



AGUASCALIENTES
GOBIERNO DEL ESTADO
Contigo al 100

Gobierno del Estado de Aguascalientes Secretaría de Obras Públicas



Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente Antiguo Camino a San Ignacio y Río San Pedro,
Aguascalientes

Aguascalientes, Ags. Febrero 2021



Ingeniería Aplicada Mexicana S.A. de C.V.
Tabachín # 351
Las Arboledas, CP 20020
Aguascalientes, Ags.
(449) 996.9196 móvil 449 111.2469
www.iamproyectos.com

Índice

I.	Resumen ejecutivo.....	7
1.1	Objetivo del programa	7
1.2	Problemática identificada	7
1.3	Descripción del proyecto.....	9
1.4	Horizonte de evaluación.....	10
1.5	Descripción de los principales costos del proyecto.....	10
1.6	Descripción de los principales beneficios del proyecto.....	10
1.7	Riesgos asociados al proyecto	11
1.8	Indicadores de rentabilidad.....	11
1.9	Conclusiones	11
II.	Situación Actual del proyecto.....	12
2.1	Diagnóstico de la situación actual	12
2.2	Ánalisis de la oferta existente	17
2.3	Ánalisis de la demanda actual	18
2.4	Interacción de la oferta - demanda	20
III.	Situación sin el proyecto	22
3.1	Optimizaciones.....	22
3.2	Ánalisis de la oferta	23
3.3	Ánalisis de la demanda.....	23
3.4	Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda	25
3.5	Alternativas de solución.....	27
IV.	Situación con el proyecto	35
4.1	Descripción del proyecto.....	35
4.2	Alineación estratégica.....	39
4.3	Ubicación del proyecto.....	42
4.4	Calendario de actividades.....	44
4.6	Fuente de financiamiento.....	44
4.7	Capacidad instalada	45
4.8	Metas anuales y totales de producción.....	47
4.9	Vida útil.....	48



Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

4.10	Descripción de los aspectos más relevantes	48
4.11	Análisis de la oferta	50
4.12	Análisis de la demanda.....	51
4.13	Interacción Oferta – Demanda	52
V.	Evaluación del proyecto.....	54
5.1	Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto	54
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto	56
5.3	Cálculo de indicadores de rentabilidad	58
5.4	Análisis de sensibilidad.....	60
5.5	Análisis de riesgo	61
VI.	Conclusiones y recomendaciones	63
VII.	Anexos.....	64
VIII.	Bibliografía	65



Índice Tablas

Tabla 1.1 Presupuesto original para la realización del proyecto (pesos de 2021)	8
Tabla 1.2 Descripción de las principales características del proyecto.....	9
Tabla 1.3 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2021)	10
Tabla 1.4 Indicadores de rentabilidad para el proyecto (pesos de 2021)	11
Tabla 1.4 Presupuesto original para la realización del proyecto (pesos de 2021).....	14
Tabla 2. 1 Presupuesto original para la realización del proyecto (pesos de 2021)	14
Tabla 2.2 Datos de la oferta en situación actual	18
Tabla 2.3 Velocidad de operación por tipo de movimiento (km/hr).....	18
Tabla 2.4 Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en la zona de análisis.....	19
Tabla 2.5 Composición vehicular por movimiento	19
Tabla 2.6 Tasa de crecimiento anual de vehículos.....	20
Tabla 2.7 Costo Operación Vehicular (\$/km) (Pesos 2021).....	21
Tabla 2.8 Velocidades y tiempo en situación actual vehículos tipo A.....	21
Tabla 3. 1 Costo estimado de las optimizaciones (pesos de 2021).....	22
Tabla 3.2 Datos de la oferta en situación sin proyecto.....	23
Tabla 3.3 Composición vehicular por movimiento en la situación sin proyecto.....	23
Tabla 3.4 Proyección del TDPA en Av. Antiguo Camino a San Ignacio.....	24
Tabla 3.5 Proyección del TDPA por cada movimiento en sin congestión sin proyecto	24
Tabla 3.6 Velocidad de operación por tipo de movimiento.....	25
Tabla 3.7 Tiempos de operación por tipo de movimiento.....	26
Tabla 3.8 Costos generalizados de operación vehicular sin proyecto para el primer año de operación (pesos 2021)	26
Tabla 3.9 Proyección de los Costos de operación vehicular por tipo de vehículo (Pesos 2021).....	26
Tabla 3.10 Costo de inversión de la alternativa 1 (pesos de 2021)	28
Tabla 3.11 Costos de mantenimiento de la Alternativa 1 (Sin IVA Pesos 2021)	29
Tabla 3.12 Costo de inversión de la alternativa 2 (pesos de 2021)	30
Tabla 3.13 Costos de mantenimiento de la Alternativa 2 (Sin IVA Pesos 2021)	31
Tabla 3.14 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 1 (pesos de 2021)	33
Tabla 3.15 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 2 (pesos de 2021)	34
Tabla 4.1 Tipo de programas y proyectos de inversión	35
Tabla 4.2 Características de físicas con proyecto	37
Tabla 4.3 Descripción de los componentes del proyecto	37



Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Tabla 4. 4 Componentes actualizados del proyecto (pesos de 2021).....	38
Tabla 4.5 Ubicación geográfica del proyecto.....	43
Tabla 4. 6 Propuesta de calendario de ejecución del proyecto (pesos de 2021)	44
Tabla 4.7 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2021)	44
Tabla 4.8 Fuente de financiamiento del proyecto (pesos de 2021)	44
Tabla 4. 9 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto	45
Tabla 4.10 Metas esperadas.....	48
Tabla 4.11 Datos de la oferta en situación con proyecto.....	51
Tabla 4.12 Velocidad de operación por tipo de movimiento en situación con proyecto, consideradas al primer año de operación del proyecto	51
Tabla 4.13 Composición vehicular por movimiento con proyecto.....	51
Tabla 4.14 Proyección del TDPA o en situación con proyecto.....	52
Tabla 4.15 Comparación de costos de operación vehículos tipo A en la situación sin proyecto al primer año de operación del proyecto (pesos 2021)	53
Tabla 5.1 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2021).....	54
Tabla 5. 2 Costos de conservación y mantenimiento (Sin IVA pesos de 2021).....	55
Tabla 5. 3 Configuración del valor del tiempo (pesos de 2021)	57
Tabla 5. 4 Variables para el cálculo del Costo de Operación Vehicular (pesos de 2021)	58
Tabla 5.5 Indicadores de rentabilidad calculados para el presente proyecto (pesos 2021)	60
Tabla 5.6 Variación en la rentabilidad ante incrementos en la inversión inicial (pesos 2021).....	60
Tabla 5.7 Variación en la rentabilidad ante cambios en el flujo vehicular (pesos 2021)	61
Tabla 5.8 Puntos de inflexión en la rentabilidad del proyecto	61
Tabla 5.9 Análisis de riesgo	62



Índice Figuras

Figura 1 Foto antigua del puente sobre río San Pedro, en el Antiguo Camino a San Ignacio (Foto Archivo General del Municipio de Aguascalientes)	12
Figura 2 Ancho de calzada actual del puente sobre río San Pedro en la Av. Antiguo Camino a San Ignacio	13
Figura 3 Operación del primer cuerpo para el nuevo puente en el de Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el cruce con Río San Pedro y Av. Eugenio Garza Sada	15
Figura 4 Sección Sur del Puente construida concluida en el año 2020	15
Figura 5 Rehabilitación del Antiguo Puente	16
Figura 6 Restricción al tránsito sobre el puente del Río San Pedro, debido a lo estrecho de la calzada existente	16
Figura 7 Nuevos desarrollos en la zona Poniente que tienen como acceso el Antiguo Camino a San Ignacio	17
Figura 8. Comportamiento horario del flujo vehicular Av. Antiguo Camino a San Ignacio en el puente con el Río San Pedro	19
Figura 9. Armadura del Puente en el Río San Pedro y Av. Antiguo Camino a San Ignacio	28
Figura 10. Planta Geométrica del puente	28
Figura 11. Detalle de apoyos centrales Alternativa 2	31
Figura 12. Perfil de la Alternativa 2	32
Figura 13. Perspectiva del puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y Río San Pedro	36
Figura 14 Detalle de armadura de acero Puente Av. Antiguo Camino a San Ignacio	36
Figura 15 Calzada Sur construida del Puentes San Ignacio	37
Figura 16 Escala de valores del IRI y las Características de los pavimentos	38
Figura 17. Ubicación regional	42
Figura 18. Ubicación del municipio	43
Figura 19. Localización del proyecto	43



I. Resumen ejecutivo

1.1 Objetivo del programa

El proyecto de Construcción del Puente en la Av. Antiguo Camino a San Ignacio y Rio San Pedro tiene por objetivo mejorar las condiciones de movilidad y conectividad, lo que se reflejará en incrementos en la velocidad, seguridad y condiciones de operación a los usuarios de la Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el cruce con el Río San Pedro para conectar con la Av. Eugenio Garza Sada, así como dar mayor capacidad a la intersección mediante la construcción de un nuevo puente, para disminuir demoras y costos de operación al tránsito que converge en dicho punto.

Con la construcción de este proyecto se atiende lo establecido en:

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

IV. Ejes generales

IV.3 Desarrollo económico

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Plan Estatal de Desarrollo 2016 - 2022

Eje 5 Aguascalientes Responsable, sustentable y limpio

Planear con visión para mejorar el equipamiento social y construir la infraestructura necesaria que incremente la eficiencia en la movilidad y mejore el hábitat integral en la entidad en beneficio de todos quienes habitamos el Estado.

1.2 Problemática identificada

La problemática que se presenta actualmente, es el conflicto vehicular generado en la Av. Antiguo Camino a San Ignacio en el cruce del Río San Pedro, donde se cuenta con un puente cuya construcción data de 1759 el cual consiste en un única calzada de 4.0 m de ancho y que hasta la fecha sigue operando aun cuando el flujo vehicular se ha incrementado.



Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Dado que solo cuenta con una calzada de 4 m, se implementó la operación por semáforos a fin de facilitar los movimientos en ambos sentidos, sin embargo el incremento en el volumen vehicular que atiende, hace problemática su operación, provocando demoras que se reflejan en la formación de filas teniendo que esperar en ocasiones hasta tres ciclos del semáforo para poder cruzar dicho punto, lo que conlleva a la reducción de la velocidad de viaje.

Es importante mencionar que la Av. Antiguo Camino a San Ignacio es una vialidad que conecta una zona de reciente crecimiento ubicada al poniente de la ciudad, lo cual la convierte en la principal vía de circulación para las personas que se tienen que desplazar a los centros de estudio, trabajo o comercio.

Ante esta condición en el año 2020 concluyó la construcción de un primer cuerpo para un nuevo puente, que permitiría agilizar el tránsito en la zona y mejorar las condiciones de movilidad, respetando en todo momento la estructura original del puente existente.

El presupuesto original considerado para la realización de la obra consideraba únicamente 130 millones de pesos, iniciándose los trabajos en el año 2019.

Tabla 1.1 Presupuesto original para la realización del proyecto (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Total sin IVA	Total con IVA
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	2,093,819.26	2,428,830.34
Terracerías en accesos a puente y vialidad	5,698,111.02	6,609,808.78
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	8,139,623.10	9,441,962.80
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	3,483,071.28	4,040,362.68
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	13,870,186.58	16,089,416.43
Superestructura, trábes de acero, losas y diafragmas	48,325,679.06	56,057,787.71
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	23,337,672.00	27,071,699.52
Señalamiento	961,424.00	1,115,251.84
Alumbrado publico	5,803,599.10	6,732,174.96
Señalamiento de protección de obra	355,780.12	412,704.94
Total	112,068,965.52	130,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

La construcción del primero cuerpo permitió agilizar el tránsito sobre el cruce del río San Pedro y se protegió la estructura del puente original, sin embargo, al no haberse concluido la totalidad del proyecto, no se han alcanzado los



Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

beneficios previstos sobre la Av. Antiguo Camino a San Ignacio, pues aún hay secciones donde se presenten solo dos carriles, lo que genera un cuello de botella.

Conforme avanzó la construcción se identificaron algunos componentes y afectaciones que no estaban considerados en el proyecto original, lo cual motivó que se incrementara el costo estimado del proyecto a 146.9 millones de pesos.

Ante este incremento se consideró conveniente actualizar la totalidad de los estudios de preinversión considerando las nuevas condiciones prevalecientes en el proyecto.

1.3 Descripción del proyecto

Prolongación de Av. Antiguo Camino a San Ignacio, hasta conectarse con la Av. Garza Sada, vialidad de 2 calzadas de circulación de 10.50 mts de sección para 3 carriles de circulación cada una, incluyendo la construcción del puente de 4 claros de 22.50 mts. sobre el Río San Pedro, a base de estructura de acero apoyadas en un cabezal de concreto armado que a su vez se apoya en pilotes de concreto armado colados en el lugar, la superestructura de acero es a base de perfiles que forman un arco dando la apariencia de los primeros puentes de acero del siglo pasado. Los trabajos comprenden terracerías, guarniciones, estructura de puente, banquetas, señalamiento y alumbrado. El pavimento es de concreto hidráulico, con estampado en la zona del puente.

Considerando que el antiguo puente de San Ignacio, está catalogado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, se contempla la construcción de dos estructuras independientes que alojen los carriles de circulación, así como la adecuación de las rampas de acceso a cada una de las calzadas.

Tabla 1.2 Descripción de las principales características del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud de la calzada norte (m)	260
Longitud de la calzada sur (m)	320
Número de carriles por calzada	3
Ancho de carriles por calzada (m)	3.5
Ancho total de calzada	10.5
Ancho de claros	22.50
Altura del galibio respecto al lecho del río (m)	7.85
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Velocidad de proyecto (km/hr)*	60
Luminarias LED	112



Estado físico Índice de Rugosidad (IRI m/km)	Bueno 3
---	------------

1.4 Horizonte de evaluación

El horizonte de evaluación del proyecto es de 31 años, en tanto que la vida operativa del proyecto es por un periodo de 29 años, debido a que se ha planteado la construcción en 2 periodos.

