



Análisis Costo Beneficio de la

Análisis Costo-Beneficio

“Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”



Diciembre 2021

CONTENIDO

I.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA OBRA.....	11
A)	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
	ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE.....	16
B)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	22
C)	INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	24
II.	SITUACIÓN SIN PROYECTO	33
A)	OPTIMIZACIONES	33
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA OPTIMIZADA	33
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	35
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	35
E)	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	37
III.	SITUACIÓN CON EL PPI.....	48
A)	DESCRIPCIÓN GENERAL	48
B)	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA	52
C)	METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN	55
D)	VIDA ÚTIL.	56
E)	DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES.....	56
F)	ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	57
G)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA	60
H)	INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	61
IV.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO	66
A)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DE LA OBRA	74
B)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE LA OBRA	77
C)	CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	81
D)	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	83
E)	ANÁLISIS DE RIESGOS	85
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
VI.	BIBLIOGRAFÍA	91

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Vehículos de motor registrados en circulación por entidad federativa, 2021	11
Ilustración 2. Vehículos de motor registrados en circulación Jalisco 2000-2021	12
Ilustración 3. Tasa de vehículos de motor por cada 100 habitantes Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), 2021.....	13
Ilustración 4. Vehículos de motor por clase de vehículo registrados en circulación, 2021.....	13
Ilustración 5. Mapa de accidentes viales registrados en 2020	14
Ilustración 6. Tipo de afectado	15
Ilustración 7. Siniestralidad por municipio y consecuencia del hecho en 2020	15
Ilustración 8. Localización geográfica de Zapopan, Jalisco.	16
Ilustración 9. Localización del proyecto.....	17
Ilustración 10. Corte transversal situación actual cadenamiento 0+000 a 0+330.....	17
Ilustración 11. Corte transversal situación actual cadenamiento 0+330 a 1+700.....	18
Ilustración 12.- Sección tipo.....	19
Ilustración 13.- Av. Bosques de San Isidro Norte -Sur	20
Ilustración 14.- Av. Bosques de San Isidro Sur -Norte	20
Ilustración 15.- Av. Bosques de San Isidro	21
Ilustración 16. Localización del tramo de estudio	33
Ilustración 17. Sección con proyecto	50
Ilustración 18. Sección sin y	50
Ilustración 19. Colector	50
Ilustración 20. Plano de trabajos a realizar.....	57
Ilustración 21. Secciones tipo con proyecto Av. Bosques de San Isidro	58
Ilustración 22.- Sección sin proyecto y con proyecto	59
Ilustración 23. Sección tipo cuerpos interior y exterior.....	59
Ilustración 24. Escala de valores del IRI y características de los pavimentos	73

Índice de tablas

Tabla 1 Coordenadas de inicio y termino del proyecto	6
Tabla 2. Monto total de inversión Estatal.....	7
Tabla 3. Monto total de inversión Municipal	8
Tabla 4. Características geométricas situación actual	18
Tabla 5. Características físicas del tramo sin proyecto.....	18
Tabla 6.- Velocidades Promedio Situación Actual	21
Tabla 7.- Distribución de la demanda	22
Tabla 8. Clasificación vehicular.	22
Tabla 9 Demanda vehicular	23
Tabla 10 Definiciones de los niveles de servicio	25
Tabla 11.- Proyección del TDPA y nivel de servicio.....	26
Tabla 12.-Interacción Oferta-Demanda en la situación actual	28
Tabla 14 Configuración del valor de tiempo	29
Tabla 15. Costo de tiempo de recorrido actual del tramo.....	30
Tabla 15 Costo generalizado de viaje actual.....	31
Tabla 16 Interacción oferta-demanda movilidad no motorizada: peatones situación actual.....	32
Tabla 17 Costo de optimización.....	33
Tabla 18. Características físicas y geométricas del tramo en la situación optimizada	34

Tabla 19. Composición vehicular en Situación Sin Proyecto	35
Tabla 20-Proyección del TDPA y nivel de servicio	35
Tabla 21-Costos Generalizados de viaje situación sin proyecto	36
Tabla 22. Interacción oferta-demanda movilidad no motorizada: peatones sin proyecto	37
Tabla 23. Monto total de inversión Estatal.....	38
Tabla 24. Monto total de inversión Municipal	38
Tabla 25. Monto total de inversión	38
Tabla 26.- Análisis de las alternativas	39
Tabla 27 Parámetros para costo de mantenimiento alternativa aceptada.....	40
Tabla 28 Costos Alternativa 1 Proyecto aceptada	40
Tabla 29 Parámetros para costo de mantenimiento	42
Tabla 30 Costos de Mantenimiento Alternativa 2 (Descartada)	42
Tabla 31. Costo Anual Equivalente Alternativa Proyecto	45
Tabla 32. Costo Anual Equivalente Alternativa 2.....	46
Tabla 33 Resultados del CAE para alternativas.....	47
Tabla 1 Coordenadas de inicio y termino del proyecto	48
Tabla 35. Monto total de inversión Estatal.....	49
Tabla 36. Monto total de inversión Municipal	49
Tabla 35. Principales características del proyecto	51
Tabla 41. Metas anuales y totales de producción	55
Tabla 42. Horizonte de Evaluación del Proyecto	56
Tabla 43. Características físicas y geométricas del tramo con proyecto	57
Tabla 41. Demanda vehicular en la situación con proyecto	60
Tabla 42. Nivel de servicio situación con proyecto.....	61
Tabla 43. Costos de operación vehicular con proyecto	62
Tabla 44. Costos de operación vehicular y costos de tiempo de recorrido con proyecto	63
Tabla 45. Configuración del valor de tiempo.....	63
Tabla 46. Costo de tiempo recorrido en la situación con proyecto.....	64
Tabla 47. Costos generalizados de viaje con proyecto	65
Tabla 48. Interacción oferta-demanda movilidad no motorizada: peatones situación con proyecto	66
Tabla 49. Costo de inversión Estatal.....	74
Tabla 50. Costo de inversión Municipal.....	74
Tabla 51 Parámetro para costo de mantenimiento.....	76
Tabla 52. Mantenimiento	76
Tabla 53. Ahorros costos operativos vehiculares	78
Tabla 54. Ahorros en tiempo de recorrido	79
Tabla 55. Ahorros en costos generalizados de viaje.....	80
Tabla 56. Indicadores de rentabilidad	82
Tabla 57. Sensibilidad a la inversión	83
Tabla 58. Sensibilidad al mantenimiento.....	84
Tabla 59. Sensibilidad a la demanda.....	84
Tabla 62. Matriz de riesgos evaluados por la SIOP en la etapa de Ejecución.....	86
Tabla 63. Matriz de riesgos evaluados por la SIOP en la etapa de Operación	87

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción de la Obra	
Objetivo del PPI	El objetivo del proyecto es la pavimentación de la losa de rodamiento de carpeta asfáltica a concreto hidráulico, implementar la ciclovía y banquetas amplias en Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco. Esto mejorará el nivel de servicio de esta vialidad obteniendo con ello la reducción de los costos de operación vehicular y la reducción de los tiempos de viaje.
Problemática Identificada	La saturación de la infraestructura vial en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) es un problema que va en aumento. Un incremento acelerado en el parque vehicular que rebasa la provisión de infraestructura por parte del Gobierno del Estado y sus municipios, aunado al crecimiento poblacional y la falta de planeación de largo plazo en materia de movilidad son algunos de los factores que han ocasionado esta saturación. La problemática identificada consiste en las malas condiciones físicas de la carpeta del pavimento actual, ya que presenta agrietamientos, parches y baches, así como una antigua infraestructura hidráulica en condiciones deficientes con un colector pluvial insuficiente que provoca inundaciones en el Periférico, que además, eran un problema estructural para la operación del Macro Periférico y generaban un congestionamiento vial terrible; banquetas en mal estado, poca infraestructura urbana, imagen urbana en abandono e insuficiente iluminación, infraestructura incluyente y ciclovía inexistentes. El balizamiento debe ser total, incluyendo: señalamientos horizontales y verticales, en especial, el restrictivo de velocidad máxima permitida. Debido al alto flujo vehicular con TDPA mayores a los 7,500 vehículos diarios en ambos sentidos de Av. Bosques de San Isidro, requiere una nueva pavimentación. Las malas condiciones en que se encuentra provocan incrementos en los Costos de operación vehicular (COV), en los costos de viaje y en los costos de mantenimiento. La problemática se vuelve significativa dada la importancia que tiene Av. Bosques de San Isidro para el ingreso a diferentes colonias como son Zapopan Industrial Norte, Villas de Zapopan, Real del Bosque, San José del Bajío, Bosques del Centinela, San Isidro, Parques del Centinela, Paseo de los Bosques y Canteras, así como transporte de bienes y mercancías a las mismas.

Breve descripción de la Obra	El Proyecto “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”; incluye la instalación de 960 ml de un colector pluvial para evitar inundaciones, tres carriles por sentido pavimentados con concreto hidráulico, nuevas redes hidrosanitarias, banquetas amplias, iluminación, señalamientos, arbolado y vegetación, infraestructura urbana incluyente y una ciclovía, cuenta con una longitud de 2.52 km dividido en dos tramos, los cuales son:				
	Tabla 1 Coordenadas de inicio y termino del proyecto				
		Coordenadas		Longitud	Financiamiento
	Vialidad	Del	Al		
	Av. Bosques de San Isidro	20.741801°	20.746429°	820 ml	Estatal
-103.386989°		-103.385883°			
20.746429°		20.762822°	1,700 ml	Municipal	
-103.385883°		-103.382555°			
La realización del proyecto, contribuirá a reducir los costos de operación vehicular, así como de mantenimiento preventivo, correctivo y de reconstrucción.					
Horizonte de evaluación, costos y beneficios de la Obra					
Horizonte de Evaluación	29 años: 1 que corresponden a la etapa de construcción y 30 para la operación.				
Descripción de los principales costos de la Obra	El monto total de inversión, con el IVA incluido, en moneda nacional es de \$140,000,000.00 pesos (ciento cuarenta millones de pesos m.n.), el cual será financiado con recursos estatales y municipales. El costo total del proyecto incluye construcción de Colector pluvial, diámetro 60” tubería PEA, pavimentación con concreto hidráulico y redes hidrosanitarias, banquetas y guarniciones, rampas peatonales y guías podo táctiles, ciclovía, iluminación, señalética horizontal y vertical, arbolado y vegetación en 2.52 km. Los costos de conservación y mantenimiento incluyen mantenimiento anual y rutinario que se aplicará al pavimento hidráulico, dentro de los 30 años de la operación. Se incluyen costos por molestias durante la etapa de construcción, ya que para la realización de los trabajos se verán afectados los usuarios, por el que transitan los vehículos de ambas vialidades.				

