Estado, Poder Ejecutivo. (2018). Plan estatal de desarrollo 2040. *Periodico oficial de la federación*.
- 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). (2021). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, Publicacion 182. Sanfandila, Queretaro.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (04). (2014). Estado superficial y costos de operación en carreteras. Sanfandila, Queretaro, Mexico.
- ITESM. (15 de 08 de 2009). Seminario en Evaluación de Proyectos de Inversión a Largo Plazo. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico.

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

- Kazmier, L. J. (2006). *Estadística Aplicada a Administración y Economía*. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill.
- 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. (2014). *Delegacion Guanajuato*. Recuperado el 2015, de Secretaria de Economía: <http://www.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](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 carretera. ....</i>	<i>16</i>
Tabla 3. Orígenes y destinos de los movimientos. ....	17
<i>Tabla 4. TPDA y composición vehicular actual. ....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 5. Proyección de la demanda por movimiento. ....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 6. Velocidades de operación. ....</i>	<i>25</i>
Tabla 7. Nivel de servicio de la situación actual. ....	27
Tabla 8. Relación de velocidades y COV situación actual. ....	28
Tabla 9. Cálculo del CGV de la situación actual. ....	29
Tabla 10. Medidas de optimización. IVA incluido. ....	31
Tabla 11. Características físicas por carretera. ....	33
<i>Tabla 12. TPDA y composición vehicular actual. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 13. Coordenadas de ubicación de cada tramo. ....</i>	<i>35</i>
Tabla 14. Proyección de TDPA sin proyecto. ....	36
<i>Tabla 15. Velocidades de operación situación sin proyecto. ....</i>	<i>37</i>
Tabla 16. Nivel de servicio de la situación sin proyecto. ....	38
Tabla 17. Relación de velocidades y COV Sin Proyecto. ....	39
Tabla 18. CGV Anual proyectado Sin Proyecto. ....	40
Tabla 19. Precios alternativa 1. IVA incluido. ....	41
Tabla 20. Costos de mantenimiento. ....	42
Tabla 21. Precios alternativa 2. IVA incluido. ....	44
Tabla 22. Comparación de costos de Alternativas. ....	47
Tabla 23. Tipo de obra que se llevará a cabo. ....	49
Tabla 24. Componentes. ....	50
Tabla 25. Coordenadas de inicio y fin de cada tramo. ....	52

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

Tabla 26. Alineación estratégica.....	54
Tabla 27. Calendario de actividades. Tabla 1 de 2. ....	57
Tabla 28. Calendario de actividades. Tabla 2 de 2. ....	57
Tabla 29. Calendario físico-financiero. Etapa única.....	58
Tabla 30. Montos de inversión por etapa. ....	58
Tabla 31. Fuentes de los recursos para financiar el proyecto en pesos 2022 (IVA incluido). .....	59
Tabla 32. Niveles de servicio de la situación con proyecto. ....	60
Tabla 33. Metas físicas anuales del proyecto. ....	61
Tabla 34. Características físicas por carretera en la situación con proyecto. ....	63
<i>Tabla 35. TPDA y composición vehicular actual. ....</i>	<i>65</i>
Tabla 36. Proyección de TDPA con proyecto. ....	67
<i>Tabla 37. Determinación del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y composición vehicular. ....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 38. Velocidades de operación con proyecto por tipo de vehículo. ....</i>	<i>69</i>
Tabla 39. Comparación de niveles de Servicio Sin Proyecto y Con Proyecto.....	69
Tabla 40. Relación de velocidades y COV Con Proyecto.....	70
Tabla 41. CGV Con Proyecto.....	71
Tabla 42. Principales variables de oferta de la situación SIN PROYECTO.....	74
Tabla 43. Principales variables de oferta de la situación CON PROYECTO. ....	74
Tabla 44. Costos de inversión.....	75
Tabla 45. Costos de conservación y mantenimiento.....	75
Tabla 46. Variables estimadas para calcular el costo por molestias. ....	76
Tabla 47. Costo por molestias en millones de pesos. ....	76
Tabla 48. Valor del tiempo de los pasajeros y operadores.....	77
Tabla 49. Tasa de ocupación vehicular. ....	77
Tabla 50. Beneficios por ahorro en el tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto.....	77

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR  
EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA  
DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

---

Tabla 51. Datos de calibración Modelo VOC. ....	78
<i>Tabla 52. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto. ....</i>	<i>78</i>
Tabla 53. Indicadores de rentabilidad. ....	79
Tabla 54. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión. ....	80
Tabla 55. Análisis de sensibilidad al incremento y decremento de los volúmenes vehiculares. ....	80
Tabla 56. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento. ....	80
Tabla 57. Riesgos, impactos y medidas de mitigación para el proyecto. ....	81
Tabla 58. Indicadores de rentabilidad. ....	83

## 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
<i>Imagen 3. Barranca de venaderos. Imagen 1 de 3. ....</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 4. Barranca de venaderos. Imagen 2 de 3. ....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 5. Barranca de venaderos. Imagen 3 de 3. ....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 6. Parámetros del Índice Internacional de Rugosidad o Regularidad.....</i>	<i>16</i>
Imagen 7. Red Vial Relevante Situación actual (tramificación por demanda). ....	17
<i>Imagen 8. Ubicación de los aforos. ....</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 9. Estudio de los aforos automáticos.....</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 10. Demanda existente. ....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 11. Tasa de crecimiento. ....</i>	<i>23</i>
<i>Imagen 12. Demanda sin proyecto. ....</i>	<i>35</i>
Imagen 13. CAE alternativa No. 1.....	43
Imagen 14. CAE alternativa No. 2.....	46
Imagen 15. Alternativa de construcción.....	47
Imagen 16. Sección tipo. ....	50
Imagen 17. Red Vial Con Proyecto (tramificación por demanda). ....	52
Imagen 18. Ubicación regional del proyecto.....	56
<i>Imagen 19. Sección tipo. ....</i>	<i>63</i>
<i>Imagen 20. Demanda con proyecto. ....</i>	<i>65</i>

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR EN LA INTERSECCIÓN DEL BLVD. LEÓN II CON ARROYO HONDO EN LA BARRANCA DE VENADEROS, EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GTO.

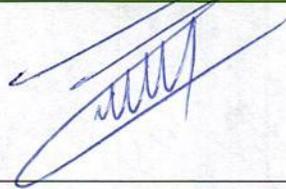
Responsables de la Información

**Ramo: Comunicaciones y Transportes**

**Entidad: Municipio de León, Gto.**

**Área Responsable: Dirección de Obra Pública del municipio de León**

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
ING. ISRAEL MARTÍNEZ MARTÍNEZ	DIRECTOR GENERAL DE LA DIRECCIÓN DE OBRA PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE LEÓN.		2022

Versión	Fecha
05	2022

\*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).