1.5 Descripción de los principales costos del proyecto

Tabla 1.3 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Total sin IVA	Total con IVA
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	2,136,428.89	2,478,257.51
Terracerías en accesos a puente y vialidad	5,628,763.52	6,529,365.68
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	8,375,261.82	9,715,303.71
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	3,497,951.28	4,057,623.48
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	13,704,695.38	15,897,446.64
Superestructura, tráves de acero, losas y diafragmas	51,318,627.62	59,529,608.04
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	23,945,220.63	27,776,455.93
Señalamiento	1,148,902.28	1,332,726.64
Alumbrado público	5,981,792.30	6,938,879.07
Señalamiento ciclopista	1,568,034.46	1,818,919.97
Señalamiento de protección de obra	711,563.20	825,413.31
Total de Inversión	118,017,241.38	136,900,000.00
Afectaciones a predios	10,000,000.00	10,000,000.00
Gran Total	128,017,241.38	146,900,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

1.6 Descripción de los principales beneficios del proyecto

Con la construcción de este paso a desnivel se mejorarán las condiciones de circulación del tránsito local así como de la zona. Con esta solución se obtienen una serie de ventajas para los usuarios, las cuales consisten en:

- Mejora la movilidad y conectividad
- Aumentar las velocidades de operación
- Reducir los tiempos de recorrido
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos



- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios
- Mejorar los niveles de servicio

1.7 Riesgos asociados al proyecto

El principal riesgo que presenta este proyecto es el de la disponibilidad de la totalidad de los recursos para la conclusión de la obra en el tiempo y forma previsto.

Otros riesgos asociados al proyecto son los siguientes:

- La demanda social de obras adicionales al momento de la construcción
- Retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución

1.8 Indicadores de rentabilidad

Tabla 1.4 Indicadores de rentabilidad para el proyecto (pesos de 2021)

Indicador	Monto
Inversión social en infraestructura	118,017,241.38
Afectaciones a predios	10,000,000.00
Inversión social total	128,017,241.38
Inversión privada con IVA	146,900,000.00
Valor Actual Neto (VAN)	91,753,464
Tasa Interna de Retorno (TIR)	18.42%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	15.51%

Fuente: Elaboración propia

1.9 Conclusiones

Con la construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el Río San Pedro para conectar con Av. Eugenio Garza Sada, se contribuye a mejorar las condiciones viales en las Avenidas implicadas, así como en sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico, y además:

- Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.
- Se incrementará notablemente la seguridad de los usuarios.

Este proyecto cumple su propósito de mejorar el nivel de servicio de esa vialidad lo que permitirá un desplazamiento con mayores velocidades, contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular y tiempos de recorrido, lo que se traduce en una mayor competitividad del transporte carretero de la región.



II. Situación Actual del proyecto

2.1 Diagnóstico de la situación actual

La Ciudad de Aguascalientes cuenta con una red vial importante, con carreteras que son vías de comunicación nacional y estatal, asimismo, cuenta con tres anillos periféricos, el primero de estos alguna vez fuera el periférico de la ciudad, "Avenida Convención de 1914" ahora es una avenida relativamente céntrica.

El segundo anillo llamado en honor de la ciudad "Avenida Aguascalientes", hizo las veces de periférico también y el crecimiento de la ciudad hizo que quedara en medio de muchas colonias y fraccionamientos. Recientemente se concluyó la construcción del paso a desnivel entre Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, lo cual ha venido a agilizar el tránsito en esa zona de la ciudad.

Sobre la Av. Antiguo Camino a San Ignacio en el cruce con el Río San Pedro y conectando con la Av. Eugenio Garza Sada, se ubica un puente construido en 1759, el cual contó con una sola calzada de 5 m de ancho, lo que permitía la circulación únicamente en un solo sentido a la vez, esta condición generaba demoras e incremento en los tiempos para cruzar ese punto, así como mayores costos de operación vehicular.

Esta estructura se encuentra catalogada por el Instituto de Antropología e Historia, como patrimonio histórico, por lo que no es posible realizar adecuaciones que permitan el mejoramiento del tránsito vehicular que se presenta en esa zona.

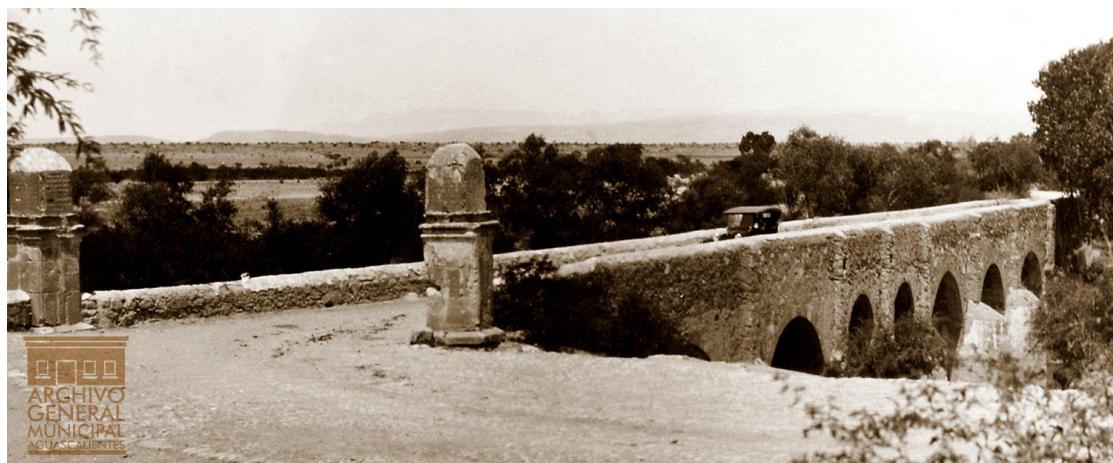


Figura 1 Foto antigua del puente sobre río San Pedro, en el Antiguo Camino a San Ignacio (Foto Archivo General del Municipio de Aguascalientes)



Figura 2 Ancho de calzada actual del puente sobre río San Pedro en la Av. Antiguo Camino a San Ignacio

Ante esta condición en el año 2020 concluyó la construcción de un primer cuerpo para un nuevo puente, que permitiría agilizar el tránsito en la zona y mejorar las condiciones de movilidad, respetando en todo momento la estructura original del puente existente.

Como parte de los estudios de preinversión requeridos para la autorización del este proyecto, se realizó un primer proyecto, presupuesto y análisis costo beneficio.

El presupuesto original considerado para la realización de la obra consideraba únicamente 130 millones de pesos, iniciándose los trabajos en el año 2019.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Tabla 2.1 Presupuesto original para la realización del proyecto (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Total sin IVA	Total con IVA
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	2,093,819.26	2,428,830.34
Terracerías en accesos a puente y vialidad	5,698,111.02	6,609,808.78
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	8,139,623.10	9,441,962.80
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	3,483,071.28	4,040,362.68
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	13,870,186.58	16,089,416.43
Superestructura, tráves de acero, losas y diafragmas	48,325,679.06	56,057,787.71
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	23,337,672.00	27,071,699.52
Señalamiento	961,424.00	1,115,251.84
Alumbrado público	5,803,599.10	6,732,174.96
Señalamiento de protección de obra	355,780.12	412,704.94
Total	112,068,965.52	130,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

La construcción del primer cuerpo permitió agilizar el tránsito sobre el cruce del río San Pedro y se protegió la estructura del puente original, sin embargo al no haberse concluido la totalidad del proyecto, no se han alcanzado los beneficios previstos sobre la Av. Antiguo Camino a San Ignacio, pues aun hay secciones donde se presenten solo dos carriles, lo que genera un cuello de botella.

Conforme avanzó la construcción se identificaron algunos componentes y afectaciones que no estaban considerados en el proyecto original, lo cual motivó que se incrementara el costo estimado del proyecto a 146.9 millones de pesos.

Ante este incremento se consideró conveniente actualizar la totalidad de los estudios de preinversión considerando las nuevas condiciones prevalecientes en el proyecto.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes



Figura 3 Operación del primer cuerpo para el nuevo puente en el de Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el cruce con Río San Pedro y Av. Eugenio Garza Sada



Figura 4 Sección Sur del Puente construida concluida en el año 2020

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes



Figura 5 Rehabilitación del Antiguo Puente



Figura 6 Restricción al tránsito sobre el puente del Río San Pedro, debido a lo estrecho de la calzada existente

El Antiguo Camino a San Ignacio, se ha convertido en una de las principales vialidades de acceso a los nuevos fraccionamientos que se están desarrollando en la zona poniente de la ciudad.

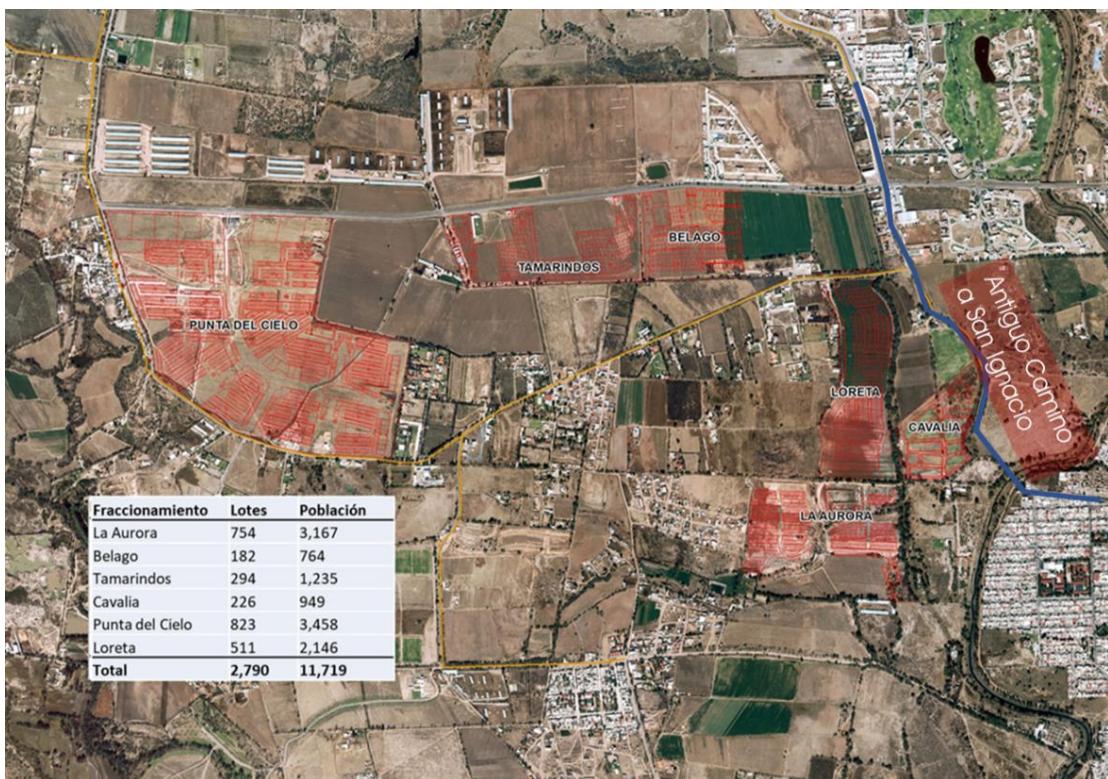


Figura 7 Nuevos desarrollos en la zona Poniente que tienen como acceso el Antiguo Camino a San Ignacio

2.2 Análisis de la oferta existente

La Av. Antiguo Camino a San Ignacio en el puente que cruza el Río San Pedro y conecta con la Av. Eugenio Garza Sada requiere ser operado con semáforos. La totalidad del crucero se encuentra pavimentado mediante empedrado.

Tal como se ha mencionado con anterioridad, éste crucero es a nivel y ya cuenta con adecuaciones geométricas a fin de facilitar los movimientos direccionales. Asimismo, la intersección está controlada por semáforos que se encuentran operando mediante un esquema de sincronización que comprende toda la avenida.

Tabla 2.2 Datos de la oferta en situación actual

Movimiento	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
Puente Av. Antiguo Camino a San Ignacio	1	5.0	5.0	7
Fuente SOP				

Para determinar la velocidad de operación actual se realizó un estudio mediante el método del vehículo flotante, con seis (6) recorridos en los que se realizaron cada uno de los movimientos direccionales. Tres de los recorridos en periodos de alta demanda (con congestión) y los tres restantes en condiciones de baja demanda (sin congestión), las distancias de recorrido se midieron mediante odómetro de alta precisión y se determinaron los tiempos de recorrido para cada uno de movimientos direccionales que se realizan en el crucero.

Es importante señalar que, aunque lo que se miden son tiempos de recorrido, la variable analizada es en realidad la velocidad media de recorrido.

A fin de facilitar la evaluación económica del proyecto, se han determinado las velocidades por movimiento relevante, por lo que para contar con la información adecuada para realizarlo se procedió a agrupar las velocidades en dicho criterio, obteniendo los promedios correspondientes.

Tabla 2.3 Velocidad de operación por tipo de movimiento (km/hr)

Número	Movimiento	Velocidad Promedio	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Antiguo Camino a San Ignacio	39	47

Fuente Elaboración propia

2.3 Análisis de la demanda actual

Para determinar el volumen y características del tránsito sobre el puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el Río San Pedro para conectar con Av. Eugenio Garza Sada, se llevaron a cabo aforos vehiculares, De igual manera se analizaron los movimientos direccionales en el crucero, considerando los aforos vehiculares en intervalos de 15 minutos, por espacio de seis (6) horas.