Descripción de los principales beneficios de la Obra	Los beneficios económicos, cuantificables en términos monetarios se derivan principalmente de los ahorros por menores costos de operación vehicular de los usuarios. Los usuarios beneficiados directamente son los que corresponden a los ocupantes de los vehículos que circulan por Av. Bosques de San Isidro en ambos sentidos. Otros beneficios son: • Comodidad y seguridad a los usuarios que transitan por esta vía por las condiciones del camino. • Seguridad de los usuarios al contar con iluminación en la vía • Reducción de los puntos ciegos al mejorar la iluminación • Mejora en eficiencia de los servicios de transporte comercial e industrial. • Mejora de percepción de seguridad • Mejora en la pertenencia de espacios públicos por parte de la población • Operación más segura para los usuarios, al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes. • Mejorar las condiciones de conectividad hacia Anillo Periférico. • Mejoramiento de la imagen urbana • Restituir la infraestructura a lo largo del tramo del proyecto • Incremento de tiempo de traslado de los peatones sin importar su edad al mejorar la calidad de la infraestructura en banquetas. • Incremento de tiempo de traslado de los ciclistas al incluir la infraestructura para ciclovía por sentido. • Mejora de la eficiencia operativa al reducir los CGV al mejorar la superficie de rodamiento, ya que se mejora el costo operativo y el tiempo de traslado, además de bajar el IRI a 2. • Evitar inundaciones con la construcción del nuevo colector.						
Monto total de inversión (con IVA)	El monto total de inversión es \$140,000,000.00 (ciento cuarenta millones de pesos 00/100 M.N.) en los siguientes componentes Tabla 2. Monto total de inversión Estatal <table border="1" data-bbox="521 1734 1346 1858"> <thead> <tr> <th>Descripción</th><th>Monto</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preliminares</td><td>\$396,588</td></tr> <tr> <td>Demoliciones y desmontajes</td><td>\$3,512,404</td></tr> </tbody> </table>	Descripción	Monto	Preliminares	\$396,588	Demoliciones y desmontajes	\$3,512,404
Descripción	Monto						
Preliminares	\$396,588						
Demoliciones y desmontajes	\$3,512,404						

		Terracerías	\$5,888,974	
		Línea de agua potable	\$1,722,056	
		Construcción de colector de alejamiento	\$37,428,524	
		Sistema de drenaje sanitario	\$10,049,712	
		Sistema de alumbrado	\$4,062,599	
		Pavimentación	\$30,570,266	
		Banquetas y paisaje urbano	\$13,622,743	
		Dispositivos y señalamiento vial	\$3,117,907	
		Ciclovía	\$8,878,494	
		Reubicación de semáforos	\$394,691	
		Limpiezas	\$355,041	
		Total	\$120,000,000	
	Tabla 3. Monto total de inversión Municipal			
		Descripción	Monto	
		Pavimentación	\$10,737,874	
		Banquetas y paisaje urbano	\$4,785,019	
		Dispositivos y señalamiento vial	\$1,095,172	
		Ciclovía	\$3,118,591	
		Reubicación de semáforos	\$138,636	
		Limpiezas	\$124,709	
		Total	\$20,000,000	
Riesgos asociados a la Obra	El principal riesgo que presenta este proyecto es la disponibilidad de la totalidad de recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto. El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros; bajo este escenario, los beneficios proyectados no alcanzan a generarse. Esta situación a pesar de que pudiese llegar a ser probable, definitivamente estaría en contra de los propios intereses del contratista al cual le sea asignado el proyecto, ya que se vería obligado a ejercer las fianzas de cumplimiento y en un extremo incluso en acciones legales en su contra. Otros riesgos serían: ➤ Demanda social de obras adicionales al momento de la construcción. ➤ Problemas técnicos en obra que ocasionen retrasos y sobrecostos. ➤ Problemas de operación, por una demanda mayor, fenómenos climáticos, inadecuada planeación. ➤ Fenómenos inflacionarios o macroeconómicos.			

Indicadores de Rentabilidad de la Obra	
Valor Presente Neto (VPN)	\$53,531,250.62
Tasa Interna de Retorno (TIR)	12.62%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.84%
Conclusión	
Conclusión del Análisis de la Obra	La implantación del proyecto registra una clara vinculación entre las obras a realizar con la solución de la problemática identificada, bajo el escenario de “Situación Actual”, dentro de las cuales destaca la continuidad a lo largo del trazo de banquetas, vialidad en concreto hidráulico, ciclovías, señalética, iluminación, colector pluvial diámetro 60”, arbolado y vegetación. Como consecuencia, la implementación de este proyecto de infraestructura contribuye significativamente a reducir las diversas problemáticas identificadas en la “Situación Actual”, como inundaciones, ineficiencia y riesgos operativos. La solución vial propuesta, es un proyecto que permitirá el cumplimiento de los objetivos estratégicos planteados en los instrumentos formales de planeación vigentes, por lo que se considera como una obra que responde a estrategias Estatales y Municipales. Asimismo, se tendrán los siguientes beneficios: • Reducción en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos. • Operación más segura para los usuarios, al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.

	• Evitar inundaciones en el cruce con Periférico Manuel Gómez Morín Conforme al Análisis Costo -Beneficio, obtenemos que el Proyecto es rentable social y económicamente con un VPN de \$ 53,531,250.62 Pesos por lo que se recomienda llevar a cabo el proyecto. Ya que la TRI es mayor al 10%, se ha rebasado el momento óptimo de construcción. Con base en las consideraciones anteriores, se recomienda la realización del proyecto, por ser una solución socialmente rentable y sostenible, aunado a que brinda una serie de beneficios significativos para la sociedad. En términos sociales – posiblemente difíciles de monetizar-, este tipo de proyectos generan un clima de seguridad y pertenencia entre sus habitantes, así como también genera efectos positivos sobre la dinámica de movilidad de modos de transporte no motorizado e incluso su vinculación con la red de servicios de transporte colectivo. Adicionalmente, este tipo de proyectos generan un impacto favorable en el contexto del desarrollo económico y urbano, tan necesario para mejorar las condiciones viales, de infraestructura y de imagen urbana que requería la zona, particularmente para beneficio de peatones, ciclistas y automovilistas quienes podrán desplazarse con mayor rapidez y seguridad y con la mitigación de los encharcamientos en el punto.
--	---

I. Situación Actual de la Obra

a) Diagnóstico de la Situación Actual

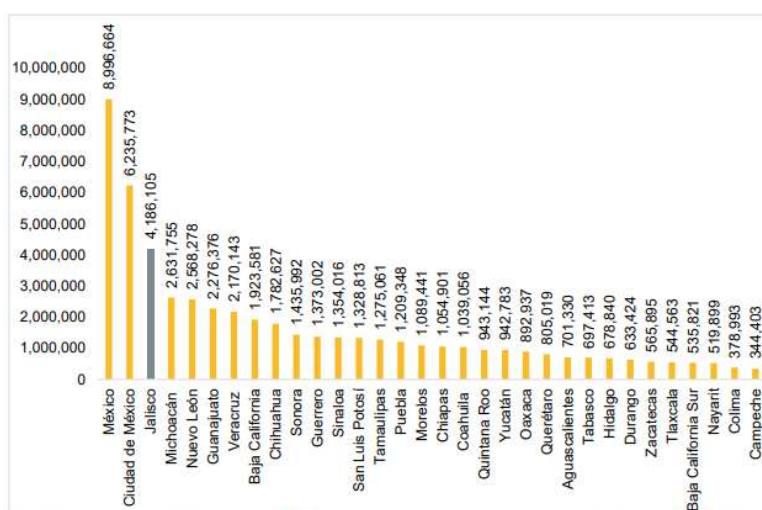
El diagnóstico de la Situación Actual que motiva la realización del proyecto, es el de resolver la problemática de congestionamientos de tráfico, inundaciones, mal estado de la carpeta asfáltica sobre esta vialidad, así como la falta de infraestructura incluyente y ciclovía lo que presenta altos costos Generalizados de Viaje –CGV-, caracterizados por bajas velocidades, altos tiempos de cruce para los usuarios, altos costos operacionales para los vehículos que por ahí transitan, esto debido al alto volumen de tránsito que circula en esta vialidad, así como evitar accidentes viales y peatonales.

La problemática vial genera condiciones de reducida seguridad operacional tanto para vehículos automotores como también para transporte no motorizado, como bicicletas y peatones. Los altos costos generalizados de viaje repercuten en un aumento de emisiones de gases efecto invernadero –GEI- los cuales además de ser causantes del Cambio Climático, las emisiones generadas por estos vehículos contribuyen a incrementar las enfermedades respiratorias. Esto significa una alta concentración de partículas contaminantes suspendidas en la atmósfera altamente nociva para la salud humana y el ecosistema. Los principales generadores de estas partículas son los vehículos de combustión interna.

Crecimiento del parque vehicular nivel nacional

A nivel nacional en 2021, se registraron 53 millones 115 mil 396 vehículos en circulación, de los cuales, el 16.9% corresponden al Estado de México, que es la entidad con el mayor número de vehículos en circulación, con 8 millones 996 mil 664 vehículos, seguido por la Ciudad de México con 6 millones 235 mil 773 y en tercera posición se ubica Jalisco con 4 millones 186 mil 105 vehículos, los cuales representan el 7.9% del total nacional.

Ilustración 1. Vehículos de motor registrados en circulación por entidad federativa, 2021



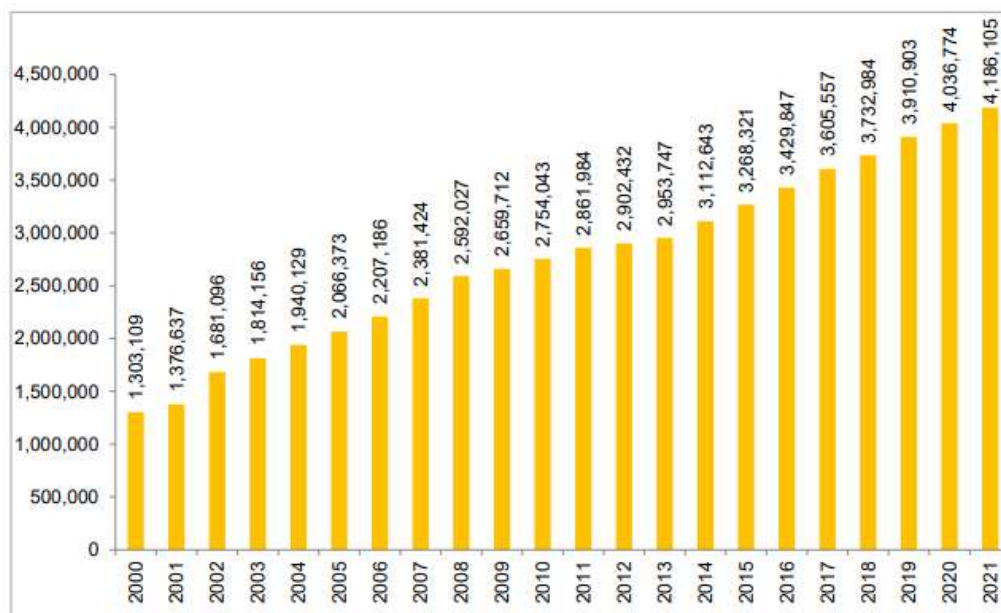
Fuente: Elaborado por el IIEG, con base en INEGI. Estadísticas de Vehículos de motor registrados en circulación 2000-2021

Crecimiento del parque vehicular en Jalisco y el AMG 2000-2021

De acuerdo al Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG), con base en INEGI, publicó las cifras definitivas de vehículos de motor registrados en circulación, correspondientes al año 2021. Por lo que el Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG), realiza un breve análisis con los principales resultados de esta información para Jalisco y el Área Metropolitana de Guadalajara.

El parque vehicular en Jalisco, de 2000 a 2021 ha registrado un incremento del 221.2%, pasando de 1 millón 303 mil 109 vehículos en el año 2000 a 4 millones 186 mil 105 en 2021; esto representó una tasa de crecimiento promedio anual de 5.7%¹. El incremento registrado en el último período que se tiene dato, 2020-2021, fue del 3.7%, pasando de 4 millones 036 mil 774 a 4 millones 186 mil 105 vehículos, como se aprecia en la siguiente ilustración.