La determinación de los aforos vehiculares se realizó mediante conteo directo la semana del 22 al 28 de enero del presente año.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Tabla 2.4 Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en la zona de análisis

Número	Movimiento	TDPA	Clasificación (%)		
			A	B	C
1	Av. Antiguo Camino a San Ignacio	14,275	94.5	4.5	1.0

Fuente Elaboración propia

Tomando en cuenta que se trata de un crucero de características urbanas, se puede decir que las condiciones de la operación varían considerablemente a lo largo del día, dado que la demanda se concentra en intervalos pico y en las horas valle se tiene una operación más fluida. Por lo anterior, a fin de tener un mejor análisis se dividió la demanda en dos períodos: “con congestión” y “sin congestión”.

Tabla 2.5 Composición vehicular por movimiento

Número	Movimiento	TDPA	Clasificación (%)		
			Con Congestión	Sin Congestión	A
1	Av. Antiguo Camino a San Ignacio	10,854	3,421	94.5	4.5

Fuente Elaboración propia

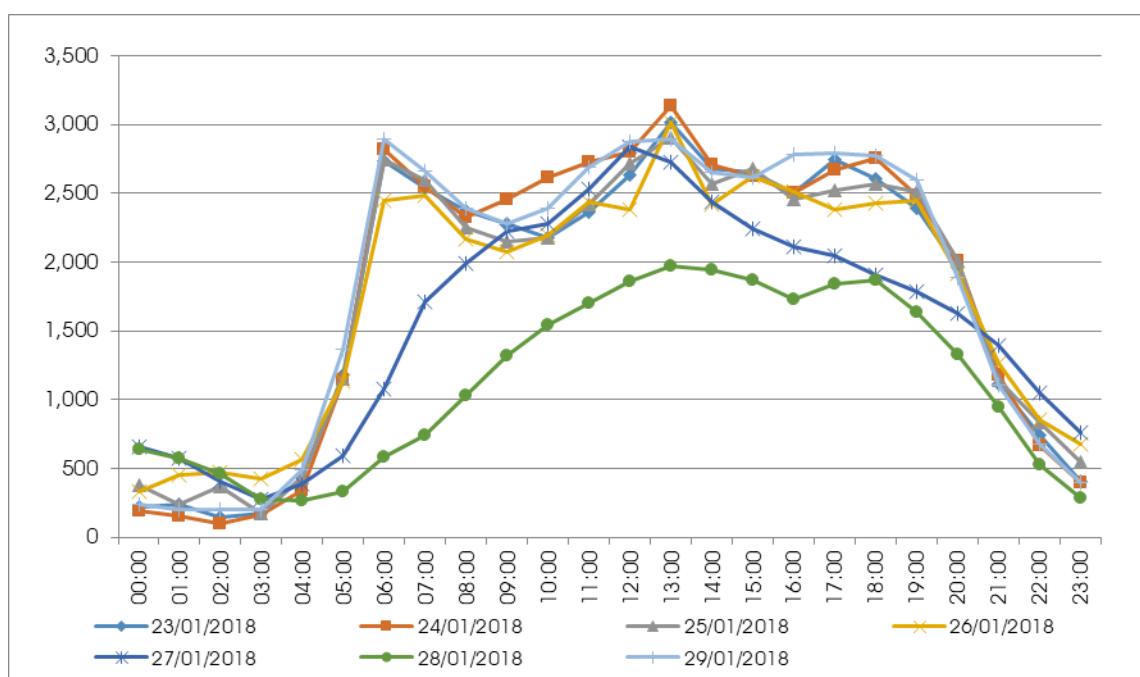


Figura 8. Comportamiento horario del flujo vehicular Av. Antiguo Camino a San Ignacio en el puente con el Río San Pedro

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Para conocer la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA), se analizó el reporte de Vehículos de motor registrados en circulación emitido por el INEGI para el estado de Aguascalientes, considerando del año 2007 al 2016, que es el último año reportado. Se tomó la información proporcionada por el INEGI, toda vez que esta información es generada por Gobierno del Estado quien lleva el registro vehicular y quien lo reporta al INEGI. Por otra parte en la ciudad de Aguascalientes circula del orden del 80 % de la totalidad de los vehículos en el Estado, pues es donde se concentra cerca del 80 % de la población total.

Aunado a lo anterior, la Av. Aguascalientes, a donde conecta la Av Antiguo Camino a San Ignacio, es uno de los tres anillos periféricos con los que cuenta la ciudad y una de las vialidades con mayor aforo vehicular, por lo que los incrementos en el parque vehicular se ven reflejados de manera directa en esta vialidad.

Se consideró de mayor relevancia este supuesto, toda vez que los puntos de verificación con los que cuenta la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, quienes si presentan datos históricos no se encuentran cerca de este punto y su información pudiera ser menos relevante.

Tabla 2. 6 Tasa de crecimiento anual de vehículos

Año	Nacional	Aguascalientes
2007	7.4 %	8.2 %
2008	9.5 %	5.8 %
2009	5.5 %	3.7 %
2010	2.4 %	4.6 %
2011	5.2 %	3.1 %
2012	4.8 %	2.2 %
2013	5.4 %	3.7 %
2014	3.5 %	3.7 %
2015	5.8 %	5.7 %
2016	6.7 %	5.3 %

Fuente INEGI Vehículos de motor registrados en circulación

Los datos históricos registrados para los años 2007 al 2016, dan como resultado una tasa del 4.6 % anual para el estado de Aguascalientes, mientras que a nivel nacional la tasa promedio fue del 5.6 %; sin embargo, para realizar un análisis conservador se decidió adoptar la tasa de 3.5 % anual como TCMA del proyecto.

2.4 Interacción de la oferta - demanda

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Las condiciones actuales que se presentan en el puente de sobre el río San Pedro, de la Av. Antiguo Camino a San Ignacio, para conectar con la Av. Eugenio Garza Sada, generan costos de operación vehicular.

Tabla 2.7 Costo Operación Vehicular (\$/km) (Pesos 2021)

Movimiento	Costo Operación Vehicular		
	Con congestión	Sin Congestión	
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	A	B	C
	6.03	22.74	26.30
	5.36	20.21	23.37

Fuente Elaboración propia

Tabla 2.8 Velocidades y tiempo en situación actual vehículos tipo A

Movimiento	Velocidad (km/hr)		Tiempo (hr)	
	Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	39	47	0.0254	0.0214

Fuente Elaboración propia

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Capacidad Vial, Av. Antiguo Camino a San Ignacio en su puente para cruzar con el Río San Pedro, se presentan un nivel que opera en prácticamente un nivel D, provocando que los usuarios experimentan demoras superiores a los 120 segundos por vehículo.

III. Situación sin el proyecto

3.1 Optimizaciones

Las medidas de optimización son medidas de bajo costo o administrativas que buscan mejorar las condiciones de la situación actual de tal manera que no se atribuyan beneficios que pudieran obtenerse a menor costo.

En caso de que el proyecto no se realice, se harían trabajos de mejora al señalamiento horizontal y vertical del tramo, con el fin de dar mayor seguridad a los usuarios. Además, a efecto de mejorar el estado superficial del tramo se aplicarían una serie de trabajos al pavimento, iniciando con un bacheo superficial con concreto asfáltico en subtramos aislados, y en casos donde se presenta mayores deformaciones se tendrán que reponer las losas de concreto.

Por último, se realizará el pintado del alineamiento horizontal y la complementación del señalamiento vertical para agilizar el tránsito vehicular en la zona.

Tabla 3.1 Costo estimado de las optimizaciones (pesos de 2021)

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Pintado de raya en rampas de acceso al puente	m	1525	12.56	19,154.00
Vialetas e indicadores de alineamiento	pza.	1000	185.46	185,460.00
Señalamiento vertical	pza.	12	2458.38	29,500.56
Bacheo	m ²	325	235.65	76,586.25
Rehabilitación parcial de empedrado	m ²	435	545	237,075.00
			Subtotal	547,775.81
			IVA	87,644.13
			Total	635,419.94

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a precios índice

Por el tipo de trabajos planteados, se deberán realizar las labores de mantenimiento a la superficie de rodamiento al menos cada 3 años, para que se mantengan los beneficios alcanzados por las medidas de optimización.

Al continuar el crecimiento normal del tránsito aumentará el número de usuarios en el tramo y con el mejoramiento del señalamiento se logrará evitar

accidentes; sin embargo, se continuarán generando demoras en los principales cruces, reduciendo el nivel del servicio.

Por lo tanto, con estas acciones no se elevarán de manera significativa las velocidades de operación, debido a que continuará existiendo un proceso acelerado de saturación del tramo, además que el tránsito que circule por él seguirá teniendo conflictos por problemas de congestión.

Por la importancia de estas vialidades para la conectividad de las personas, las condiciones de continuidad, comodidad y seguridad a los usuarios de este crucero, no se consideran óptimas con la situación actual optimizada.

3.2 Análisis de la oferta

Las características geométricas, dadas las optimizaciones planteadas, no se modifican; sin embargo, se mejorarán las condiciones del tránsito al contar con una mejor superficie de rodamiento, agilizando el tránsito en la zona.

Tabla 3.2 Datos de la oferta en situación sin proyecto

Movimiento	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
Puente Av. Antiguo Camino a San Ignacio	1	5.0	5.0	7

Fuente Elaboración propia

3.3 Análisis de la demanda

Dado que los trabajos de optimización presentan un efecto marginal en las condiciones de operación del tramo, además de tratarse de vialidades existentes, la demanda permanece prácticamente constante. En ese sentido, se considera la misma que fue detallada en capítulos anteriores.

Tabla 3.3 Composición vehicular por movimiento en la situación sin proyecto

Número	Movimiento	TDPA	Clasificación (%)		
			A	B	C
1	Av. Antiguo Camino a San Ignacio	14,275	94.5	4.5	1.0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, en la Av. Antiguo Camino a San Ignacio se presentan niveles de servicio D, y durante las horas pico, se presenta mayor congestión. Lo anterior conlleva a que los usuarios tengan una operación con demora mayores al circular por esa vialidad.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

De acuerdo al TDPA determinado, se procedió a hacer la proyección del flujo vehicular a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la tasa de crecimiento del 3.5 %.

Tabla 3.4 Proyección del TDPA en Av. Antiguo Camino a San Ignacio

Año	Av. Antiguo Camino a San Ignacio
2019	14,275
2020	14,703
2021	15,144
2022	15,599
2023	16,067
2024	16,549
2025	17,045
2026	17,556
2027	18,083
2028	18,626
2029	19,184
2030	19,760
2031	20,353
2032	20,963
2033	21,592
2034	22,240
2035	22,907
2036	23,594
2037	24,302
2038	25,031
2039	25,782
2040	26,556
2041	27,352
2042	28,173
2043	29,018
2044	29,889
2045	30,785
2046	31,709
2047	32,660
2048	33,640
2049	34,649

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5 Proyección del TDPA por cada movimiento en sin congestión sin proyecto

Año	Total	Con Congestión			Sin Congestión		
		A	B	C	A	B	C
2019	14,275	10,259	488	106	3,234	154	34
2020	14,703	10,567	503	110	3,331	159	35
2021	15,144	10,884	518	113	3,430	163	36

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Año	Total	Con Congestión			Sin Congestión		
		A	B	C	A	B	C
2022	15,599	11,211	534	116	3,533	168	37
2023	16,067	11,547	550	120	3,639	173	38
2024	16,549	11,893	566	123	3,749	178	39
2025	17,045	12,250	583	127	3,861	184	40
2026	17,556	12,618	601	131	3,977	189	41
2027	18,083	12,996	619	135	4,096	195	42
2028	18,626	13,386	637	139	4,219	201	44
2029	19,184	13,788	656	143	4,346	207	45
2030	19,760	14,201	676	147	4,476	213	46
2031	20,353	14,627	696	152	4,610	219	48
2032	20,963	15,066	717	156	4,749	226	49
2033	21,592	15,518	739	161	4,891	233	51
2034	22,240	15,984	761	166	5,038	240	52
2035	22,907	16,463	784	171	5,189	247	54
2036	23,594	16,957	807	176	5,345	254	55
2037	24,302	17,466	832	181	5,505	262	57
2038	25,031	17,990	856	187	5,670	270	59
2039	25,782	18,529	882	192	5,840	278	61
2040	26,556	19,085	909	198	6,015	286	62
2041	27,352	19,658	936	204	6,196	295	64
2042	28,173	20,247	964	210	6,382	304	66
2043	29,018	20,855	993	216	6,573	313	68
2044	29,889	21,480	1,023	223	6,770	322	70
2045	30,785	22,125	1,053	229	6,973	332	72
2046	31,709	22,789	1,085	236	7,183	342	74
2047	32,660	23,472	1,117	243	7,398	352	77
2048	33,640	24,176	1,151	251	7,620	363	79
2049	34,649	24,902	1,186	258	7,849	374	81

Fuente: Elaboración propia

3.4 Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda

De acuerdo con la TCMA seleccionada (3.5 %), misma que se detalla en el diagnóstico de la situación actual, se calculó el tránsito futuro para el horizonte de evaluación y se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda, para conocer la problemática que se presentaría en caso de no hacer el proyecto.

Se considera que con las mejoras de las condiciones de crucero, no se logrará un incremento significativo en las velocidades de tránsito.

Tabla 3. 6 Velocidad de operación por tipo de movimiento

Movimiento	Velocidad Promedio	
	Con Congestión	Sin Congestión

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Av. Antiguo Camino a San Ignacio	39	47
----------------------------------	----	----

Fuente Elaboración propia

Tabla 3. 7 Tiempos de operación por tipo de movimiento

Movimiento	Velocidad (km/hr)		Tiempo (hr)	
	Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	39	47	0.0254	0.0214

Fuente Elaboración propia

Tabla 3.8 Costos generalizados de operación vehicular sin proyecto para el primer año de operación (pesos 2021)

Movimiento	Costo Operación Vehicular					
	Con congestión			Sin Congestión		
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	A	B	C	A	B	C
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	6.90	19.33	33.09	6.19	17.64	29.68

Fuente Elaboración propia

De acuerdo a las proyecciones del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), los niveles de servicio que se presentarían en condiciones similares a lo que se presenta en la situación actual.