Ilustración 2. Vehículos de motor registrados en circulación Jalisco 2000-2021

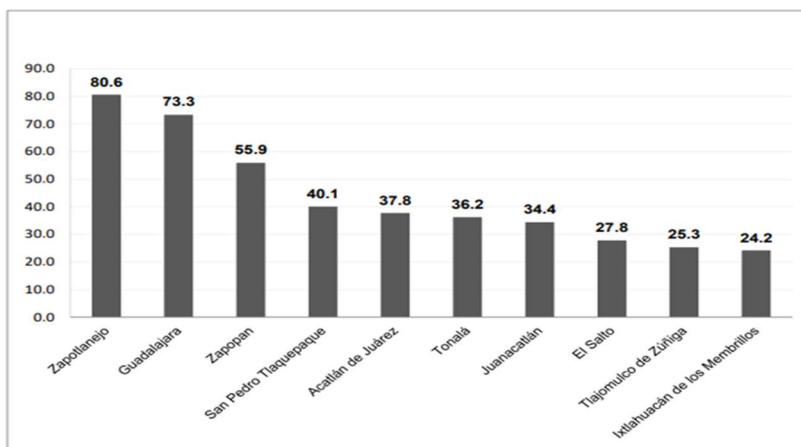


Fuente: Elaborado por el IIEG, con base en INEGI. Estadísticas de Vehículos de motor registrados en circulación 2000-2021

Tasa de vehículos de motor AMG.

Tasa de vehículos de motor AMG. El Área Metropolitana de Guadalajara, concentró el 63.6% del total del parque vehicular del estado de Jalisco, con 2 millones 661 mil 363 vehículos en circulación. La tasa de vehículos por cada 100 habitantes, de los municipios que integran el AMG, Zapotlanejo fue el municipio con la mayor tasa, con 80.6 vehículos por cada 100 habitantes; le siguió Guadalajara con 73.3 y Zapopan con 55.9. Como se ve en la ilustración 3

Ilustración 3. Tasa de vehículos de motor por cada 100 habitantes Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), 2021

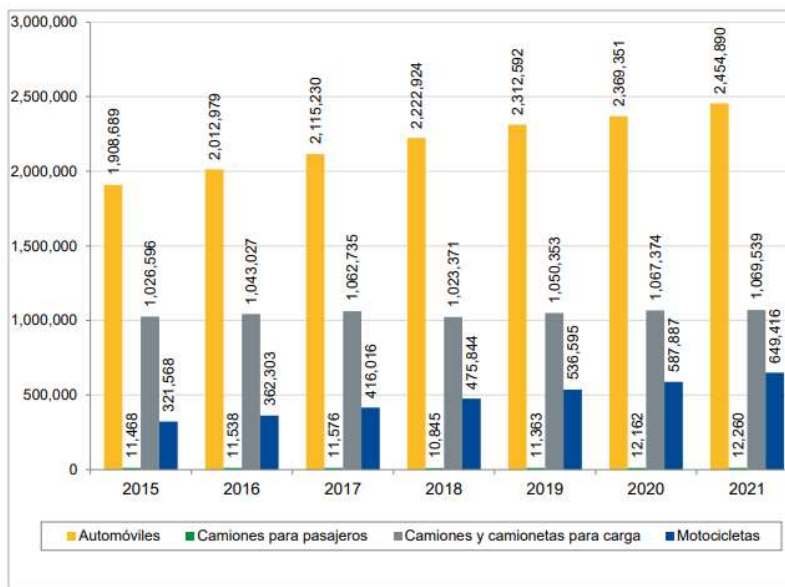


Fuente: Elaborado por el IIEG, con base en INEGI. Estadísticas de vehículos de motor registrados en circulación 2021, y Censo de Población y Vivienda 2020. Tabulados del Cuestionario Básico

Vehículos de motor por clase.

Por clase de vehículo, en 2021 Jalisco registró 2 millones 454 mil 890 automóviles, 1 millón 69 mil 539 camiones y camionetas para carga y 649 mil 539 motocicletas y 12 mil 260 camiones para pasajeros. De 2020 a 2021, la clase de vehículo que mayor incremento registró, fueron las motocicletas con un 10.5%, seguido por los automóviles con un 3.6% y por último los camiones para pasajeros con 0.8 y camionetas de carga con un 0.2%.

Ilustración 4. Vehículos de motor por clase de vehículo registrados en circulación, 2021.



Fuente: Elaborado por el IIEG, con base en INEGI. Estadísticas de Vehículos de motor registrados en circulación 2000-2021.

Siniestralidad

La problemática vial genera condiciones de reducida seguridad operacional tanto para vehículos automotores como también para transporte no motorizado, como bicicletas y peatones.

En el periodo del 1 de enero al 31 de diciembre de 2020 en **Zapopan**, registraron 387 hechos viales, que involucran a 976 personas, de los cuáles 493 sufrieron lesiones y 58 perdieron la vida. Los más afectados fueron hombres conductores, seguido de pasajeros y peatones. Los hechos viales ocurrieron con mayor frecuencia los jueves, en marzo y en agosto. Mientras que, en 2020, en Tlaquepaque hubo 188 accidentes viales, en Tonalá 84, en Tlajomulco 50 y en El Salto 4.

Entre los 6 municipios que considera la plataforma, el total de accidentes viales registrados en 2020 fue de 1,358; donde 3,442 personas se vieron involucradas; 1,804 se lesionaron y lamentablemente 174 perdieron la vida. El día con mayor incidencia fue el jueves entre 16 y 17 horas.

Son los motociclistas quienes más sufren por esta problemática, ya que encabezan la lista con 689 siniestros, seguido de 663 automovilistas, en tercer lugar, se encuentran incidentes con camionetas de pasajeros (218), luego, con el transporte público (179); bicicletas (71); taxis (52); ferrocarril (3) y macrobús 3.

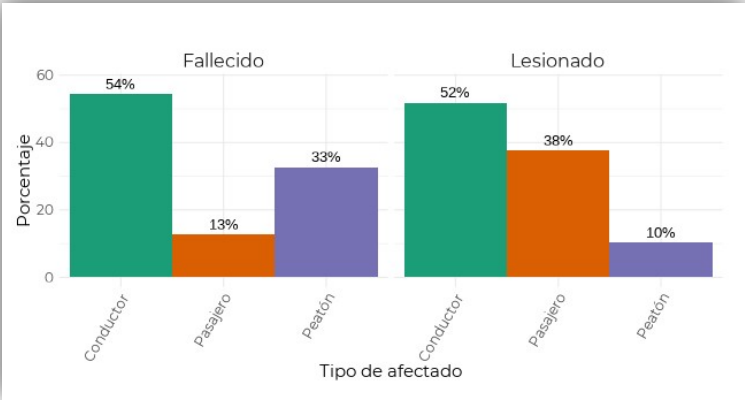
Ilustración 5. Mapa de accidentes viales registrados en 2020



Fuente: Mapa de siniestralidad IIEG con datos proporcionados por la Secretaría de Transporte del Estado de Jalisco¹

¹ <https://iieg.gob.mx/siniestralimap>

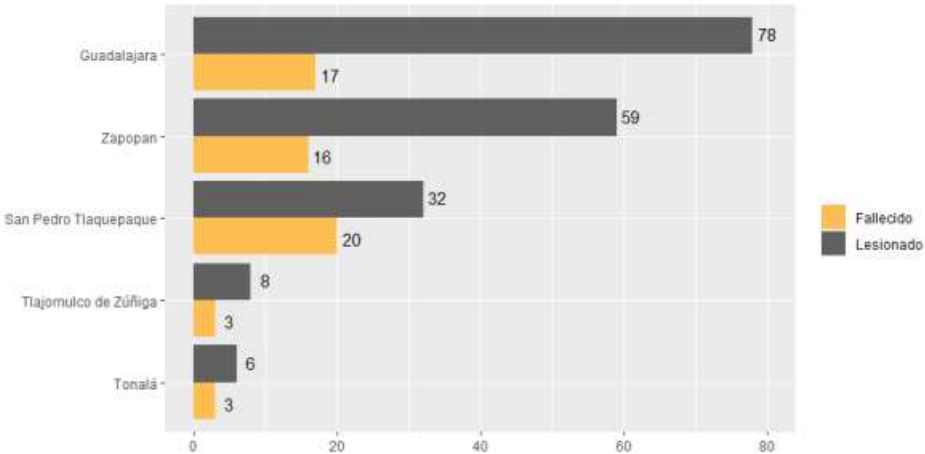
Ilustración 6. Tipo de afectado



Fuente: Mapa de siniestralidad IIEG con datos proporcionados por la Secretaría de Transporte del Estado de Jalisco

El municipio que tuvo un mayor número de peatones heridos o fallecidos fue Guadalajara con 95 involucrados (39.09%), donde 78 resultaron lesionados y 17 fallecidos, seguido de Zapopan con 75 peatones (30.86%) de los que 59 resultaron lesionados y 16 fallecidos. Los municipios con un número menor de peatones involucrados en siniestros fueron El Salto que no registró ninguno y Tonalá con 9 peatones (3.7%) de los que 6 resultaron heridos y 3 fallecidos.

Ilustración 7. Siniestralidad por municipio y consecuencia del hecho en 2020



Fuente: Elaborado por el IIEG con datos de siniestralidad proporcionados por la Secretaría de Transporte del Estado de Jalisco

La saturación de la infraestructura vial es un problema que va en aumento. El crecimiento poblacional, el deficiente servicio de transporte público y la falta de planeación de largo plazo en materia de movilidad son algunos de los factores que han ocasionado esta saturación al propiciar un aumento acelerado en el parque vehicular que rebasa la provisión de infraestructura por parte del Gobierno del Estado y sus municipios.

Análisis de la Oferta Existente

Microlocalización

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Zapopan que se localiza en la región centro del estado de Jalisco, en las coordenadas extremas de 20°25'30" a 20°57'00" de latitud norte y 103°19'30" a 103°39'20" de longitud oeste, a una altura de 1,548 metros sobre el nivel del mar. La extensión territorial es de 893.15 kilómetros cuadrados.

Limita al norte con los municipios de Tequila y San Cristóbal de la Barranca; al sur con los de Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque; al oriente con los de Guadalajara e Ixtlahuacán del Río y al poniente con Tala, El Arenal, Amatitán y Tequila.

Ilustración 8. Localización geográfica de Zapopan, Jalisco.



Fuente: IIEG, Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Jalisco, “Mapa General del Estado de Jalisco, 2012”

Micro localización

El tramo de estudio tendrá una longitud de 2.52 km, se localiza al oriente de la ZMG sobre la vía urbana Av. Bosques de San Isidro desde Anillo Periférico Manuel Gómez Morín (20.741801°, -103.386989°) hasta Av. Paseo de la Aves en el municipio de Zapopan (20.762822°, -103.382555°).

Ilustración 9. Localización del proyecto

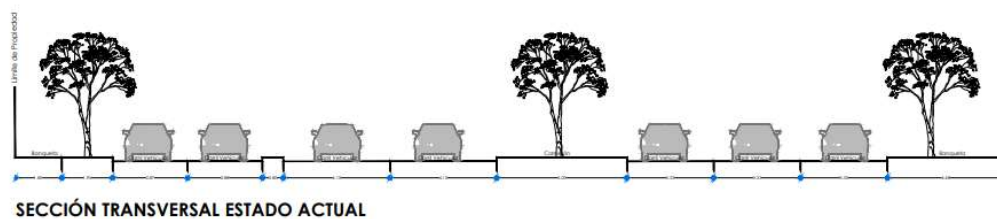


Fuente: Proyecto SIOP

Actualmente no se identifican vialidades de 3 carriles por sentido paralelas a Av. Bosques de San Isidro, por lo tanto, es la única vialidad de desfogue de estas colonias de la periferia, por lo que gradualmente se ha ido incrementando el parque vehicular, es una avenida que da entrada a la colonia Las Cañadas (San Isidro), así como a las colonias Zapopan Industrial Norte, Villas de Zapopan, Real del Bosque, San José del Bajío, Bosques del Centinela, San Isidro, Parques del Centinela, Paseo de los Bosques y Canteras.

El área de estudio es una zona urbana que se encuentra en un terreno topográficamente plano, la sección actual de la corona es de 40.00 m, en el cadenamiento 0+000 a 0+330 tiene de izquierda a derecha: banquetta, 2 carriles laterales, camellón, 2 carriles centrales, camellón central, 3 carriles centrales y banquetta; a partir del cadenamiento 0+330 a 1+700 de izquierda a derecha: banquetta, 2 carriles laterales, camellón, 2 carriles centrales, camellón central, 2 carriles centrales, camellón, 2 carriles laterales, banquetta, con un IRI de 6 m/km.

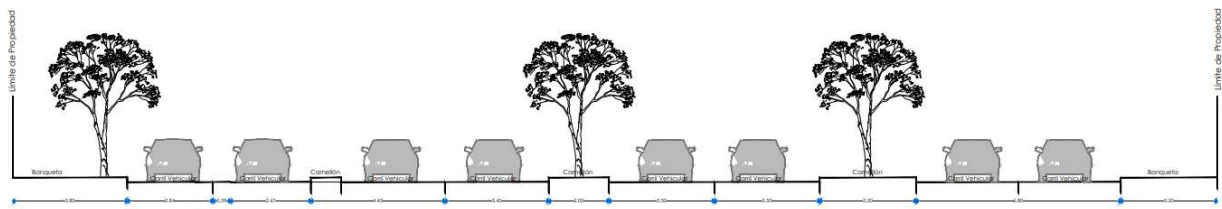
Ilustración 10. Corte transversal situación actual cadenamiento 0+000 a 0+330



SECCIÓN TRANSVERSAL ESTADO ACTUAL

Fuente: Proyecto SIOP

Ilustración 11. Corte transversal situación actual cadenamiento 0+330 a 1+700



SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

Fuente: Proyecto SIOP

A continuación, la siguiente tabla muestra las características geométricas de Av. Bosques de San Isidro:

Tabla 4. Características geométricas situación actual

Ancho de corona (ml)	Long (ml)	Cadenamiento	Banqueta izq (ml)	Ancho Carriles laterales Izq	Ancho Camellón lateral Izq	Ancho Carriles centrales izq (ml)	Ancho camellón central (ml)	Ancho carriles centrales der (ml)	Ancho Camellón lateral Der	Ancho Carriles laterales der (ml)	Banqueta der. (ml)
40	820	0+000 a 0+330	3.75	2.8700 2.8820	0.80	4.1000 4.1000	5.00	3.3300 3.3300 3.3300			4.48
		0+330 a 1+700	3.80	2.84 2.67	0.59	4.4500 3.4500	2.00	3.5000 3.5000	3.20	3.40 3.40	3.20

Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por SIOP.

Tabla 5. Características físicas del tramo sin proyecto

Concepto	Característica
Nombre	Av. Bosques de San Isidro
Tipo de vialidad	VP-3 Tipo A
Ancho de calzada	31.77 mts
Velocidad	38 km/hr
Longitud	2.52 km
Cadenamiento	0+000 a 2+520
Coordenadas	20.741801°, -103.386989° 20.762816°, -103.382487°
Altitud	1500 msnm
Tipo de terreno	Plano
Pendiente máxima	5%
Pendiente gobernadora	3%
Grado máximo de curvatura	2.5

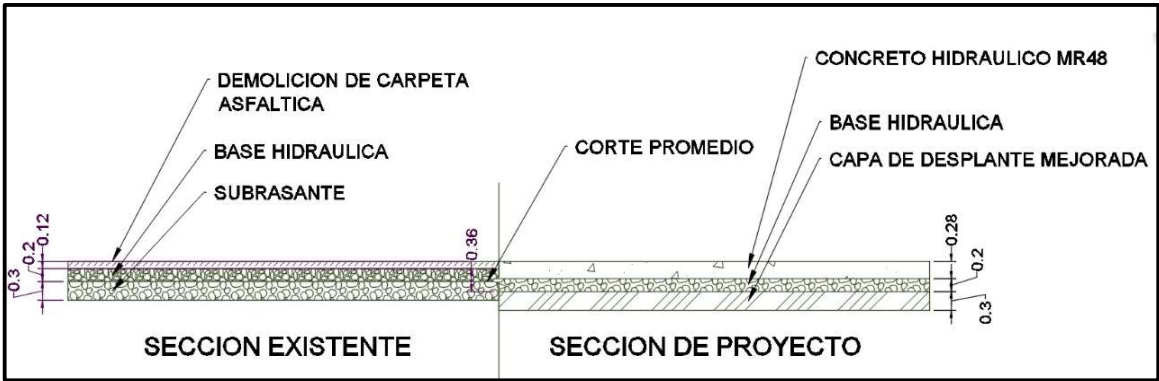
Análisis Costo-Beneficio “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”

Índice de rugosidad -IRI-	6.0 m/km carriles centrales
TDPA estimado	7,500 vehículos hora de máx. demanda
Carriles	Carriles centrales: 2 carriles (lado izquierdo) y 3 carriles (lado derecho) en mal estado Carriles laterales: 2 carriles lado izquierdo en mal estado Ancho de carril 2.67 a 4.45 m promedio
Carriles	Carriles centrales: 2 carriles (por sentido vial) en mal estado Carriles laterales: 2 carriles (por sentido) en mal estado Ancho de carril 2.67 a 4.45 m promedio
Banquetas y guarniciones	Las condiciones actuales son: dañada/mal estado guarniciones en las mismas condiciones.
Para buses	Cuenta con parabús en mal estado
Mobiliario urbano	Deficiente
Vegetación	Estas áreas se presentan descuidadas en algunos tramos.
Alumbrado público	Luminarias deficientes en su mayoría, presenta problemas de funcionamiento.
Infraestructura hidráulica	En mal estado
Señalamiento horizontal y vertical	2.52 km de señalamiento en mal estado

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

La estructura de la sección actual se muestra en la siguiente imagen.

Ilustración 12.- Sección tipo



Fuente: SIOP

Sentido de circulación, estado del pavimento y señalética.

La zona en estudio está completamente consolidada, es decir los sentidos de circulación se encuentran bien definidos. En el aspecto de superficie de rodamiento cuenta con pavimento tipo asfalto. El IRI estimado es de 6 km/m.

Se observa en la siguiente imagen mal estado físico del pavimento, el señalamiento horizontal se ve también deteriorado, y la piel de cocodrilo.

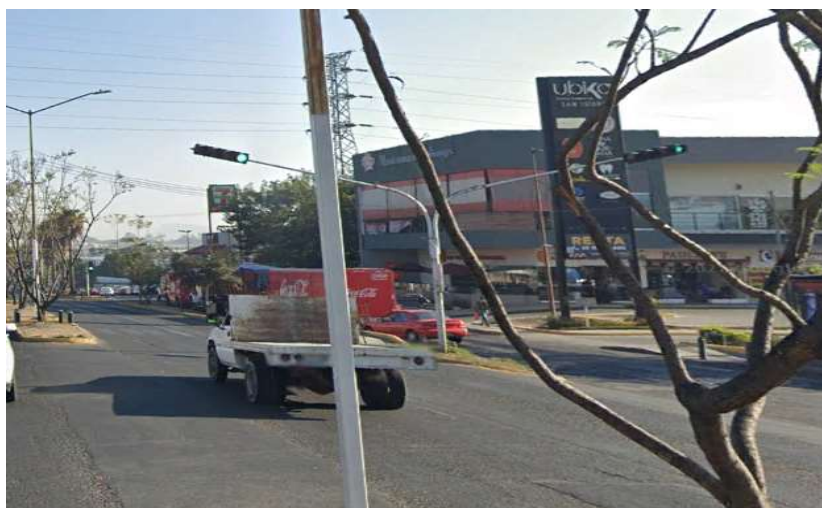
Ilustración 13.- Av. Bosques de San Isidro Norte -Sur



Fuente: SIOP

En la siguiente imagen se observa el mal estado del pavimento y la piel de cocodrilo.

Ilustración 14.- Av. Bosques de San Isidro Sur -Norte



Fuente: SIOP

La siguiente imagen muestra el mal estado de la señalética horizontal y el asfalto.

Ilustración 15.- Av. Bosques de San Isidro



Fuente: SIOP

De los daños que presenta la superficie de rodamiento, destacan los siguientes:

- Grietas tipo piel de cocodrilo, grietas superficiales.
- La base y subbase del tramo están muy deterioradas lo que hace que continuamente se tenga que reparar las grietas y roderas que se forman por el alto flujo vehicular y peso de éste, siendo esta una de las razones por la que se sugiere reemplazar el pavimento actual, de acuerdo al estudio de mecánica de suelos hecho por la SIOP.

La característica de operación actual de las vialidades seleccionadas está determinada por el estado de la superficie de rodamiento, presenta baches, ondulaciones permanentes y deformaciones importantes; lo que permite una velocidad promedio de los vehículos de 38 Km/h.

Tabla 6.- Velocidades Promedio Situación Actual

Velocidades situación actual	A	B	C
Con Congestión	38	35	30
Sin congestión (0 a.m. a 5 a.m.)	50	40	35

Fuente: SIOP

En adición con las condiciones operacionales, las condiciones climáticas son un factor adicional que repercute negativamente en el detrimento de la infraestructura. El promedio de clima anual en el municipio de Zapopan registra 38°C promedio anual con una precipitación pluvial de hasta 829.1 mm presentando condiciones climáticas semisecas y semicálidos. Estas variables atmosféricas contribuyen al deterioro de la superficie de rodamiento pavimentada actual provocando grandes problemas de tránsito vehicular.

El área de influencia del estudio está conformada por importantes zonas habitacionales, comerciales e industriales de la zona norte del área Metropolitana de Guadalajara, además de ser la vialidad principal de entrada a Las Cañadas y varias colonias colindantes como son Zapopan Industrial Norte, Villas de Zapopan, Real del Bosque, San José del Bajío, Bosques del Centinela, San Isidro, Parques del Centinela, Paseo de los Bosques y Canteras generando una importante movilidad en la zona, induciendo un alto flujo vehicular.

b) Análisis de la Demanda Actual

La demanda en análisis la constituyen los vehículos que transitan por la vialidad en cuestión. Un parámetro para medir esta demanda es el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) que es el número de vehículos promedio que pasan durante un día por un punto. Contar con el TDPA actual permite realizar un análisis de la interacción oferta – demanda actual, así como realizar una proyección de esta demanda para el correspondiente análisis de interacción.

El crecimiento del volumen de tránsito se encuentra restringido principalmente por la capacidad vial de la Av. Bosques de San Isidro en el tramo en análisis. El volumen de la hora de máxima demanda registrada corresponde a 7,500 vph, y en hora valle 1,875 vph.

Se realizaron las proyecciones de estas vialidades con la finalidad de conocer la demanda que se tendría en los próximos años para realizar una propuesta para el diseño de pavimentos y para que mejore el funcionamiento del sistema vial de la zona de estudio dentro de los plazos establecidos.

Estos datos fueron sometidos a proyecciones con una tasa de crecimiento del 3.8% con la finalidad de conocer la vida útil de estas arterias con las características actuales, obteniendo lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.- Distribución de la demanda

Movimiento	TDPA	A	B	C
Av. Bosques de San Isidro, tramo Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Valle de San Isidro. HORA PICO	7,500	91%	4%	5%
Av. Bosques de San Isidro, tramo Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Valle de San Isidro. HORA VALLE	1,875	91%	5%	4%

Fuente: IMTJ

Para el presente estudio, se consideró una clasificación vehicular, tal como se muestra en la tabla siguiente, de los vehículos que transitan por la zona de estudio.

Tabla 8. Clasificación vehicular.

Nomenclatura	Descripción
A	Autos, Pick Up Y Van's
B	Autobuses de 2 a 4 ejes
C	Camiones de 2 a 4 Ejes y Trailers de 3 a 9 Ejes

Fuente: IMTJ

Se estimó el promedio vehicular diario -TDPA- para la situación con congestión y sin congestión, el promedio vehicular es la referencia en cuanto a la cantidad de vehículos que transitan con intención de ingresar a las colonias adyacentes en el tramo de estudio sobre Av. Bosques de San Isidro.