Tabla 3.9 Proyección de los Costos de operación vehicular por tipo de vehículo (Pesos 2021)

Año	TDPA	Con Congestión			Sin Congestión		
		A	B	C	A	B	C
2019	14,275	6.90	19.33	33.09	6.19	17.64	29.68
2020	14,703	6.91	19.33	33.09	6.19	17.65	29.68
2021	15,144	6.16	17.25	29.50	6.20	17.66	29.68
2022	15,599	6.16	17.25	29.50	6.20	17.67	29.68
2023	16,067	6.17	17.26	29.51	6.20	17.67	29.68
2024	16,549	6.17	17.27	29.51	6.21	17.68	29.69
2025	17,045	6.17	17.28	29.52	6.21	17.70	29.69
2026	17,556	6.18	17.30	29.53	6.21	17.71	29.70
2027	18,083	6.18	17.31	29.54	6.22	17.73	29.71
2028	18,626	6.19	17.33	29.56	6.23	17.75	29.73
2029	19,184	6.20	17.36	29.58	6.23	17.77	29.75
2030	19,760	6.21	17.38	29.60	6.24	17.80	29.78
2031	20,353	6.22	17.42	29.63	6.26	17.83	29.81
2032	20,963	6.24	17.46	29.67	6.27	17.88	29.85
2033	21,592	6.25	17.51	29.72	6.29	17.93	29.89
2034	22,240	6.28	17.57	29.77	6.31	17.99	29.95

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Año	TDPA	Con Congestión			Sin Congestión		
		A	B	C	A	B	C
2035	22,907	6.30	17.64	29.84	6.34	18.07	30.01
2036	23,594	6.33	17.73	29.92	6.37	18.16	30.09
2037	24,302	6.37	17.84	30.01	6.41	18.27	30.19
2038	25,031	6.42	17.97	30.12	6.46	18.40	30.30
2039	25,782	6.47	18.13	30.25	6.51	18.56	30.43
2040	26,556	6.54	18.32	30.41	6.58	18.75	30.58
2041	27,352	6.62	18.54	30.59	6.66	18.98	30.77
2042	28,173	6.71	18.80	30.80	6.75	19.25	30.98
2043	29,018	6.83	19.11	31.06	6.87	19.57	31.24
2044	29,889	6.96	19.48	31.35	7.00	19.95	31.54
2045	30,785	7.11	19.92	31.70	7.16	20.39	31.89
2046	31,709	7.30	20.43	32.11	7.34	20.92	32.30
2047	32,660	7.51	21.03	32.59	7.56	21.53	32.78
2048	33,640	7.76	21.74	33.16	7.81	22.25	33.35
2049	34,649	8.06	22.56	33.82	8.10	23.10	34.02

Fuente Elaboración propia

3.5 Alternativas de solución

Con la finalidad de identificar la mejor propuesta para mejorar las condiciones de tránsito en este punto de la ciudad, se analizaron las condiciones técnicas, operativas y económicas de dos alternativas.

Alternativa 1 Puente de Armadura de Acero

El puente contará con 2 calzadas de circulación de 10.50 mts de sección para 3 carriles de circulación cada una, incluyendo la construcción del puente de 4 claros de 22.50 m. sobre el Río San Pedro, a base de estructura de acero apoyadas en un cabezal de concreto armado que a su vez se apoya en pilotes de concreto armado colados en el lugar, la superestructura de acero es a base de perfiles que forman un arco dando la apariencia de los primeros puentes de acero del siglo pasado. Los trabajos comprenden terracerías, guarniciones, estructura de puente, banquetas, señalamiento y alumbrado. El pavimento es de concreto hidráulico, con estampado en la zona del puente.

Con la finalidad de preserva la estructura del puente antiguo, se dividirán en dos puentes independientes, las cuales se colocarán a los costados del puente existente, que quedará como peatonal.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes



Figura 9. Armadura del Puente en el Río San Pedro y Av. Antiguo Camino a San Ignacio

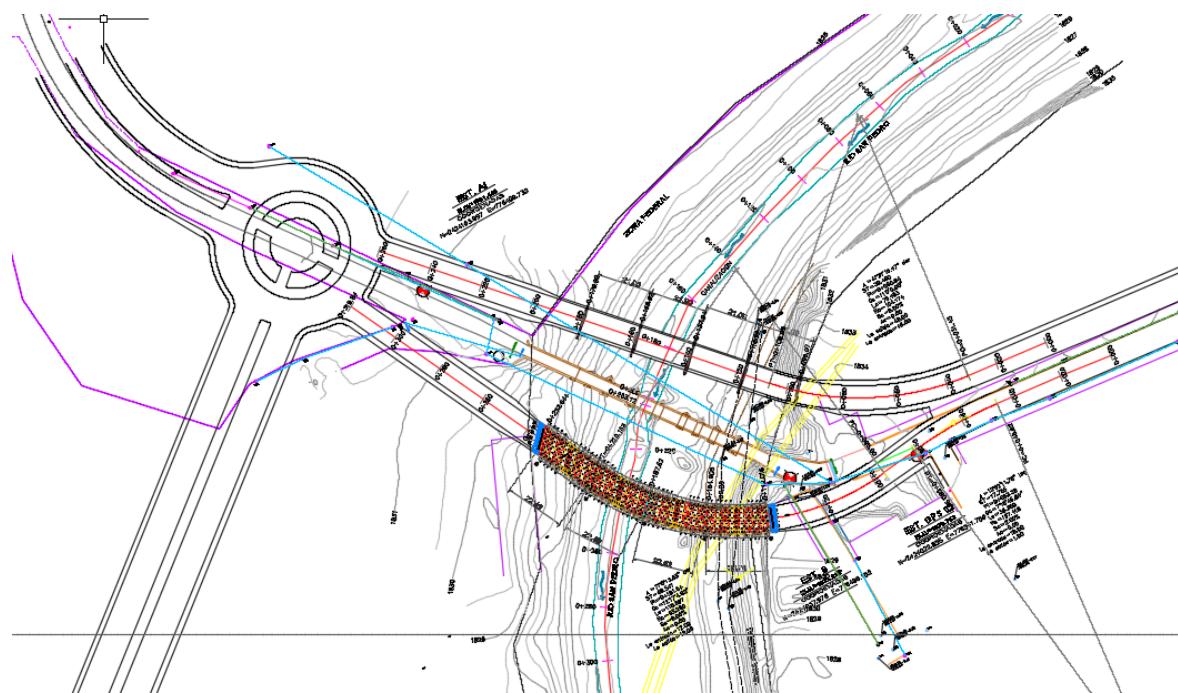


Figura 10. Planta Geométrica del puente

Tabla 3.10 Costo de inversión de la alternativa 1 (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Unidad	Cantidad	Total sin IVA	Total con IVA
-------------------------------------	--------	----------	---------------	---------------

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	Lote	1	2,136,428.89	2,478,257.51
Terracerías en accesos a puente y vialidad	Lote	1	5,628,763.52	6,529,365.68
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	Lote	1	8,375,261.82	9,715,303.71
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	Lote	1	3,497,951.28	4,057,623.48
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	Lote	1	13,704,695.38	15,897,446.64
Superestructura, tráves de acero, losas y diafragmas	Lote	1	51,318,627.62	59,529,608.04
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	Lote	1	23,945,220.63	27,776,455.93
Señalamiento	Lote	1	1,148,902.28	1,332,726.64
Alumbrado público	Lote	1	5,981,792.30	6,938,879.07
Señalamiento ciclopista			1,568,034.46	1,818,919.97
Señalamiento de protección de obra	Lote	1	711,563.20	825,413.31
Total de Inversión			118,017,241.38	136,900,000.00
Afectaciones a predios			10,000,000.00	10,000,000.00
Gran Total			128,017,241.38	146,900,000.00

Fuente: Elaboración propia a base de precios índice

Los costos de mantenimiento se consideran con una distancia de 1000 m toda vez que las maniobras de aceleración, desaceleración y preparación para el cruce de la vialidad, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto, se consideran desde 500 m antes del cruce y 500 m después del cruce.

Tabla 3.11 Costos de mantenimiento de la Alternativa 1 (Sin IVA Pesos 2021)

Actividad	Unidad	Cantidad	Monto	Periodicidad
Conservación normal	\$/km/carril	31,000	223,000	Anual
Riego de sello		150,000	1,080,000	
Sobrecarpeta	\$/km/carril	825,000	5,964,000	Año 5, 10, 20, 25
Reconstrucción	\$/km/carril	2,250,000	16,200,000	Año 15

Fuente. Elaboración Propia

Ventajas

- Se permite el flujo vehicular continuo de Av. Antiguo Camino a San Ignacio en hasta conectar con la Av. Eugenio Garza Sada.
- Arquitectónicamente es muy atractiva
- Es de menor costo de inversión con respecto a la alternativa 2

Desventajas

- Se requiere de construir pilotes de soporte sobre el cauce del río

- Para la preservación del puente, se requiere hacer dos estructuras independientes, así como la adecuación vial para su acceso

Alternativa 2 Puente tráves pre esforzadas

El proyecto contempla la construcción de un puente con dos calzadas superiores para albergar a 4 carriles, 2 por sentido, con una sección total de 17 m de ancho.

El puente tendrá una longitud total de 560 m con un claro de 234 m, entre la calle Mar Caspio y la Av. Canal Interceptor a base de tráves de concreto pre esforzado y el resto será utilizado por las rampas de ascenso – descenso, las cuales serán construidas a base de tierra armada.

Los apoyos entre claros consisten en un muro de concreto trapezoidal con un marco al centro con un pórtico y que estructuralmente está formado por dos columnas laterales inclinadas y dos columnas centrales verticales que le dan forma al pórtico, un cabezal superior sobre el que se encuentran los bancos de apoyo que reciben los neoprenos donde se sustentan las tráves y tres topes sísmicos intermedios. Una contratrabe inferior que está sustentada en una zapata corrida de 100 cm de peralte.

Tabla 3.12 Costo de inversión de la alternativa 2 (pesos de 2021)

Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo
Preliminares	m2	1	1,599,598.00	1,599,598.00
Construcción de soportes de forma trapezoidal con un arco al centro formando un portico de concreto hidráulico con estructura de acero de refuerzo	Lote	1	6,814,570.00	6,814,570.00
Construcción de estribos de tierra armada y muros estructurales de concreto hidráulico en módulos hexagonales	Lote	1	8,061,289.50	8,061,289.50
Superestructura a base de 32 tráves de concreto preesforzado de 0.70 m de altura, y losa planta sobre estructura concreto hidráulico de f'c 300 kg	Lote	1	98,927,490.00	98,927,490.00
Pavimento a base de concreto con módulo de ruptura mínimo de 45 reforzado con acero armado, autonivelante con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	Lote	1	9,681,245.00	9,681,245.00
Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras en el puente	Lote	1	144,362.40	144,362.40
Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	Lote	1	70,854.38	70,854.38
Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales consistente en estructuras para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	Lote	1	1,632,252.89	1,632,252.89
Construcción de parapeto metálico	Lote	1	2,850,890.00	2,850,890.00
Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	Lote	1	280,540.00	280,540.00
Suministro e instalación de alumbrado público en los accesos e interior del paso a desnivel incluye, postes,	Lote	1	1,310,456.25	1,310,456.25

Actualización del Análisis Costo Beneficio de Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo
bases y luminarias necesarios para su correcto funcionamiento				
			Subtotal	131,373,548.41
			IVA	21,019,767.75
			Total	152,393,316.16

Fuente: Proyecto Ejecutivo

Los costos de mantenimiento se consideran con una distancia de 1000 m toda vez que las maniobras de aceleración, desaceleración y preparación para el cruce de la vialidad, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto, se consideran desde 500 m antes del cruce y 500 m después del cruce.