La tasa de crecimiento vehicular se estimó en 3.8% a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 9 Demanda vehicular

Año		TDPA CON CONGESTION Tránsito (Veh/Día)			TDPA SIN CONGESTION Tránsito (Veh/Día)		
		A	B	C	A	B	C
2022	0	6825	300	375	1706	94	75
2023	1	7084	311	389	1771	97	78
2024	2	7354	323	404	1838	101	81
2025	3	7633	336	419	1908	105	84
2026	4	7923	348	435	1981	109	87
2027	5	8224	361	452	2056	113	90
2028	6	8537	375	469	2134	117	94
2029	7	8861	389	487	2215	122	97
2030	8	9198	404	505	2299	126	101
2031	9	9547	420	525	2387	131	105
2032	10	9910	436	545	2478	136	109
2033	11	10287	452	565	2572	141	113
2034	12	10678	469	587	2669	147	117
2035	13	11083	487	609	2771	152	122
2036	14	11504	506	632	2876	158	126
2037	15	11942	525	656	2985	164	131
2038	16	12395	545	681	3099	170	136
2039	17	12866	566	707	3217	177	141
2040	0	13355	587	734	3339	183	147
2041	19	13863	609	762	3466	190	152
2042	20	14390	633	791	3597	198	158
2043	21	14936	657	821	3734	205	164
2044	22	15504	681	852	3876	213	170
2045	23	16093	707	884	4023	221	177
2046	24	16705	734	918	4176	229	184
2047	25	17339	762	953	4335	238	191
2048	26	17998	791	989	4500	247	198
2049	27	18682	821	1027	4671	257	205
2050	28	19392	852	1066	4848	266	213
2051	29	20129	885	1106	5032	276	221
2052	30	20894	918	1148	5224	287	230

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

c) Interacción de la Oferta-Demanda

Para el diagnóstico de la interacción oferta---demanda se realiza un análisis para determinar el nivel de servicio de la intersección, así como el de los tramos de las vialidades que concurren en este punto.

El nivel de servicio mide cualitativamente la calidad del flujo vehicular describiendo las condiciones bajo las cuales operan los vehículos, así como la percepción que tienen los usuarios de esta calidad. La velocidad de operación, el volumen de tránsito, la composición del tránsito, los movimientos direccionales, las características físicas de las vialidades son los principales factores que intervienen en el nivel de servicio de una intersección de dos o más vialidades.

El conocimiento del nivel de servicio en el que operan las vialidades permite establecer una comparación entre la oferta y la demanda de servicio, reflejando su grado de eficiencia.

Las características actuales del tramo, influyen directamente en los Costos Generalizados de Viaje (CGV) para los usuarios, los cuales cambian dependiendo del tipo de vehículo con el que se transportan. De igual manera, las velocidades también se ven afectadas. Cada tipo de vehículo tiene variación de velocidad dependiendo del tramo o sentido en que está circulando, lo cual, aunado a lo anterior, afecta a los CGV's.

Por capacidad se entiende como el número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar:

- la velocidad
- el tiempo de recorrido
- las interrupciones al movimiento continuo del tránsito
- la libertad de manejo
- la comodidad
- los costos de operación.

En la práctica se manejan seis niveles de servicio para identificar las condiciones de operación de un camino.

Así, la capacidad y nivel de servicio en el que opera una intersección o tramo vial, o más propiamente en cada acceso a estos, se puede clasificar en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Capacidad Vial, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el resultado se obtuvo con base en los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

Tabla 10 Definiciones de los niveles de servicio

Nivel de servicio	Vías de carriles múltiples	Vías de dos carriles (adicional a vías de carriles múltiples)	Intersecciones con semáforos
A	Representa circulación a flujo libre. Los usuarios están exentos de la presencia de otros en la circulación. Poseen altísima libertad para elegir su velocidad y maniobrar dentro del tránsito. El nivel de comodidad y conveniencia es excelente.	Los conductores pueden viajar a la velocidad deseada. La frecuencia de rebase es alta.	Operación de demoras muy bajas, menores a 10 segundos por vehículo. Sincronía favorable y ciclos cortos
B	Esta dentro del rango de flujo libre, aunque se empieza a observar otros vehículos en la circulación. La libertad de selección de velocidad no se afecta, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. Buen nivel de comodidad y conveniencia.	La demanda por rebase es más significativa. Por encima de esta tasa de flujo, el número de grupos vehiculares se incrementa significativamente.	Operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Buena sincronía y ciclos cortos. Algunos vehículos comienzan a detenerse.
C	Significa que el flujo es estable, pero marca el comienzo de afectaciones significativas en la operación, la velocidad se ve afectada por la presencia del tránsito y la libertad de maniobra comienza a ser restringida, y el nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.	Aumenta notablemente la formación de grupos de vehículos. Existen más zonas de no rebase, por lo que la capacidad de rebase disminuye. El flujo es estable, pero se presenta congestión debido a vehículos que realizan maniobras de vuelta a la circulación de vehículos lentos	Operaciones con demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse.
D	Representa elevadas densidades de tránsito, velocidades y libertad de maniobra seriamente restringidas, un nivel de comodidad y conveniencia bajo para el usuario y formación de pequeñas colas.	El flujo vehicular es inestable. Los volúmenes de tránsito son altos y las maniobras de rebase se tornan difíciles.	Operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículos. Sincronía regular y ciclos largos. Las demoras pueden deberse a llegadas en fase roja o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen.
E	Significa que el funcionamiento está cerca del límite de su capacidad, la velocidad de operación es baja, las maniobras son difíciles, los niveles de comodidad y	El rebase es prácticamente imposible y los grupos vehiculares son intensos a medida que se encuentran vehículos lentos u otras interrupciones	Operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Las demoras son causadas por sincronías pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas

	conveniencia son extremadamente bajas y la circulación es inestable, produciéndose colapsos frecuentes		
F	Significa que existen condiciones de tránsito forzados, los rebases se vuelven muy difíciles, las velocidades de operación son extremadamente bajas y se forman colas, por lo que la mayor parte del recorrido transcurre siguiendo grupo de vehículos.	Representa flujo congestionado con demandas vehiculares que exceden la capacidad. Las velocidades son muy variables.	Operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Sincronía muy pobre y ciclos demasiado largos. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y saturación.

Fuente: Cal y Mayor, y Cárdenas, 2007. Metodología de evaluación de proyectos viales

La información presentada en este documento se generó mediante la metodología presentada en la publicación “Capacidad y niveles de servicio en la Red Federal de Carreteras” 2021², generada mediante la metodología presentada en la publicación “Manual de Capacidad Vial”, editado por la SCT en 1991, a partir de consideraciones de índole general, de las que se pueden citar las siguientes:

- El factor de ajuste por ancho de carril y distancia a obstáculos laterales se determinó a partir de los anchos de carril y acotamiento observados y o de proyecto.
- La relación volumen-capacidad “v/c” se determinó a partir de los promedios de velocidad observada en cada tipo de terreno.
- Para el ancho de corona se consideró la información complementaria que se levanta durante la ejecución de Estudios de Tránsito

Con la información obtenida en campo, y en gabinete, se obtuvieron los niveles de servicio de la situación actual, proyectados a 30 años, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 11.- Proyección del TDPA y nivel de servicio

Año		Av. Bosques de San Isidro CON CONGESTIÓN		Av. Bosques de San Isidro SIN CONGESTIÓN	
		TDPA	Nivel de Servicio	TDPA	Nivel de Servicio
2022	0	6825	B	1706	B
2023	1	7084	B	1771	B
2024	2	7354	B	1838	B

² https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Capacidades/capacidades_2020/1_PDFsam_1Publicaci%C3%B3nCAPyNS_Fed_TDPA2021_SCT.pdf

Análisis Costo-Beneficio “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”

2025	3	7633	B	1908	B
2026	4	7923	B	1981	C
2027	5	8224	C	2056	C
2028	6	8537	C	2134	C
2029	7	8861	C	2215	C
2030	8	9198	C	2299	C
2031	9	9547	C	2387	C
2032	10	9910	C	2478	C
2033	11	10287	C	2572	C
2034	12	10678	C	2669	C
2035	13	11083	C	2771	C
2036	14	11504	C	2876	C
2037	15	11942	C	2985	C
2038	16	12395	C	3099	C
2039	17	12866	C	3217	D
2040	18	13355	D	3339	D
2041	19	13863	D	3466	D
2042	20	14390	D	3597	D
2043	21	14936	D	3734	D
2044	22	15504	D	3876	D
2045	23	16093	D	4023	D
2046	24	16705	D	4176	D
2047	25	17339	D	4335	D
2048	26	17998	D	4500	D
2049	27	18682	D	4671	E
2050	28	19392	E	4848	E
2051	29	20129	E	5032	E
2052	30	20894	E	5224	E

Fuente: Elaboración propia

El análisis de capacidad con base en la información de oferta y demanda actual, indica que en las horas de máxima demanda los niveles de servicio son de C y D, predominando niveles C, lo que causa que el tramo funcione a una velocidad promedio de 38 km/h, ya que lo que nos interesa es saber cuál es el beneficio de reemplazar el pavimento en ese tramo, supone no hay cambio de velocidad al llevar a cabo el proyecto.

Costos generalizados de viaje

En este apartado se analiza cómo interactúan la oferta y demanda en cada trazo con respecto a la demanda motorizada registrada en los aforos, lo cual se refleja en la velocidad, el tiempo de recorrido y el costo en el que incurren los usuarios; los Costos Generalizados de Viaje se integra por

el Costo de Operar de los Vehículos más el costo del Tiempo de Recorrido que valora el tiempo empleado en el viaje que realiza el usuario.

Costo de Operación Vehicular

El COV mide en términos monetarios el costo que le representa al usuario circular por un tramo vial. La unidad con que se expresa es \$/km. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, así como a la altitud sobre el nivel del mar.

Con base en la memoria de cálculo se determinaron los siguientes costos vehiculares de inversión por kilómetro, estos costos no incluyen tiempo de operarios ni tiempo de pasajeros. La obtención de COV requiere el Costo por Kilómetro (\$/km), la demanda anual y los km por tipo de vehículos.

Tabla 12.-Interacción Oferta-Demanda en la situación actual

Año		Costos de Operación Vehicular (\$/km) CON CONGESTION			Costos de Operación Vehicular (\$/km) SIN CONGESTION		
		A	B	C	A	B	C
2022	0	5.98	18.09	15.95	5.37	16.83	14.43
2023	1	6.00	18.11	15.97	5.39	16.85	14.45
2024	2	6.02	18.13	15.99	5.41	16.87	14.47
2025	3	6.04	18.15	16.01	5.43	16.89	14.49
2026	4	6.07	18.18	16.04	5.46	16.92	14.52
2027	5	6.10	18.18	16.07	5.49	16.95	14.55
2028	6	6.13	18.24	16.10	5.52	16.98	14.58
2029	7	6.16	18.27	16.13	5.55	17.01	14.61
2030	8	6.19	18.30	16.16	5.58	17.04	14.64
2031	9	6.23	18.34	16.20	5.62	17.08	14.68
2032	10	6.27	18.38	16.24	5.66	17.12	14.72
2033	11	6.31	18.42	16.28	5.70	17.16	14.76
2034	12	6.35	18.46	16.32	5.74	17.20	14.80
2035	13	6.39	18.50	16.36	5.78	17.24	14.84
2036	14	6.43	18.54	16.40	5.82	17.28	14.88
2037	15	6.48	18.59	16.45	5.87	17.33	14.93
2038	16	6.53	18.64	16.50	5.92	17.38	14.98
2039	17	6.58	18.69	16.55	5.97	17.43	15.03
2040	18	6.63	18.74	16.60	6.02	17.48	15.08
2041	19	6.68	18.79	16.65	6.07	17.53	15.13
2042	20	6.73	18.84	16.70	6.12	17.58	15.18

2043	21	6.78	18.89	16.75	6.17	17.63	15.23
2044	22	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2045	23	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2046	24	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2047	25	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2048	26	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2049	27	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2050	28	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2051	29	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28
2052	30	6.83	18.94	16.80	6.22	17.68	15.28

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Costo de Tiempo de Recorrido

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. Es el segundo insumo importante y consta de realizar la estimación del valor económico del tiempo de recorrido de los usuarios con la infraestructura actual.