Tabla 3.13 Costos de mantenimiento de la Alternativa 2 (Sin IVA Pesos 2021)

Actividad	Unidad	Cantidad	Monto	Periodicidad
Conservación normal	\$/km/carril	31,000	223,000	Anual
Riego de sello		150,000	1,080,000	
Sobrecarpeta	\$/km/carril	825,000	5,964,000	Año 5, 10, 20, 25
Reconstrucción	\$/km/carril	2,250,000	16,200,000	Año 15

Fuente. Elaboración Propia

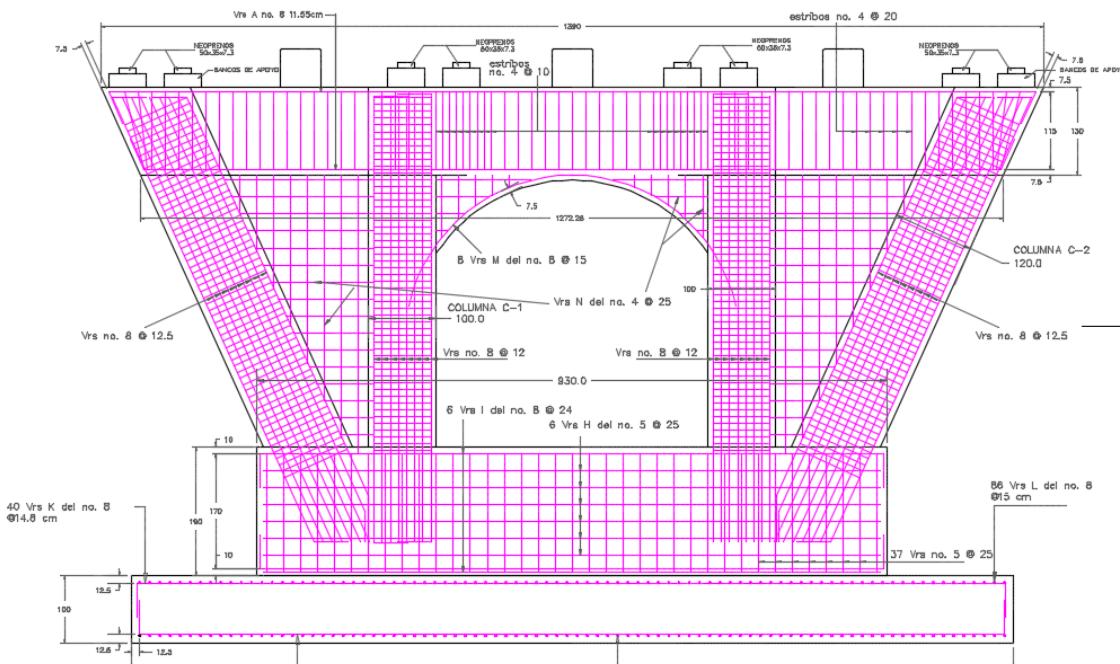


Figura 11. Detalle de apoyos centrales Alternativa 2

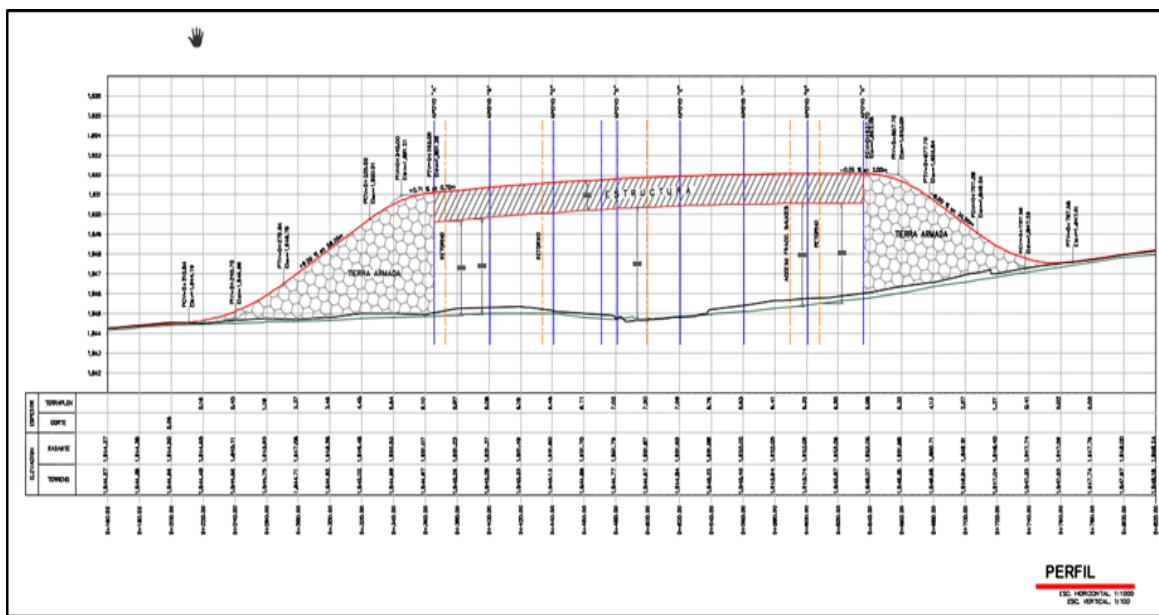


Figura 12. Perfil de la Alternativa 2

Ventajas

- En una sola estructura se albergaría la totalidad de los carriles
- Una solución real y de largo plazo
- Buen nivel de servicio a lo largo de su vida útil
- Velocidades mayores en el tramo

Desventajas

- Costos de inversión elevados pues al combinarse la topografía del terreno con las rampas de acceso al puente, se presenta pendientes más pronunciadas
- Pudiera presentarse inconformidad en los propietarios de los predios o comercios aledaños a la ubicación del puente

Para mantener la óptima operación de la infraestructura planteada en ambas alternativas se requiere de establecer un plan de mantenimiento, que se ha determinado de acuerdo a precios paramétricos establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y divide en mantenimiento periódico que se realiza quinquenalmente, conservación mayor a realizarse cada quince años, reparaciones específicas y reconstrucción.

Estas se han calculado sobre precios paramétricos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

A fin de llegar a esta conclusión de manera objetiva y cuantitativa para determinar cuál es la mejor opción, se consideró al Costo Anual Equivalente como indicador de referencia, toda vez que en su cálculo incluye los costos en los que se incurre tanto de inversión como de operación a lo largo de todo el horizonte de evaluación.

Tabla 3.14 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 1 (pesos de 2021)

Año	Inversión	Costos por molestias	Rutinario	Periódica	Reconstrucción	Costo total
0	128,017,241	-8,554,282	0	0	0	119,462,960
1			223,200	0	0	223,200
2			223,200	0	0	223,200
3			223,200	0	0	223,200
4			223,200	0	0	223,200
5			223,200	1,080,000	0	1,303,200
6			223,200	0	0	223,200
7			223,200	0	0	223,200
8			223,200	0	0	223,200
9			223,200	5,940,000	0	6,163,200
10			223,200	0	0	223,200
11			223,200	0	0	223,200
12			223,200	0	0	223,200
13			223,200	1,080,000	0	1,303,200
14			223,200	0	0	223,200
15			223,200	0	0	223,200
16			223,200	0	0	223,200
17			223,200	0	16,200,000	16,423,200
18			223,200	0	0	223,200
19			223,200	0	0	223,200
20			223,200	0	0	223,200
21			223,200	1,080,000	0	1,303,200
22			223,200	0	0	223,200
23			223,200	0	0	223,200
24			223,200	0	0	223,200
25			223,200	5,940,000	0	6,163,200
26			223,200	0	0	223,200
27			223,200	0	0	223,200
28			223,200	0	0	223,200
29			223,200	1,080,000	0	1,303,200
30			223,200	0	0	223,200
CAE				\$12,443,767.47		
CAN				129,036,964.73		

Fuente: Elaboración propia

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Tabla 3.15 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 2 (pesos de 2021)

Año	Inversión	Costos por molestias	Rutinario	Periódica	Reconstrucción	Costo total
0	131,373,548	2,388,970.12		0	0	133,762,519
1			223,200	0	0	223,200
2			223,200	0	0	223,200
3			223,200	0	0	223,200
4			223,200	0	0	223,200
5			223,200	1,080,000	0	1,303,200
6			223,200	0	0	223,200
7			223,200	0	0	223,200
8			223,200	0	0	223,200
9			223,200	5,940,000	0	6,163,200
10			223,200	0	0	223,200
11			223,200	0	0	223,200
12			223,200	0	0	223,200
13			223,200	1,080,000	0	1,303,200
14			223,200	0	0	223,200
15			223,200	0	0	223,200
16			223,200	0	0	223,200
17			223,200	0	16,200,000	16,423,200
18			223,200	0	0	223,200
19			223,200	0	0	223,200
20			223,200	0	0	223,200
21			223,200	1,080,000	0	1,303,200
22			223,200	0	0	223,200
23			223,200	0	0	223,200
24			223,200	0	0	223,200
25			223,200	5,940,000	0	6,163,200
26			223,200	0	0	223,200
27			223,200	0	0	223,200
28			223,200	0	0	223,200
29			223,200	1,080,000	0	1,303,200
30			223,200	0	0	223,200
CAE			\$12,767,435.22			
CAN			132,393,271.76			

Fuente: Elaboración propia

La alternativa 1 representa una solución de largo plazo permitiendo el incremento de las velocidades de operación vehicular, además generará ahorros para los usuarios en tiempos de recorrido y en operación vehicular, lo cual redundará en un incremento en la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia.

La alternativa 1 es la que presenta un Costo Anual Equivalente menor, toda vez que representa costos de inversión y operación menores a la Alternativa 2.

Por lo anterior, se considera la Alternativa 1 como la mejor opción a desarrollar y es el proyecto a evaluarse en los siguientes capítulos.

IV. Situación con el proyecto

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto de construcción del puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio sobre el Río San Pedro y entronque con Av. Eugenio Garza Sada, es un proyecto de infraestructura económica.

Tabla 4.1 Tipo de programas y proyectos de inversión

Proyecto de infraestructura económica	X
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

Fuente: Elaboración propia

El puente contará con 2 calzadas de circulación de 10.50 mts de sección para 3 carriles de circulación cada una, incluyendo la construcción del puente de 4 claros de 22.50 m. sobre el Río San Pedro, a base de estructura de acero apoyadas en un cabezal de concreto armado que a su vez se apoya en pilotes de concreto armado colados en el lugar, la superestructura de acero es a base de perfiles que forman un arco dando la apariencia de los primeros puentes de acero del siglo pasado. Los trabajos comprenden terracerías, guarniciones, estructura de puente, banquetas, señalamiento y alumbrado. El pavimento es de concreto hidráulico, con estampado en la zona del puente.

Con la finalidad de preservar la estructura del puente antiguo, se dividirán en dos puentes independientes, los cuales se colocarán a los costados del puente existente, que quedará como peatonal.

Se ha concluido la construcción de la calzada sur del proyecto, con lo cual se ha logrado avanzar con los beneficios planteados sin embargo, ante los cambios identificados con el proyecto y las afectaciones, se estimado incrementos en el presupuesto considerado inicialmente, motivo por el cual se determinó hacer la actualización de la totalidad de los estudios de preinversión.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes



Figura 13. Perspectiva del puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y Río San Pedro

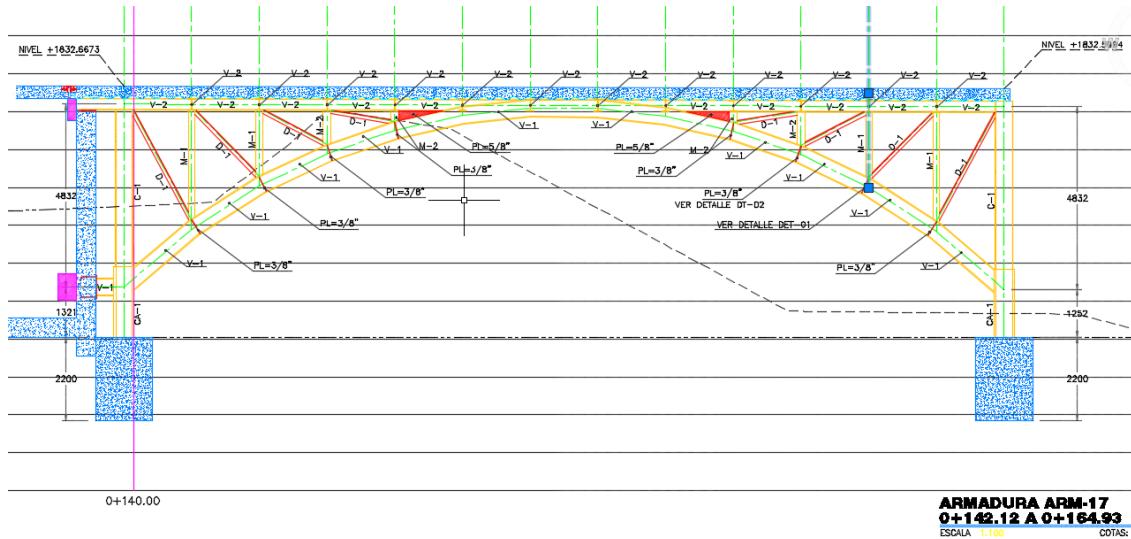


Figura 14. Detalle de armadura de acero Puente Av. Antiguo Camino a San Ignacio



Figura 15 Calzada Sur construida del Puentes San Ignacio

Tabla 4. 2 Características de físicas con proyecto

Sección	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
Calzada o Cuerpo Norte	3	3.5	10.5	3
Calzada o Cuerpo Sur	3	3.5	10.5	3

Fuente SOP

La totalidad de las direccionalidades contarán con pavimento hidráulico.

Tabla 4. 3 Descripción de los componentes del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud de la calzada norte (m)	260
Longitud de la calzada sur (m)	319.84
Número de carriles por calzada	3
Ancho de carriles por calzada (m)	3.5
Ancho total de calzada	10.5
Ancho de claros	22.50
Altura del galibio respecto al lecho del río (m)	7.85
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Velocidad de proyecto (km/hr)*	60
Luminarias LED	112
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

Nota: Se considera un IRI para pavimentos de buena calidad de acuerdo con el IMT

Se considera un pavimento hidráulico con índice de rugosidad internacional (IRI) de 3 m/km, adecuado para pavimentos nuevos, según lo propuesto por el Banco Mundial y el Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

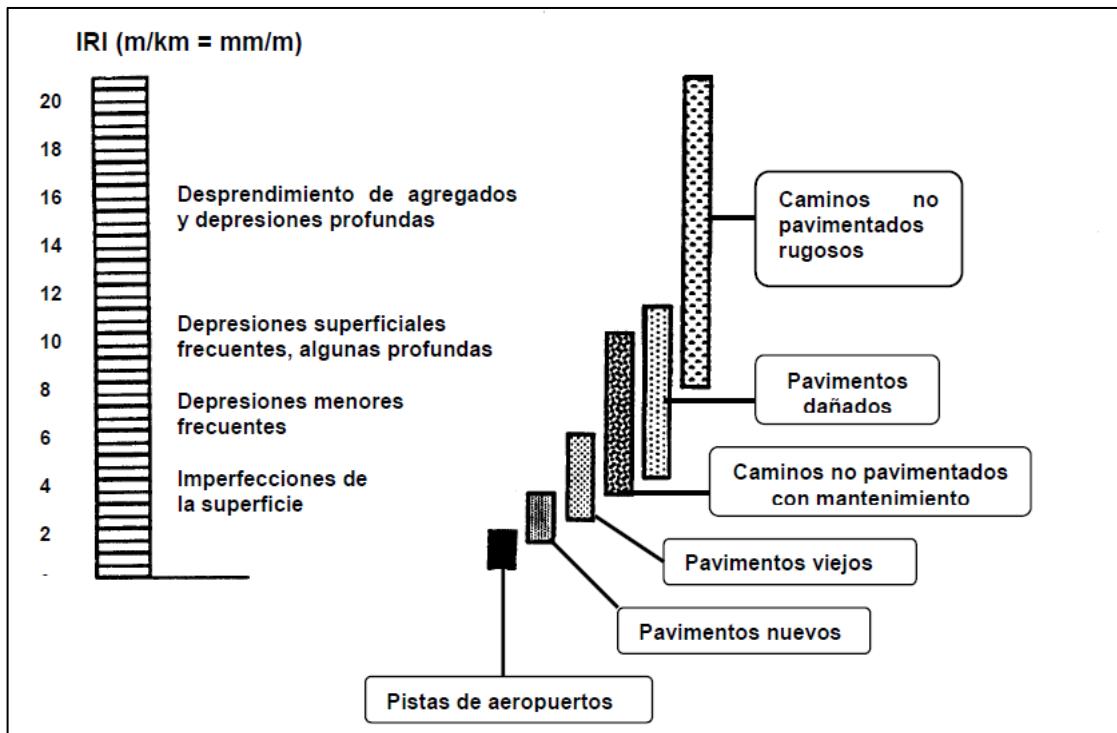


Figura 16 Escala de valores del IRI y las Características de los pavimentos

Tabla 4. 4 Componentes actualizados del proyecto (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Unidad	Cantidad	Total sin IVA	Total con IVA
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	Lote	1	2,136,428.89	2,478,257.51
Terracerías en accesos a puente y vialidad	Lote	1	5,628,763.52	6,529,365.68
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	Lote	1	8,375,261.82	9,715,303.71
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	Lote	1	3,497,951.28	4,057,623.48
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	Lote	1	13,704,695.38	15,897,446.64
Superestructura, trabes de acero, losas y diafragmas	Lote	1	51,318,627.62	59,529,608.04
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	Lote	1	23,945,220.63	27,776,455.93

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Señalamiento	Lote	1	1,148,902.28	1,332,726.64
Alumbrado publico	Lote	1	5,981,792.30	6,938,879.07
Señalamiento ciclopista			1,568,034.46	1,818,919.97
Señalamiento de protección de obra	Lote	1	711,563.20	825,413.31
Total de Inversión			118,017,241.38	136,900,000.00
Afectaciones a predios			10,000,000.00	10,000,000.00
Gran Total			128,017,241.38	146,900,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

4.2 Alineación estratégica

Plan Estatal de Desarrollo 2016 - 2022

Eje 5 Aguascalientes Responsable, sustentable y limpio

Planear con visión para mejorar el equipamiento social y construir la infraestructura necesaria que incremente la eficiencia en la movilidad y mejore el hábitat integral en la entidad en beneficio de todos quienes habitamos el Estado.

Programa:

Infraestructura para el desarrollo

Objetivo:

Crear, ampliar y mejorar la infraestructura para lograr el desarrollo integral de las personas y la planta productiva.

Línea de acción:

1. Consolidar y modernizar las vialidades y carretera en el estado

Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2013-2035

Con fecha de 1 de Septiembre de 2014 se publica en el Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes el PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO 2013-2035, el cual suple al PEDU 2010-2030.

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2010-2030 ("PEDU 2013-35"), tiene como objeto Establecer las políticas, normas técnicas y disposiciones jurídicas, relativas a la ordenación y regulación de los asentamientos humanos, a través

de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, tendientes a optimizar el funcionamiento y organización de los espacios urbanizados y urbanizables estableciendo, en general, las estrategias del desarrollo urbano y ordenamiento territorial en la Entidad.

Divide sus estrategias en cinco ejes:

1. Ordenamiento Territorial
2. Equipamiento Urbano
3. Infraestructura y Servicios Urbanos
4. Movilidad y Transporte
5. Vivienda y Reservas Territoriales
6. Fomento para el Desarrollo Económico

De acuerdo al Esquema de Desarrollo Regional, el Municipio donde se pretende desarrollar el proyecto (Municipio de Aguascalientes) se comprende dentro de la zona:

A) Región Metropolitana

Tiene una política urbana de consolidación: A través de la cual se plantea el ordenamiento y el mejoramiento de la estructura básica de aquellos centros de población que ya presentan crecimientos poblacionales y urbanos significativos o cuando por sus características físicas, y condicionantes urbanas no se considera conveniente impulsar su crecimiento demográfico, sino solamente complementar su infraestructura y servicios y re densificar las zonas habitacionales.

El proyecto se comprende dentro de la estrategia “Movilidad y transporte” el cual tiene estipulado entre sus objetivos: “Creación de infraestructura de puentes peatonales y vehiculares”

Programa Estatal de Ordenamiento Ecológico y Territorial.

De acuerdo con la Regionalización de POET, el sitio del proyecto forma parte de la Unidad de Gestión ambiental “Valle Zona Conurbada” con clave UGAT03VC, cuya actividad principal económica es el sector terciario e industria.

Dentro de las estrategias que se le asignan a esta unidad de gestión ambiental y que se relacionan con el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- EER3: Reversión de los procesos de degradación ambiental
- EER6: Prevenir y reducir la contaminación ambiental
- ETC1: Desarrollo urbano y territorial armónico y ordenado
- ETC3: Desarrollo y consolidación de la zona Metropolitana de Aguascalientes- Jesús María-San Francisco de los Romo
- ETM3: Consolidar las localidades dotándolas de los servicios de infraestructura y equipamientos básicos.

Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Aguascalientes 2013 - 2035

Con fecha de 20 de Enero de 2014 se publica en el Periódico Oficial del Estado de Aguascalientes el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Aguascalientes 2013 – 2035.

Este programa tiene como objetivo general impulsar un proceso de crecimiento ordenado y sustentable de la Ciudad de Aguascalientes y de las localidades del Municipio del mismo nombre, a fin de lograr una mejor calidad de vida de los habitantes del territorio municipal y un aprovechamiento óptimo de los recursos naturales y territoriales.

Divide sus estrategias en:

1. Sistema de ciudades.
2. Impulso a polos de desarrollo y localidades de apoyo.
3. Medio físico natural y construido.
4. Políticas territoriales ambientales.
5. Aspectos sociodemográficos y económicos.

El programa tiene como Objetivo general:

“El objetivo de este programa es impulsar un proceso de crecimiento ordenado y sustentable de la Ciudad de Aguascalientes y de las localidades del Municipio del mismo nombre, a fin de lograr una mejor calidad de vida de los habitantes

del territorio municipal y un aprovechamiento óptimo de los recursos naturales y territoriales".

4.3 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la ciudad de Aguascalientes, municipio de Aguascalientes, en el Estado de Aguascalientes.



Figura 17. Ubicación regional

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

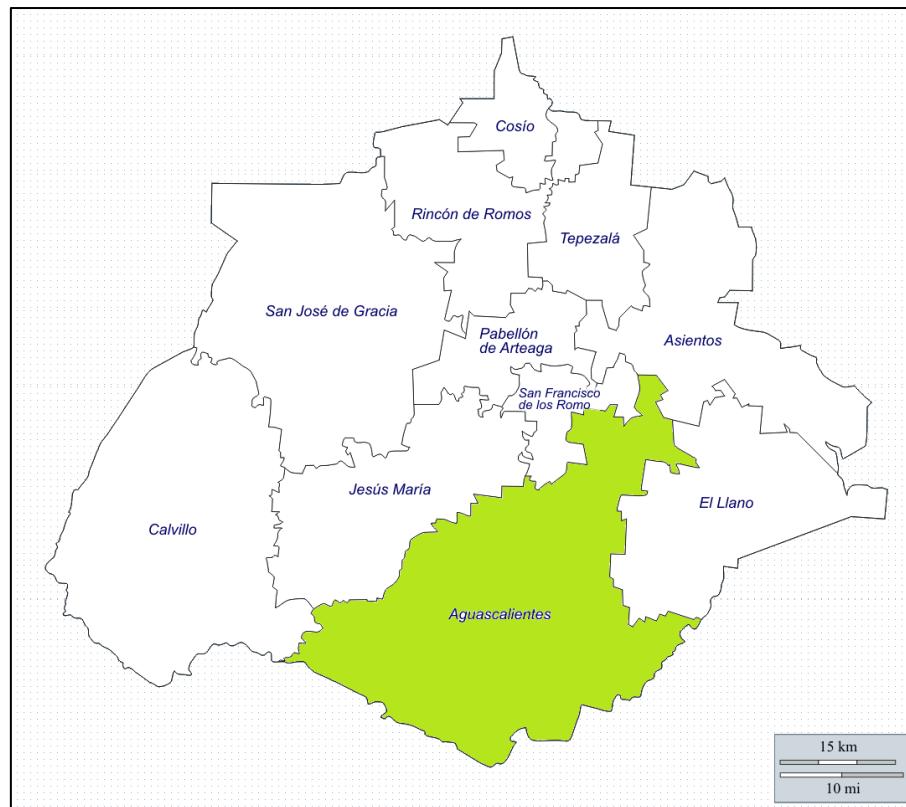


Figura 18. Ubicación del municipio

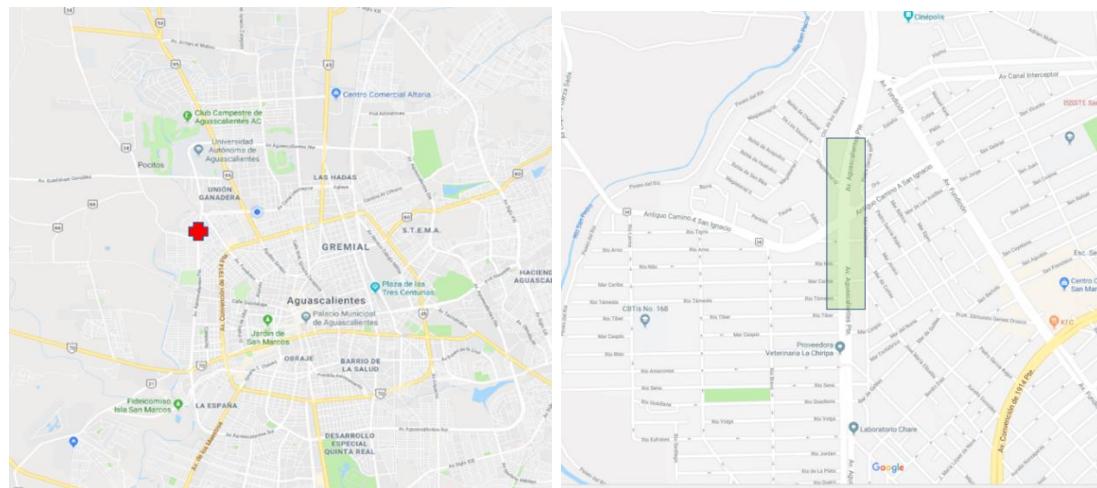


Figura 19. Localización del proyecto
(Imagen Google Maps)

Tabla 4.5 Ubicación geográfica del proyecto

Posición	Coordenadas	
Inicio	Latitud: 21.900009462	Longitud: -102.324839380

Término	Latitud: 21.8985361732	Longitud -102.3213203218
---------	------------------------	--------------------------

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Calendario de actividades

Tabla 4. 6 Propuesta de calendario de ejecución del proyecto (pesos de 2021)

Año	Monto de Inversión
2019	56,900,000.00
2021	80,000,000.00
Afectaciones	10,000,000.00
Total de inversión	146,900,000.00

Fuente: Secretaría de Obras Públicas

4.5 Monto de inversión

Tabla 4.7 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Unidad	Cantidad	Total sin IVA	Total con IVA
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	Lote	1	2,136,428.89	2,478,257.51
Terracerías en accesos a puente y vialidad	Lote	1	5,628,763.52	6,529,365.68
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	Lote	1	8,375,261.82	9,715,303.71
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	Lote	1	3,497,951.28	4,057,623.48
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	Lote	1	13,704,695.38	15,897,446.64
Superestructura, tráves de acero, losas y diafragmas	Lote	1	51,318,627.62	59,529,608.04
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	Lote	1	23,945,220.63	27,776,455.93
Señalamiento	Lote	1	1,148,902.28	1,332,726.64
Alumbrado público	Lote	1	5,981,792.30	6,938,879.07
Señalamiento ciclopista	Lote	1	1,568,034.46	1,818,919.97
Señalamiento de protección de obra	Lote	1	711,563.20	825,413.31
Total de Inversión			118,017,241.38	136,900,000.00
Afectaciones a predios			10,000,000.00	10,000,000.00
Gran Total			128,017,241.38	146,900,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

4.6 Fuente de financiamiento

Tabla 4. 8 Fuente de financiamiento del proyecto (pesos de 2021)

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			
2. Estatales	Directo Estatal	146,900,000.00	100%
3. Municipales			
4. Otros			
Total		146,900,000.00	100 %

Fuente: Secretaría de Obras Públicas del Estado de Aguascalientes

4.7 Capacidad instalada

El proyecto consiste en construir un Puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el Río San Pedro hasta el entronque con Av. Eugenio Garza Sada 6 carriles de 3.5 m por sentido de circulación en dos calzadas independientes, para preservar como peatonal el Antiguo Puente que data de 1759

Tabla 4. 9 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto

Año	TDPA	Nivel de servicio
2019	14,275	A
2020	14,703	A
2021	15,144	A
2022	15,599	A
2023	16,067	A
2024	16,549	A
2025	17,045	A
2026	17,556	A
2027	18,083	A
2028	18,626	A
2029	19,184	A
2030	19,760	A
2031	20,353	A
2032	20,963	A
2033	21,592	A
2034	22,240	A
2035	22,907	A
2036	23,594	A
2037	24,302	A
2038	25,031	A
2039	25,782	A
2040	26,556	A
2041	27,352	A
2042	28,173	A
2043	29,018	A
2044	29,889	A
2045	30,785	A
2046	31,709	A
2047	32,660	A

Año	TDPA	Nivel de servicio
2048	33,640	A
2049	34,649	A

Fuente: Elaboración propia

Teóricamente la capacidad se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una autopista o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

Mediante los análisis de capacidad, también se estima la cantidad máxima de vehículos que el sistema vial puede acomodar mientras se mantiene una determinada calidad de operación, introduciéndose aquí el concepto de Nivel de Servicio.