Para la estimación del costo se requiere además de insumos como trazo en km y coeficientes de pasajeros por tipo de vehículo el valor del tiempo por motivo de trabajo y por motivo de placer, estos datos se obtienen del *Boletín Notas 189, Artículo 1, Enero-Febrero de 2021, del IMT. De acuerdo con los estudios realizados por esta institución, se presenta el valor por estado de la República*. En dicha publicación, para calcular el valor económico del tiempo de los usuarios, se hace intervenir al salario mínimo, el promedio del número de horas trabajadas por semana por la población ocupada y el ingreso de la población, así como el número de miembros de la familia con aportación al ingreso familiar.

Tabla 13 Configuración del valor de tiempo

Configuración del valor del tiempo	Valor	Unidad
Valor tiempo por motivo de trabajo \$/h	65.18	\$/h
Valor del tiempo por motivo de placer \$/h	42.15	\$/h
Pasajeros por auto	2.41	pas/veh
Pasajeros por autobús	23.40	pas/veh
Pasajeros por camión de carga o tracto camión	1.0	pas/veh
Peso medio de la carga (ton/vehículo)	20.83	\$/ton/veh
Valor del tiempo de la carga	151.92	ton/veh

Fuente: Elaborada con datos del Instituto Mexicano del Transporte y SCT, 2021

Tabla 14. Costo de tiempo de recorrido actual del tramo

AÑO		Velocidad de Operación (km/hr) CON CONGESTION			Velocidad de operación (\$/km) SIN CONGESTION		
		A	B	C	A	B	C
2022	0	38	35	30	50	40	35
2023	1	38	35	30	50	40	35
2024	2	38	35	30	50	40	35
2025	3	38	35	30	50	40	35
2026	4	38	35	30	50	40	35
2027	5	38	35	30	50	40	35
2028	6	38	35	30	50	40	35
2029	7	38	35	30	50	40	35
2030	8	38	35	30	50	40	35
2031	9	36	34	29	48	39	30
2032	10	36	34	29	48	39	30
2033	11	36	34	29	48	39	30
2034	12	36	34	29	48	39	30
2035	13	36	34	29	48	39	30
2036	14	36	34	29	48	39	30
2037	15	36	34	29	48	39	30
2038	16	34	33	27	46	37	28
2039	17	34	33	27	46	37	28
2040	18	34	33	27	46	37	28
2041	19	34	33	27	46	37	28
2042	20	34	33	27	46	37	28
2043	21	32	31	25	44	35	26
2044	22	32	31	25	44	35	26
2045	23	32	31	25	44	35	26
2046	24	32	31	25	44	35	26
2047	25	32	31	25	44	35	26
2048	26	32	31	25	44	35	26
2049	27	32	31	25	44	35	26
2050	28	32	31	25	44	35	26
2051	29	32	31	25	44	35	26
2052	30	32	31	25	44	35	26

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

El resultado de los costos generalizados de viaje actual se presenta en las tablas siguientes:

Tabla 15 Costo generalizado de viaje actual

Costos Generalizados de Viaje					
Año		CON CONGESTION		SIN CONGESTION	
		COV	TIEMPO	COV	TIEMPO
0	2022	48,034	34,825	12,872	7,507
1	2023	50,002	36,148	13,396	14,146
2	2024	52,051	37,522	13,940	14,684
3	2025	54,183	38,948	14,506	15,242
4	2026	56,482	40,428	15,115	15,821
5	2027	58,868	41,964	15,748	16,422
6	2028	61,374	43,559	16,408	17,046
7	2029	63,975	45,214	17,095	17,694
8	2030	66,685	46,932	17,811	18,366
9	2031	69,605	51,007	18,459	20,883
10	2032	72,651	52,945	19,256	21,676
11	2033	75,827	54,957	20,086	22,500
12	2034	79,140	57,045	20,952	23,355
13	2035	82,596	59,213	21,855	24,242
14	2036	86,200	61,463	22,796	25,164
15	2037	90,079	63,799	23,805	26,120
16	2038	94,128	69,561	24,545	28,719
17	2039	98,355	72,204	25,632	29,810
18	2040	102,768	74,948	26,767	30,943
19	2041	107,374	77,796	27,950	32,119
20	2042	112,181	80,752	29,185	33,339
21	2043	117,199	89,139	30,096	36,798
22	2044	122,436	92,526	31,426	38,196
23	2045	127,088	96,042	32,620	39,648
24	2046	131,918	99,692	33,860	41,154
25	2047	136,931	103,480	35,146	42,718
26	2048	142,134	107,413	36,482	44,341
27	2049	147,535	111,494	37,868	46,026
28	2050	153,141	115,731	39,307	47,775
29	2051	158,961	120,129	40,801	49,591
30	2052	165,001	124,694	42,351	51,475

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Cuando una vialidad como la Av. Bosques de San Isidro se convierte a través del tiempo en vialidad principal como consecuencia del cambio de la zona de ubicación en área urbana, esta adquiere funciones diferentes a las originales y modifica sus características físicas y geométricas transformándose y alcanzando un nivel de estatus “peligroso”. Esto derivado del alto grado de accidentes viales por la combinación de vehículos y por la convivencia de todo tipo de usuarios. Considerando la oferta y la demanda de estudio en la situación actual los resultados obtenidos son:

- **Señalamiento horizontal y vertical.** Problemática vial afectable tanto para la movilidad motorizada como para la no motorizada por la falta de señalamiento horizontal, vertical y semaforización sobre todo peatonal en cruces relevantes que no priorizan y ofrecen cruces seguros con el fin de evitar accidentes, la situación en general produce que se preste a la población usuaria un servicio deficiente.
- **Banquetas, guarniciones, cenefas y rampas peatonales:** La falta de infraestructura eficiente de banquetas genera molestias entre los usuarios ya que solo el 15% de la infraestructura del tramo presenta infraestructura eficiente, el resto en malas condiciones generando una mala calidad del servicio y molestias a los usuarios sobre todo a las personas con capacidad diferentes puesto que la infraestructura no está diseñada para atender sus necesidades.
- **Alumbrado público.** Problemas causados por el actual sistema de alumbrado público a base de luminarias que han presentado constantes fallas. La problemática radica en la falta de iluminación principalmente en horarios nocturnos o sin luz solar lo que genera puntos ciegos tanto para la demanda motorizada como demanda no motorizada, repercutiendo en problemas de otros tipos como acceso a transporte público, inseguridad, accidentes viales y accidentes peatonales.

Tabla 16 Interacción oferta-demanda movilidad no motorizada: peatones situación actual

Peatones	Velocidad Promedio Peatón	Nivel Seguridad Movilidad Peatonal	Andador Peatonal Continuo	Señalética Peatonal	Nivel de Iluminación
Tramo	2.8 Km/h	Bajo	No	Inexistente	Deficiente

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

II. Situación sin Proyecto

Sí bien resulta complejo realizar acciones de optimización a la infraestructura actual la presente evaluación plantea medidas técnicas, económicas, legales o administrativas que permiten mitigar en alguna medida la problemática identificada y que el costo de llevarlas a cabo no sobrepasa el 10% del monto total de inversión del proyecto en el horizonte de evaluación.

a) Optimizaciones

La medida de optimización sería la de continuar con los trabajos de conservación y mantenimiento de la Av. Bosques de San Isidro para mejorar la superficie de rodamiento, banquetas, guarnición e iluminación, sin embargo, acciones tendrían un impacto mínimo en la resolución del problema.

Tabla 17 Costo de optimización

Descripción	Monto
Conservación y mantenimiento	\$9,800,000
Iluminación, Dispositivos y señalamiento vial	\$3,950,00
Limpiezas	\$250,000
Total	\$14,000,000

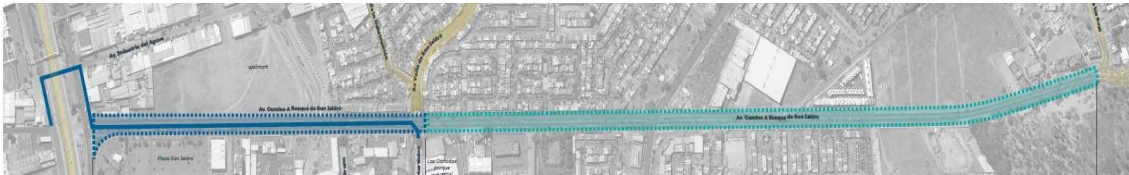
Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Las optimizaciones corresponden al 10% del monto de inversión total con proyecto. Las optimizaciones se ejecutarán en un plazo de 10 meses. Se realizarán trabajo en carriles laterales y centrales existentes, trabajos en iluminación, bocas de tormenta, pozos de visita y señalamiento tanto horizontal como vertical, estos componentes afectan directamente la velocidad y los costos operativos, por lo que, los costos generalizados de viaje presentarían ligeros ahorros en el tramo de estudio.

b) Análisis de la Oferta optimizada

El tramo de estudio tendrá una longitud de 2.52 km, se localiza al oriente de la ZMG sobre la vía urbana Av. Bosques de San Isidro desde Anillo Periférico Manuel Gómez Morín (20.741801°, -103.386989°) hasta Av. Paseo de la Aves en el municipio de Zapopan (20.762822°, -103.382555°).

Ilustración 16. Localización del tramo de estudio



Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

Tabla 18. Características físicas y geométricas del tramo en la situación optimizada

Concepto	Característica
Nombre	Av. Bosques de San Isidro
Tipo de vialidad	VP-3 Tipo A
Ancho de calzada	31.77 mts
Ancho de corona	40 mts
Velocidad Proyectada	40 km/hr
Longitud	2.52 km
Cadenamiento	0+000 a 2+520
Coordenadas	20.741801°, -103.386989° 20.762816°, -103.382487°
Altitud	1500 msnm
Tipo de terreno	Plano
Pendiente máxima	5%
Pendiente gobernadora	3%
Grado máximo de curvatura	2.5
Índice de rugosidad -IRI-	5.0 m/km carriles centrales
TDPA estimado	7,500 vehículos hora de máx. demanda
Carriles 0+000 a 0+820	Carriles centrales: 2 carriles (lado izquierdo) y 3 carriles (lado derecho) en mal estado Carriles laterales: 2 carriles lado izquierdo en mal estado Ancho de carril 2.67 a 4.45 m promedio
Carriles 0+820 a 2+520	Carriles centrales: 2 carriles (por sentido vial) en mal estado Carriles laterales: 2 carriles (por sentido) en mal estado Ancho de carril 2.67 a 4.45 m promedio
Banquetas y guarniciones	Las condiciones actuales son: dañada/mal estado guarniciones en las mismas condiciones.
Para buses	Cuenta con parabús en mal estado
Mobiliario urbano	Deficiente
Vegetación	Estas áreas se presentan descuidadas en algunos tramos.
Alumbrado público	Luminarias deficientes en su mayoría, presenta problemas de funcionamiento.
Infraestructura hidráulica	En mal estado
Señalamiento horizontal y vertical	2.52 m de señalamiento en mal estado

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

c) Análisis de la Demanda

Debido a que en la situación optimizada no se modifica el trazo geométrico de la vialidad analizada, no se tiene tránsito asignado por lo que la demanda en la situación actual y la situación optimizada es la misma.