Las condiciones de operación de los Niveles de Servicio, que se ilustran a continuación, son:

Nivel de Servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

Nivel de Servicio B

Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de Servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve

afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El Nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

Nivel de Servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

Tal como se observa en la tabla anterior, al efectuar el análisis de capacidad se encontró que la Av. Aguascalientes Poniente operaría a un nivel de servicio A, que indica una circulación con flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos en la circulación. La libertad de selección de velocidad no se afecta, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia es bueno.

Al comparar estos niveles de servicio con la situación actual, se observa un aumento en la capacidad vial del tramo y una gran mejoría en los niveles de servicio.

4.8 Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la ejecución del proyecto son las siguientes:

Tabla 4.10 Metas esperadas

Concentrado de totales por partida.	Unidad	Cantidad
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	Lote	1
Terracerías en accesos a puente y vialidad	Lote	1
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	Lote	1
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	Lote	1
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	Lote	1
Superestructura, tráves de acero, losas y diafragmas	Lote	1
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	Lote	1
Señalamiento horizontal y vertical	Lote	1
Alumbrado público	Lote	1
Señalamiento Ciclopista	Lote	1
Señalamiento de protección de obra	Lote	1
Total		

Fuente: Elaboración propia con información del proyecto ejecutivo y la SICOM

4.9 Vida útil

El horizonte de evaluación considerado para el presente análisis es de 31 años, de los cuales el primero es para la ejecución del proyecto y los restantes 30 de vida útil.

4.10 Descripción de los aspectos más relevantes

- Estudios técnicos

Técnicamente el proyecto ejecutivo se realizó de acuerdo a la normatividad vigente de la SCT, así como de la Secretaría de Infraestructura y Comunicaciones del Estado de Aguascalientes.

- Estudios legales

El procedimiento de contratación, ejecución y control de las obras se lleva a cabo con base en lo establecido en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.

La Secretaría de Obras Públicas de Gobierno del Estado, será la instancia encargada de la ejecución y administración de la obra, misma que será entregada al Ayuntamiento de Aguascalientes para su mantenimiento.

Actualmente se cuenta con el derecho de vía necesario debido a que las estructuras se construirán sobre el derecho de vía existente.

- Estudios ambientales

De acuerdo a lo que establece el Manifiesto de Impacto ambiental del proyecto denominado CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN CAMINO A SAN IGNACIO Y CRUCE CON EL RÍO SAN PEDRO, MUNICIPIO DE AGUASCALIENTES, ESTADO DE AGUASCALIENTES tiene las siguientes características:

- La superficie de cobertura del suelo es pequeña (solo en los soportes de las columnas, por lo que no se afectará de forma significativa la estructura del Río San Pedro ni se afectará la estabilidad funcionalidad del mismo).
- El proyecto promoverá la correcta disposición de los residuos generados en el proyecto, así como la limpieza de la zona.
- No se afectarán ejemplares de fauna o sitios que la fauna ocupe para sus actividades de importancia (guardidas, sitios de anidación, etc.).
- No se afectarán ejemplares de flora únicos o ningún sitio con características únicas o particulares.
- La superficie de cobertura del suelo es pequeña, por lo que no se afectara de forma significativa la infiltración del agua.
- El proyecto evitara el desgaste y deterioro del Puente San Ignacio, el cual es considerado como patrimonio histórico.
- El diseño del puente contempla el paso del agua durante temporada de lluvias, así como las necesidades de la comunidad proveyendo pasos peatonales y ciclovía.
- Con el desarrollo del proyecto se limitara el paso de personas por el río, y por lo tanto se promueve que no haya deterioro a los taludes del Río.
- Se promoverán actividades de reforestación posteriores al desarrollo de la obra con la finalidad de compensar el impacto generado a la flora y el hábitat de fauna (aves).
- El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto presenta las siguientes características ambientales:

- No es una zona de atractivo turístico.
 - No se encuentra dentro de un área natural protegida, o sometida a algún tipo de manejo ambiental.
 - En el sitio no se tienen registros ni se encontraron especies de fauna o flora con algún tipo de categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
 - El sitio donde se desarrollará el proyecto no presenta cualidades ambientales únicas o especiales.
 - Los elementos de riesgo que pudieran presentarse están bien caracterizados y son de tipo técnico
- Estudios de mercado

Debido a que la obra es en una vía existente, el mercado del proyecto está dado por su tránsito y las vialidades existentes, en ese sentido el análisis de la demanda llevado a cabo en las secciones anteriores se equipara al estudio de mercado y que fue determinado a partir de aforos vehiculares cuantificados en el punto donde se va a desarrollar la infraestructura.
 - Estudios específicos

El proyecto se sujeta a los costos paramétricos.

4.11 Análisis de la oferta

El puente contará con 2 calzadas de circulación de 10.50 mts de sección para 3 carriles de circulación cada una, incluyendo la construcción del puente de 4 claros de 22.50 m. sobre el Río San Pedro, a base de estructura de acero apoyadas en un cabezal de concreto armado que a su vez se apoya en pilotes de concreto armado colados en el lugar, la superestructura de acero es a base de perfiles que forman un arco dando la apariencia de los primeros puentes de acero del siglo pasado. Los trabajos comprenden terracerías, guarniciones, estructura de puente, banquetas, señalamiento y alumbrado. El pavimento es de concreto hidráulico, con estampado en la zona del puente.

Con la finalidad de preserva la estructura del puente antiguo, se dividirán en dos puentes independientes, las cuales se colocarán a los costados del puente existente, que quedará como peatonal.

Con la construcción del proyecto, se contará con la oferta suficiente para atender las demandas crecientes en este punto. Los componentes de la oferta con proyecto se presentan a continuación:

Tabla 4.11 Datos de la oferta en situación con proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud de la calzada norte (m)	260
Longitud de la calzada sur (m)	319.84
Número de carriles por calzada	3
Ancho de carriles por calzada (m)	3.5
Ancho total de calzada	10.5
Ancho de claros	22.50
Altura del galibio respecto al lecho del río (m)	7.85
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Velocidad de proyecto (km/hr)*	60
Luminarias LED	112
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

Nota: Las velocidades reportadas se refieren a las del automóvil y representan la velocidad promedio de todos los movimientos.

Tabla 4.12 Velocidad de operación por tipo de movimiento en situación con proyecto, consideradas al primer año de operación del proyecto

Movimiento	Velocidad Promedio	
	Con Congestión	Sin Congestión
Puente en Av Antiguo Camino San Ignacio sobre el Río San Pedro	60	60

Fuente Elaboración propia

4.12 Análisis de la demanda

La demanda en la situación con proyecto se conforma exclusivamente por el tránsito asignado (TA, obtenido de los aforos vehiculares), y su valor en el tiempo, por el crecimiento normal de tránsito (CNT, véase determinación de la TCMA en el inciso b del capítulo 3 de este Documento); es decir, no se considera en la asignación de tránsito los que por producto del tránsito generado (TG) o desarrollado (TD) se creen. Así entonces, la demanda en la situación con proyecto asume el mismo comportamiento que el de las situaciones previas. En la tabla siguiente se muestra la demanda considerada para la situación con proyecto, que como se puede observar será la misma que tiene la situación actual.

Tabla 4.13 Composición vehicular por movimiento con proyecto

Número	Movimiento	TDPA	Clasificación (%)
--------	------------	------	-------------------

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

			A	B	C
1	Av. Antiguo Camino a San Ignacio		14,275	94.5	4.5

Fuente: Elaboración propia

Además generará un mejoramiento a los centros de población colindante, ya que al considerar éstas adecuaciones se tendrá un acceso más fluido en la zona dado el incremento en la movilidad vehicular en las vialidades colindantes.

Tabla 4.14 Proyección del TDPA o en situación con proyecto

Año	Total	Con Congestión			Sin Congestión		
		A	B	C	A	B	C
2019	14,275	10,259	488	106	3,234	154	34
2020	14,703	10,567	503	110	3,331	159	35
2021	15,144	10,884	518	113	3,430	163	36
2022	15,599	11,211	534	116	3,533	168	37
2023	16,067	11,547	550	120	3,639	173	38
2024	16,549	11,893	566	123	3,749	178	39
2025	17,045	12,250	583	127	3,861	184	40
2026	17,556	12,618	601	131	3,977	189	41
2027	18,083	12,996	619	135	4,096	195	42
2028	18,626	13,386	637	139	4,219	201	44
2029	19,184	13,788	656	143	4,346	207	45
2030	19,760	14,201	676	147	4,476	213	46
2031	20,353	14,627	696	152	4,610	219	48
2032	20,963	15,066	717	156	4,749	226	49
2033	21,592	15,518	739	161	4,891	233	51
2034	22,240	15,984	761	166	5,038	240	52
2035	22,907	16,463	784	171	5,189	247	54
2036	23,594	16,957	807	176	5,345	254	55
2037	24,302	17,466	832	181	5,505	262	57
2038	25,031	17,990	856	187	5,670	270	59
2039	25,782	18,529	882	192	5,840	278	61
2040	26,556	19,085	909	198	6,015	286	62
2041	27,352	19,658	936	204	6,196	295	64
2042	28,173	20,247	964	210	6,382	304	66
2043	29,018	20,855	993	216	6,573	313	68
2044	29,889	21,480	1,023	223	6,770	322	70
2045	30,785	22,125	1,053	229	6,973	332	72
2046	31,709	22,789	1,085	236	7,183	342	74
2047	32,660	23,472	1,117	243	7,398	352	77
2048	33,640	24,176	1,151	251	7,620	363	79
2049	34,649	24,902	1,186	258	7,849	374	81

Fuente: Elaboración propia

4.13 Interacción Oferta – Demanda

Considerando la entrada en operación del proyecto, mejorará de forma notable la velocidad y condiciones de operación, por lo que las demoras disminuirán drásticamente.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Es importante mencionar que, con la realización del proyecto de infraestructura presentado (oferta) se pretende disminuir accidentes, y mejorar el nivel de servicio de la vialidad para el volumen de tránsito que utiliza por diversas razones esta zona (demanda).

De acuerdo con los datos de tránsito pronosticados, se llevó a cabo un análisis de capacidad del proyecto, para conocer su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se observa que el proyecto atenderá la demanda durante el horizonte de planeación con un nivel de servicio aceptable.

Tabla 4.15 Comparación de costos de operación vehículos tipo A en la situación sin proyecto al primer año de operación del proyecto (pesos 2021)

Tramo	Movimiento	Sin Proyecto		Con Proyecto	
		Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
8	Av. Antiguo Camino San Ignacio	6.16	5.85	5.13	5.03

Fuente Elaboración propia

V. Evaluación del proyecto

Para la realización de este estudio, se apegó en todo momento a lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre de 2013.

5.1 Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto

La metodología para calcular los costos de construcción y conservación depende del nivel al que se encuentra el proyecto; es decir, si se tiene a nivel perfil, se utilizan los costos índice por tipo de obra y/o por tipo de terreno, los cuales se multiplican por la longitud aproximada; si se cuenta con el proyecto ejecutivo, los costos se calculan mediante la multiplicación de los costos unitarios de cada componente por el volumen de obra.

- Costos de inversión

Para efectos de la evaluación económica, se consideró el monto total de inversión sin IVA.

Tabla 5.1 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2021)

Concentrado de totales por partida.	Unidad	Cantidad	Total sin IVA	Total con IVA
Reubicación de líneas de suministro de energía eléctrica	Lote	1	2,136,428.89	2,478,257.51
Terracerías en accesos a puente y vialidad	Lote	1	5,628,763.52	6,529,365.68
Trabajos diversos, obras de drenaje, guarniciones y banqueta	Lote	1	8,375,261.82	9,715,303.71
Infraestructura, cimentaciones, pilotes y zapatas	Lote	1	3,497,951.28	4,057,623.48
Subestructura muro de accesos, cabezales, muro tierra armada	Lote	1	13,704,695.38	15,897,446.64
Superestructura, tráves de acero, losas y diafragmas	Lote	1	51,318,627.62	59,529,608.04
Pavimento en transiciones, carril adicional, rampas y sobre	Lote	1	23,945,220.63	27,776,455.93
Señalamiento	Lote	1	1,148,902.28	1,332,726.64
Alumbrado público	Lote	1	5,981,792.30	6,938,879.07
Señalamiento ciclopista	Lote	1	1,568,034.46	1,818,919.97
Señalamiento de protección de obra	Lote	1	711,563.20	825,413.31
Total de Inversión			118,017,241.38	136,900,000.00
Afectaciones a predios			10,000,000.00	10,000,000.00
Gran Total			128,017,241.38	146,900,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

La ejecución de proyecto se hará en un ejercicio presupuestal, al final del cual se estará en condiciones de operar el tramo para satisfacer la demanda de flujo vehicular al nivel de servicio requerido.

El monto de inversión considerado para el presente análisis es de \$ 128,017,241.38 que representa el monto SIN IVA y contemplando las afectaciones

- Costos de mantenimiento

Para mantener en condiciones adecuadas de operación la carretera objeto de estudio, se consideran los siguientes costos de conservación y mantenimiento: (i) mantenimiento rutinario, que incluye la limpieza y la reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento, este se hace de forma anual (ii) mantenimiento periódico que requiere de atención al sellado de juntas entre las losas de concreto y reparaciones intermedias para prevenir afectaciones mayores las cuales se realizan en los años 5, 10, 20 y 25 (ii) reparación mayor de losas de concreto, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento al año 15. En la siguiente tabla se muestran los costos de conservación y mantenimiento para las situaciones sin y con proyecto en las frecuencias indicadas.