La siguiente tabla muestra el TDPA de la situación sin proyecto optimizada:

Tabla 19. Composición vehicular en Situación Sin Proyecto

Movimiento	TDPA	A	B	C
Av. Bosques de San Isidro, tramo Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Valle de San Isidro. HORA PICO	7,500	91%	4%	5%
Av. Bosques de San Isidro, tramo Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Valle de San Isidro. HORA VALLE	1,875	91%	5%	4%

Fuente: Elaboración propia

d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

De acuerdo a los datos que se tienen de oferta y demanda y realizando el análisis correspondiente se concluye que la interacción oferta-demanda en la situación optimizada, el tramo en análisis cuenta con un Nivel de servicio B.

A continuación, se realiza una comparación del nivel de servicio (interacción oferta-demanda) en los posteriores años del horizonte de evaluación, proyectando el TDPA, a fin de conocer el comportamiento de esta interacción para la situación optimizada.

La siguiente tabla muestra los Costos Generalizados de Viaje proyectados a lo largo de la duración del proyecto, es decir 30 años, para el tramo en análisis.

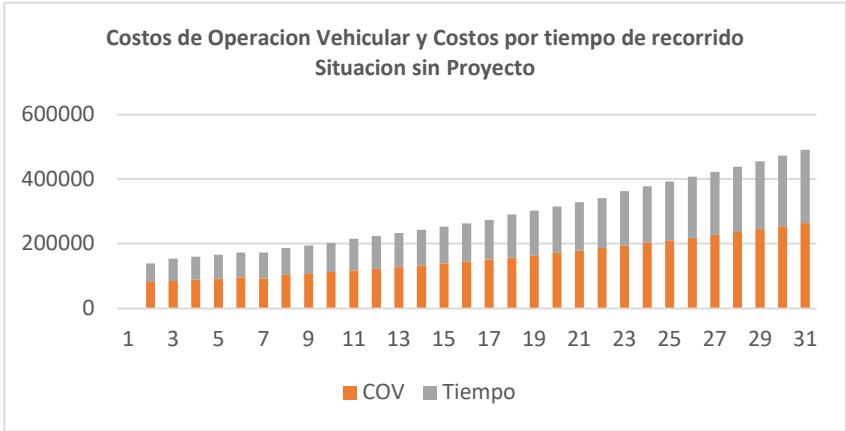
Tabla 20-Proyección del TDPA y nivel de servicio

Año		Av. Bosques de San Isidro CON CONGESTIÓN		Av. Bosques de San Isidro SIN CONGESTIÓN	
		TDPA	Nivel de Servicio	TDPA	Nivel de Servicio
2022	0	6825	B	1706	B
2023	1	7084	B	1771	B
2024	2	7354	B	1838	B
2025	3	7633	B	1908	B
2026	4	7923	B	1981	C
2027	5	8224	C	2056	C
2028	6	8537	C	2134	C
2029	7	8861	C	2215	C

2030	8	9198	C	2299	C
2031	9	9547	C	2387	C
2032	10	9910	C	2478	C
2033	11	10287	C	2572	C
2034	12	10678	C	2669	C
2035	13	11083	C	2771	C
2036	14	11504	C	2876	C
2037	15	11942	C	2985	C
2038	16	12395	C	3099	C
2039	17	12866	C	3217	D
2040	18	13355	D	3339	D
2041	19	13863	D	3466	D
2042	20	14390	D	3597	D
2043	21	14936	D	3734	D
2044	22	15504	D	3876	D
2045	23	16093	D	4023	D
2046	24	16705	D	4176	D
2047	25	17339	D	4335	D
2048	26	17998	D	4500	D
2049	27	18682	D	4671	E
2050	28	19392	E	4848	E
2051	29	20129	E	5032	E
2052	30	20894	E	5224	E

Fuente Elaboración propia

Tabla 21-Costos Generalizados de viaje situación sin proyecto



Fuente: elaboración propia.

Interacción oferta-demanda no cuantificable

Considerando la oferta y la demanda de estudio en la situación optimizada los resultados obtenidos son:

- **Señalamiento horizontal y vertical.** En el caso del señalamiento horizontal la problemática sobre todo en los carriles existentes se resuelve mejorando la calidad del servicio haciendo eficiente la circulación. Por otro lado, no atender la señalética vertical generaría cierta deficiencia particularmente en el caso de señales como velocidad máxima.
- **Banquetas, guarniciones y rampas:** La reposición del 70% de banquetas y guarniciones existentes con mayores daños en el tramo de estudio genera mejoras en la calidad de servicio ofreciendo espacios más seguros para que los peatones puedan circular, la reconstrucción de estos puntos también genera inclusión al atender a las personas con capacidades diferentes reduciendo las molestias que se generaban.
- **Alumbrado público.** Luminarias con poste nuevo que resuelve la problemática de iluminación sobre el tramo en estudio previniendo accidentes y mejorando el nivel de servicio de la vialidad.

Tabla 22. Interacción oferta-demanda movilidad no motorizada: peatones sin proyecto

Peatones	Velocidad Promedio Peatón	Nivel Seguridad Movilidad Peatonal	Andador Peatonal Continuo	Señalética Peatonal	Nivel de Iluminación
Tramo	3.0 Km/h	Medio	Si	Medio	Bueno

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

e) Alternativas de Solución

El tramo de estudio tendrá una longitud de 2.52 km, se localiza al oriente de la ZMG sobre la vía urbana Av. Bosques de San Isidro desde Anillo Periférico Manuel Gómez Morín (20.741801°, -103.386989°) hasta Av. Paseo de la Aves en el municipio de Zapopan (20.762822°, -103.382555°).

Para resolver la problemática expuesta se evaluaron dos alternativas con el fin de exponer las soluciones que ayuden a maximizar la inversión con el mínimo costo.

Las alternativas planteadas son las siguientes:

Alternativa 1.

Esta alternativa consiste en el reemplazo del pavimento asfáltico actual por pavimento en concreto hidráulico. El reemplazo incluirá la reconstrucción de la base y subbase debido a que estos elementos ya debido a que estos elementos ya cuentan con un gran deterioro. La longitud del proyecto es de 2.52 km. Los trabajos realizados para esta alternativa comprenden excavaciones, terracerías, acarreos, rellenos, pavimentación, señalamiento horizontal y vertical, obras complementarias, losas y permisos; no se requiere el pago de afectaciones ni de indemnizaciones, toda vez que la modernización de la vialidad se hará en el derecho estatal de vía ya existente.

Tabla 23. Monto total de inversión Estatal

Descripción	Monto
Preliminares	\$396,588
Demoliciones y desmontajes	\$3,512,404
Terracerías	\$5,888,974
Línea de agua potable	\$1,722,056
Construcción de colector de alejamiento	\$37,428,524
Sistema de drenaje sanitario	\$10,049,712
Sistema de alumbrado	\$4,062,599
Pavimentación	\$30,570,266
Banquetas y paisaje urbano	\$13,622,743
Dispositivos y señalamiento vial	\$3,117,907
Ciclovía	\$8,878,494
Reubicación de semáforos	\$394,691
Limpiezas	\$355,041
Total	\$120,000,000

Tabla 24. Monto total de inversión Municipal

Descripción	Monto
Pavimentación	\$10,737,874
Banquetas y paisaje urbano	\$4,785,019
Dispositivos y señalamiento vial	\$1,095,172
Ciclovía	\$3,118,591
Reubicación de semáforos	\$138,636
Limpiezas	\$124,709
Total	\$20,000,000

Alternativa 2. Esta alternativa consiste en la reconstrucción del pavimento asfáltico actual.

Con una longitud de 2.52 km.

Tabla 25. Monto total de inversión

Descripción	Monto
Preliminares	\$589,000
Demoliciones y desmontajes	\$4,535,000
Terracerías	\$7,800,000
Línea de agua potable	\$1,722,056
Construcción de colector de alejamiento	\$37,428,524
Sistema de drenaje sanitario	\$15,049,712
Sistema de alumbrado	\$4,062,599
Pavimentación	\$47,500,000

Banquetas y paisaje urbano	\$18,622,743
Dispositivos y señalamiento vial	\$3,117,907
Ciclovia	\$10,222,727
Reubicación de semáforos	\$794,691
Limpiezas	\$555,041
Total	\$152,000,000

La siguiente tabla muestra las ventajas y desventajas que presentan las dos alternativas de solución:

Tabla 26.- Análisis de las alternativas

Alternativa	Ventajas	Desventajas
Alternativa 1. Esta alternativa consiste en el reemplazo del pavimento asfáltico actual por pavimento en concreto hidráulico. El reemplazo incluirá la reconstrucción de la base y subbase debido a que estos elementos ya debido a que estos elementos ya cuentan con un gran deterioro. La longitud del proyecto es de 2.52 km. Además, se añadirá un carril por sentido de tal manera que se tengan 4 carriles por sentido.	Esta alternativa ofrece una solución duradera en el largo plazo y requiere menos gasto en mantenimiento y reconstrucción. Por lo que reduce el costo de molestias durante el horizonte de evaluación. Debido a que el IRI se mantiene en el largo plazo, el ahorro en COV es mayor que en el caso de la alternativa.	No se identificaron desventajas de importancia
Alternativa 2. Esta alternativa consiste en reencarpetamiento con pavimento asfáltico. La longitud del proyecto es de 2.52 km.	Esta alternativa implica reencarpetamiento con pavimento asfáltico debido a su gran deterioro. Esto prolonga el tiempo de construcción e incrementa el costo por molestias. El asfalto requiere frecuente mantenimiento rutinario y periódico a diferencia del caso del concreto hidráulico.	No resuelve integralmente la problemática. Los beneficios generados son menores que en el caso de la alternativa 1.

Fuente: Elaboración propia

Costos de mantenimiento Alternativa Proyecto (aceptada)

Los costos de mantenimiento son aquellos que se realizan de forma anual o cada cierta cantidad de años según corresponda al tipo de pavimento con la finalidad de que la obra realizada se mantenga en condiciones aceptables para prestar los beneficios estimados a la población de la zona de estudio.

Los periodos de mantenimiento para superficie de rodamiento a base de concreto hidráulico es la siguiente:

- Rutinario, Anual: Tiene como objetivo corregir rápidamente con trabajos de mantenimiento menor daños ligeros en la superficie de rodamiento, retiro de derrumbes en la misma, azolve de drenaje y crecimiento de la hierba al costado del camino, con el fin de evitar que los daños progresen e incrementen del deterioro y fatiga natural de la superficie.

- Periódico, cada 5 años: Comprende la limpieza de juntas, calafateo de agrietamientos y el fresado de superficie para remarcar la macro textura a la misma, a fin de eliminar el pulido de la superficie y mejorar la seguridad al usuario.
- Reconstrucción, cada 10 años: Lo integran los trabajos de reparación mayor de losas de concreto hidráulico, entre los cuales se consideran rebajar orillas de la losa cuando se alabea con la concavidad hacia arriba, inyecciones de mortero fluido para llenar huecos en caso de haber indicios de fenómenos de socavación, bombeo o, en caso necesario, sustitución de losas cuando tramos específicos presenten daños severos ya que es más conveniente demolerlas y construir una nueva losa.

Los principales conceptos a considerar son la reparación superficial de losas de concreto hidráulico mediante trabajos de:

- Obras de drenaje y señalamiento
 - Pintado de raya
 - Vialitas e indicadores de alineamiento
- Pavimentos
 - Limpieza de juntas
 - Sellado de grietas
 - Inyecciones de mortero fluido en tramos aislados
 - Fresado de superficie para remarcar macro textura

Los costos paramétricos para el mantenimiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 27 Parámetros para costo de mantenimiento alternativa aceptada

Inversión	\$ 120,689,655	Sin IVA
Rutinario	\$ 21,120,690	Anual
Periódico	\$ 16,896,552	Cada 4 años
Rehabilitación	\$ 82,672,414	Cada 15 años

Fuente: Memoria de calculo

Costos de mantenimiento y conservación considerados de acuerdo con las frecuencias indicadas.