Como se manifiesta en la descripción de las alternativas, el costo de los mantenimientos se ha considerado a una longitud de 1,000 m toda vez que se considera que las maniobras de desaceleración, cambio de carriles y aceleración se comienzan a realizar desde 500 m antes del cruce y 500 m posteriores al cruce del puente.

Tabla 5. 2 Costos de conservación y mantenimiento (Sin IVA pesos de 2021)

Año	Rutinario	Periódico	Reparación mayor	Costo total
			de losas de concreto	
0	0	0	0	114,457,936
1	223,200	0	0	223,200
2	223,200	0	0	223,200
3	223,200	0	0	223,200
4	223,200	0	0	223,200
5	223,200	1,080,000	0	1,303,200
6	223,200	0	0	223,200
7	223,200	0	0	223,200
8	223,200	0	0	223,200
9	223,200	5,940,000	0	6,163,200
10	223,200	0	0	223,200
11	223,200	0	0	223,200
12	223,200	0	0	223,200

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Año	Rutinario	Periódico	Reparación mayor de losas de concreto	Costo total
13	223,200	1,080,000	0	1,303,200
14	223,200	0	0	223,200
15	223,200	0	0	223,200
16	223,200	0	0	223,200
17	223,200	0	16,200,000	16,423,200
18	223,200	0	0	223,200
19	223,200	0	0	223,200
20	223,200	0	0	223,200
21	223,200	1,080,000	0	1,303,200
22	223,200	0	0	223,200
23	223,200	0	0	223,200
24	223,200	0	0	223,200
25	223,200	5,940,000	0	6,163,200
26	223,200	0	0	223,200
27	223,200	0	0	223,200
28	223,200	0	0	223,200
29	223,200	1,080,000	0	1,303,200
30	223,200	0	0	223,200

Fuente: Elaboración propia

- Costos de molestias durante la construcción

Se ha estimado un costo de molestias generadas durante la construcción debido al incremento en el tiempo que les lleva a los automovilistas cruzar la zona de construcción, por la reducción de velocidad de 39 a 23 km/hr. En este sentido el monto estimado es de \$8,266,417 el primer año de la inversión y \$8,518,634 el segundo año mismo que se ha aplicado flujo de evaluación.

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto

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

- Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto. En ambos casos, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189 de Enero - Febrero 2021, Artículo 1 del IMT “Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021”

De acuerdo con esta publicación, el valor del tiempo de los pasajeros para el estado de Aguascalientes, que viajan por motivo de trabajo es de \$ 80.58 y por motivo de placer de \$ 48.35 pesos por hora.

Con base en información obtenida por la SCT en encuestas origen - destino, elaborada por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT, se considera que en promedio un 61.8 % de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 38.2 % con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

Tabla 5.3 Configuración del valor del tiempo (pesos de 2021)

Concepto	Valor	Unidad
Valor del tiempo viaje de trabajo	80.58	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	48.35	\$/hr
Porcentaje de viajeros por motivo de trabajo	61.8	%
Número de pasajeros auto	2.32	pas/veh
Número de pasajeros autobús	20.49	pas/veh
Valor del tiempo de la carga	15.00	\$/hr/ton
Toneladas promedio	19.37	ton/veh

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Mexicano del Transporte

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TDPA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 30 años del horizonte del proyecto.

- Ahorro en costo de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT en su Publicación Técnica 407 “Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas", sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC.

Tabla 5. 4 Variables para el cálculo del Costo de Operación Vehicular (pesos de 2021)

Parámetro	Unidad	Automóvil	Autobús	Camión
Utilización del vehículo				
1 No. kilómetros conducidos por año	Km	20,000.00	240,000.00	180,000.00
2 No. horas conducidas por año	Horas	1,716.00	2,860.00	2,860.00
3 Índice de utilización horaria	Fracción	0.60	0.80	0.85
4 Vida útil promedio de servicio	Años	6.00	8.00	8.00
5 ¿Usar vida útil constante?	1=Si 0=No	1.00	1.00	1.00
6 Edad del vehículo en kilómetros	Km	70,000.00	750,000.00	600,000.00
7 Número de pasajeros por vehículo	#	2.00	23.00	0.00
Costos unitarios				
1 Precio del vehículo Nuevo	\$	220,233.00	2,116,800.00	1,618,200.00
2 Costo del combustible	\$/litro	17.11	18.45	18.45
3 Costo de los lubricantes	\$/litro	60.00	78.00	78.00
4 Costo por llanta nueva	\$/llanta	1,790.00	3,621.88	3,621.88
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	88.36	65.25	65.25
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7 Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	45.76	55.76	55.76
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9 Tasa de interés anual real	%	1.32	1.53	1.53
10 Costos indirectos por vehículo-km	\$	0.71	1.35	1.35

Fuente: "Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas"

Para la situación actual optimizada sin proyecto se consideró una calidad de la superficie de rodamiento correspondiente a la meta del promedio nacional de la red federal de carreteras, así como la eliminación de los reductores de velocidad, y un señalamiento horizontal y vertical en buen estado.

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 del horizonte del proyecto.

5.3 Cálculo de indicadores de rentabilidad

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

- En la situación sin proyecto se considera la situación actual optimizada en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, eliminación de reductores de velocidad, buen estado físico del señalamiento horizontal y vertical, y una tasa de crecimiento del tránsito del 3.5 % anual durante el periodo de análisis.
- Se consideran costos por molestias, por las características de transito urbano.

Valor Actual Neto (VAN):

El VAN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VAN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VAN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VAN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios. Como se menciona anteriormente la tasa social de descuento considerada para el presente proyecto es del 10 %, según lo establecido por la SHCP.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

Se define como la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio del proyecto, es decir, el valor presente de los beneficios netos del proyecto es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

En este sentido si la TIR calculada para el proyecto es superior a la Tasa Social de Descuento utilizada para el proyecto, nos indica que el proyecto tiene rentabilidad positiva.

Tasa de Rentabilidad Inmediata:

Momento Óptimo de Inversión nos permite identificar en qué momento es más conveniente realizar la inversión para alcanzar una mayor rentabilidad en el proyecto, toda vez que en ocasiones se pueden presentar proyectos que aun cuando tengan un VAN positivo, de postergar la inversión, se incrementaría la rentabilidad del mismo.

Actualización del Análisis Costo Beneficio de
Construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San
Ignacio y Río San Pedro, Aguascalientes

Para determinar el Momento Óptimo de Inversión, se realizó el cálculo de la Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI) la cual nos indica que el MOI se presenta cuando la TRI calculada para el primer año de operación es igual o mayor que la tasa social de descuento utilizada para la evaluación del proyecto.

Tabla 5.5 Indicadores de rentabilidad calculados para el presente proyecto (pesos 2021)

Indicador	Monto
Inversión social en infraestructura	118,017,241.38
Afectaciones a predios	10,000,000.00
Inversión social total	128,017,241.38
Inversión privada con IVA	146,900,000.00
Valor Actual Neto (VAN)	91,753,464
Tasa Interna de Retorno (TIR)	18.42%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	15.51%

Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes al proyecto costos de inversión y beneficios sobre los indicadores de rentabilidad socioeconómica, se efectuó el análisis de sensibilidad correspondiente. Lo anterior a fin de obtener los puntos de inflexión ante los cuales el proyecto deja de ser rentable (VAN = 0).

Se analizó el comportamiento del proyecto ante incrementos en el costo de inversión y decrementos en el volumen vehicular considerado para el proyecto, pues se tomó en cuenta que estos factores son los que inciden de mayor manera en la rentabilidad del proyecto.

- Incremento en el costo de inversión

Tabla 5.6 Variación en la rentabilidad ante incrementos en la inversión inicial (pesos 2021)

Variación	Inversión (millones)	TIR (%)	VAN (miles pesos)	TRI (%)
1.4	190.97	14.0%	55,514	11.9%
1.3	145.69	13.0%	44,936	11.8%
1.2	176.28	15.2%	67,594	12.9%
1.1	161.59	16.7%	79,674	14.1%
1.0	146.90	18.4%	91,753	15.5%
0.9	132.21	20.6%	103,833	17.2%
0.8	117.52	23.3%	115,913	19.4%
0.7	102.83	26.9%	127,993	22.2%

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, el proyecto es muy poco sensible a incrementos en los costos de la inversión inicial, soportando un incremento hasta del 75.9 % lo que representa una inversión de 258.47 millones, sin que deje de ser rentable.

- Cambios en el flujo vehicular

Al igual que en el concepto anterior, la rentabilidad del proyecto se comporta muy poco sensible a cambios en el Tránsito Diario Promedio Anual considerado en el presente estudio, siendo el proyecto rentable hasta con un TDPA del 41.26 % del considerado.

Tabla 5.7 Variación en la rentabilidad ante cambios en el flujo vehicular (pesos 2021)

Variación	TIR (%)	VAN (miles pesos)	TRI (%)
1.4	26.6%	180,716	21.8%
1.3	24.5%	158,476	20.2%
1.2	22.5%	136,235	18.6%
1.1	20.4%	113,994	17.1%
1	18.4%	91,753	15.5%
0.9	16.4%	69,513	13.9%
0.8	14.4%	47,272	12.4%
0.7	12.4%	25,031	10.8%
0.6	10.3%	2,791	9.2%

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de tener mayor información sobre la fortaleza del proyecto ante cambios en sus variables de inversión y operación, se procedió a determinar los puntos de inflexión con lo que el proyecto dejaría de ser rentable.

Tabla 5.8 Puntos de inflexión en la rentabilidad del proyecto

Variable	Variación respecto a su valor original
Inversión	Incremento en 75.9 %
Demanda (TDPA)	Decremento de 41.26 %

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la inversión, se observa que de presentarse un incremento del 75.9 %, el monto alcanzaría los 258.47 millones de pesos, y el proyecto continuaría siendo rentable; sin embargo, mientras que únicamente soportaría una reducción del 41.26% en el tránsito diario promedio anual considerado.

5.5 Análisis de riesgo

Con la finalidad de identificar los factores de riesgo que pudieran incidir en la realización u operación del proyecto, se procedió a realizar un análisis de riesgo.

Tabla 5.9 Análisis de riesgo

Descripción	Impacto	Probabilidad	Medidas de Mitigación
Riesgo de que el proyecto no sea rentable si la demanda es menor a la esperada.	El proyecto deja de ser rentable si el TPDA es un 41.26 % menor al esperado.	Baja	Efectuar las proyecciones del tránsito de forma conservadora, analizar el comportamiento que ha tenido el TPDA en el tramo a través del tiempo.
Incremento sensible en el monto de inversión.	Un incremento del 75% en el monto de inversión provoca que el proyecto deje de ser rentable.	Baja	Se debe realizar un adecuado proceso de supervisión de la obra y seguimiento de avances físicos y financieros. Esto permitirá identificar desviaciones respecto a lo programado a fin de evitar sobrecostos
Posibilidad de demandas sociales, oposición vecinal y de los comercios de la zona respecto al proyecto, ante la posibilidad de molestias por las obras o pérdidas económicas en el periodo de obras	Retrasos en el inicio y/o ejecución de las obras, desfases respecto a programa con sus respectivos sobrecostos. Posibilidad de pagos por indemnización a afectados.	Baja	Realizar campañas de información a la sociedad, principalmente a los pobladores de la zona de obras; a fin de concientizarlos de los beneficios del proyecto. Es importante una adecuada selección de los encargados de estas tareas a fin de que tengan el perfil idóneo y la experiencia necesaria.

Fuente: Elaboración propia

VI. Conclusiones y recomendaciones

Con la construcción del Puente en Av. Antiguo Camino a San Ignacio y el Río San Pedro para conectar con Av. Eugenio Garza Sada, se contribuye a mejorar las condiciones viales en las Avenidas implicadas, así como en sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico, y además:

- Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.
- Se incrementará notablemente la seguridad de los usuarios.

Este proyecto cumple su propósito de mejorar el nivel de servicio de esa vialidad lo que permitirá un desplazamiento con mayores velocidades, contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular y tiempos de recorrido, lo que se traduce en una mayor competitividad del transporte carretero de la región.

VII. Anexos

- a) Hoja de cálculo para la determinación de los indicadores de rentabilidad

VIII. Bibliografía

1. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Raúl Coss Bu, Editorial Limusa, 2006.
2. Boletín Notas Número 153, marzo-abril de 2015, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García, Instituto Mexicano del Transporte.
3. Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2018; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 407.
4. Criterios de Evaluación de Proyectos, Nassir Sapag Chain, Mc Graw Hill, 1993.
5. Datos Viales de 1999 a 2016, Secretaría de Comunicaciones y Transportes
6. Estimating Vehicle Operating Costs, Rodrigo S. Archondo Callao y Asif Faiz, World Bank Technical Paper Number 234, Washington, D. C. 1994.
7. Evaluación de proyectos, Gabriel Baca Urbina, Editorial Mc Graw Hill, 2000.
8. Gestión de Infraestructura Vial, Hernán de Solminihac Tampier; Universidad Católica de Chile, 1998.
10. La Conservación de Carreteras en México, la experiencia reciente, Cedric Iván Escalante Sauri, Asociación Mexicana de Ingeniería en Vías Terrestres A. C., 2002.
11. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. DOF del 30 de diciembre de 2013.
12. Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C. 2006.
13. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT, 1991.
14. Metodología General para la Evaluación de Proyectos, CEPEP Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, D. F. 2008.
15. Propuesta metodológica para la estimación del valor del tiempo de los usuarios de la infraestructura carretera en México, el caso del transporte de pasajeros, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García. IMT Publicación Técnica 291. 2006.