Tabla 28 Costos Alternativa 1 Proyecto aceptada

Año	Mantenimiento (MDP)
0	
1	21.121
2	21.121
3	21.121
4	38.017

5	21.121
6	21.121
7	21.121
8	38.017
9	21.121
10	21.121
11	21.121
12	38.017
13	21.121
14	21.121
15	103.793
16	21.121
17	21.121
18	21.121
19	38.017
20	21.121
21	21.121
22	21.121
23	38.017
24	21.121
25	21.121
26	21.121
27	38.017
28	21.121
29	21.121
30	103.793

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Costos de mantenimiento Alternativa 2

Los costos de mantenimiento son aquellos que se realizan de forma anual o cada cierta cantidad de años según corresponda al tipo de pavimento con la finalidad de que la obra realizada se mantenga en condiciones aceptables para prestar los beneficios estimados a la población de la zona de estudio.

Los periodos de mantenimiento para superficie de rodamiento a base de pavimento asfáltico es la siguiente:

- Rutinario, Anual: Tiene como objetivo corregir rápidamente con trabajos de mantenimiento menor daños ligeros en la superficie de rodamiento, retiro de derrumbes en la misma, azolve de drenaje y crecimiento de la hierba al costado del camino, con el fin de evitar que los daños progresen e incrementen del deterioro y fatiga natural de la superficie; se realiza para que se

conservar un nivel de servicio entre regular y bueno. También, incluye aquellas labores de reparación vial destinadas a recuperar ciertos elementos con daños menores, tales como los barandales de puentes, obras de drenaje menor, muros de retención y actividades afines. Esta conserva el pavimento en buen estado general.

- Periódico, cada 5 años: Comprende las obras de conservación que se realizan en períodos programados, generalmente de más de un año de intervalo, para elevar la vía a un nivel de servicio bueno. Está considerada, entre otros, la colocación de sobrecapas en pavimentos deteriorados existentes y el mejoramiento de las capas de la estructura del pavimento. (sellado de grietas y fisuras, bacheo mayor y menor, pintura de señalización horizontal).
- Reconstrucción, cada 15 años: Lo integran actividades en las que puede hacerse un reemplazo total o parcial del pavimento.

Los principales conceptos a considerar son la reparación de capa de concreto asfáltico mediante trabajos de:

- Obras de drenaje y señalamiento
 - Pintado de raya
 - Vialitas e indicadores de alineamiento
- Pavimentos
 - Base y subbase
 - Riego de impregnación
 - Sello del riego

Los costos paramétricos para el mantenimiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 29 Parámetros para costo de mantenimiento

Inversión	\$ 132,758,621	Sin IVA
Rutinario	\$ 23,232,759	Anual
Periódico	\$ 18,586,207	Cada 4 años
Rehabilitación	\$ 90,939,655	Cada 15 años

Fuente: Memoria de calculo

Tabla 30 Costos de Mantenimiento Alternativa 2 (Descartada)

Año	Mantenimiento (MDP)
0	
1	23.233
2	23.233
3	23.233

4	41.819
5	23.233
6	23.233
7	23.233
8	41.819
9	23.233
10	23.233
11	23.233
12	41.819
13	23.233
14	23.233
15	114.172
16	23.233
17	23.233
18	23.233
19	41.819
20	23.233
21	23.233
22	23.233
23	41.819
24	23.233
25	23.233
26	23.233
27	41.819
28	23.233
29	23.233
30	114.172

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Después de analizar las alternativas, se ha decidido llevar a cabo la Alternativa 1, la cual, por sus características y costo de inversión y de operación resulta ser técnicamente la mejor opción, aún que ambas alternativas ofrezcan beneficios.

Justificación de componentes similares en alternativas

El proyecto para la Pavimentación de la Av. Bosques de San Isidro, en Zapopan, Jalisco, tiene como objetivo principal cambiar la superficie de rodamiento de asfalto a concreto hidráulico, convertirlo en una vialidad principal urbana que constituye una frontera excluyente y segregadora en términos socio espaciales y de movilidad, en un nuevo eje articulador para la ciudad y sus habitantes.

Debido a la naturaleza del proyecto y sus objetivos, las alternativas presentadas solucionan la problemática encontrada con componentes similares, ya que son los mínimos requeridos para cumplir con la seguridad peatonal y vial, así como los necesarios para la transformación integral que busca el proyecto.

Las diferencias entre las alternativas presentadas recaen en los materiales, como la superficie del pavimento y en los modelos de las luminarias, o el mobiliario que pueden ser instalados, como Parabúses, guías podotáctiles y rampas, así como vegetación.

A pesar de que alguna de las alternativas pueda aportar más elementos de comodidad y servicio, ambas opciones son viables y aportan los componentes necesarios para lograr los objetivos del proyecto.

Costo Anual Equivalente –CAE- para comparativa de Alternativas

El CAE es utilizado frecuentemente para evaluar alternativas del programa o proyecto de inversión que brindan los mismos beneficios; pero que poseen distintos costos y/o distinta vida útil. El CAE es la anualidad del valor presente de los costos relevantes menos el valor presente del valor de rescate de un programa o proyecto de inversión, considerando el horizonte de evaluación de cada una de las alternativas. El CAE puede ser calculado de la siguiente manera:

$$CAE = (VPC) \frac{r(1+r)^m}{(1+r)^m - 1}$$

Dónde:

VPC: Valor presente del costo total del proyecto de inversión (debe incluir la deducción del valor de rescate del programa o proyecto de inversión)

r: indica la tasa social de descuento

m: indica el número de años de vida útil del activo

El VPC debe calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$VPC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

C_t: costos totales en el año t

r: es la tasa social de descuento

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

n: número de años del horizonte de evaluación

La alternativa más conveniente será aquella con el menor CAE. Si la vida útil de los activos bajo las alternativas analizadas es la misma, la comparación entre éstas se realizará únicamente a través del valor presente de los costos de las alternativas. Para determinar la selección de alternativas se realizó un análisis comparativo de Costo Anual Equivalente –CAE- entre las alternativas consideradas.

Tabla 31. Costo Anual Equivalente Alternativa Proyecto

AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO				CAE
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	TOTAL	VPC	
0	120.690		120.690	120.69	
1		21.121	21.121	19.20	
2		21.121	21.121	17.46	
3		21.121	21.121	15.87	
4		38.017	38.017	25.97	
5		21.121	21.121	13.11	
6		21.121	21.121	11.92	
7		21.121	21.121	10.84	
8		38.017	38.017	17.74	
9		21.121	21.121	8.96	
10		21.121	21.121	8.14	
11		21.121	21.121	7.40	
12		38.017	38.017	12.11	
13		21.121	21.121	6.12	
14		21.121	21.121	5.56	
15		103.793	103.793	24.85	
16		21.121	21.121	4.60	
17		21.121	21.121	4.18	
18		21.121	21.121	3.80	
19		38.017	38.017	6.22	
20		21.121	21.121	3.14	
21		21.121	21.121	2.85	
22		21.121	21.121	2.59	
23		38.017	38.017	4.25	
24		21.121	21.121	2.14	
25		21.121	21.121	1.95	
26		21.121	21.121	1.77	
27		38.017	38.017	2.90	

Análisis Costo-Beneficio “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”

28	21.121	21.121	1.46	
29	21.121	21.121	1.33	
30	103.793	103.793	5.95	
Cantidades en MDP - sin impuestos		1,021.03	375.07	39.787
				39,786,801.24

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Tabla 32. Costo Anual Equivalente Alternativa 2

AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO				
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	TOTAL	VPC	CAE
0	132.759		132.759	132.76	
1		23.233	23.233	21.12	
2		23.233	23.233	19.20	
3		23.233	23.233	17.46	
4		41.819	41.819	28.56	
5		23.233	23.233	14.43	
6		23.233	23.233	13.11	
7		23.233	23.233	11.92	
8		41.819	41.819	19.51	
9		23.233	23.233	9.85	
10		23.233	23.233	8.96	
11		23.233	23.233	8.14	
12		41.819	41.819	13.32	
13		23.233	23.233	6.73	
14		23.233	23.233	6.12	
15		114.172	114.172	27.33	
16		23.233	23.233	5.06	
17		23.233	23.233	4.60	
18		23.233	23.233	4.18	
19		41.819	41.819	6.84	
20		23.233	23.233	3.45	
21		23.233	23.233	3.14	
22		23.233	23.233	2.85	
23		41.819	41.819	4.67	
24		23.233	23.233	2.36	
25		23.233	23.233	2.14	
26		23.233	23.233	1.95	

27	41.819	41.819	3.19
28	23.233	23.233	1.61
29	23.233	23.233	1.46
30	114.172	114.172	6.54
Cantidades en MDP - sin impuestos		785.93	385.79
			40.924
			40,924,126.66

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Tabla 33 Resultados del CAE para alternativas

Indicador	Valor
Costo Anual Equivalente Alternativa Proyecto	\$ 39,786,801.24 pesos
Costo Anual Equivalente Alternativa 2	\$ 40,924,126.66 pesos

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Conclusión

La “*Alternativa Aceptada*” resulta la más eficiente pues resuelve las necesidades de movilidad activa, las condiciones para la accesibilidad universal y seguridad, así como el uso del espacio público con materiales y elementos duraderos sin suponer una sobre inversión en componentes innecesarios. Mientras que la “*Alternativa 1 (Descartada)*” fue descartada pues sí bien resuelve los problemas identificados en el diagnóstico y se alinea con los objetivos del proyecto, esta opción representa una inversión mayor a la opción elegida sin ser mejor considerablemente la propuesta de solución.

En la presente evaluación se realizó la comparación dos alternativas que tuviese el mismo resultado funcional pero que modificara la composición de insumos. Una vez realizando un análisis comparativo de los respectivos Costo Anual Equivalente –CAE- de ambas opciones, la “*Alternativa proyecto*” registró un CAE de \$39,786,801.24 mientras que la “*Alternativa 1 (Descartada)*” de \$40,924,126.66, por lo tanto, se descarta la “*Alternativa 2*”. El presente proceso de evaluación socioeconómica acepta la “*Alternativa Aceptada*” porque tiene un costo menor en el horizonte de evaluación en términos de Costo Anual Equivalente –CAE- en comparación con la “*Alternativa 2 (Descartada)*”. Por lo tanto, se acepta la “*Alternativa Aceptada*” y se descarta la “*Alternativa 2*”.

III. Situación con el PPI

a) Descripción General

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	☒
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	☐

Descripción del proyecto

El Proyecto “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”; incluye la instalación de 960 ml de un colector pluvial para evitar inundaciones, tres carriles por sentido pavimentados con concreto hidráulico, nuevas redes hidrosanitarias, banquetas amplias, iluminación, señalamientos, arbolado y vegetación, infraestructura urbana incluyente y una ciclovía, cuenta con una longitud de 2.52 km dividido en dos tramos, los cuales son:

Tabla 34 Coordenadas de inicio y termino del proyecto

Vialidad	Coordenadas		Financiamiento
	Del	Al	
Av. Bosques de San Isidro	20.741801°	20.746429°	Estatat
	-103.386989°	-103.385883°	
	20.746429°	20.762822°	Municipal
	-103.385883°	-103.382555°	

Para una primera etapa en el año 2022 el proyecto tendrá por el estado las siguientes acciones:

- Colector pluvial, diámetro 60” tubería PEA
- Pavimentación con concreto hidráulico y redes hidrosanitarias.
- Banquetas, ciclovía, iluminación, arbolado y vegetación.

Tabla 35. Monto total de inversión Estatal

Descripción	Monto
Preliminares	\$396,588
Demoliciones y desmontajes	\$3,512,404
Terracerías	\$5,888,974
Línea de agua potable	\$1,722,056
Construcción de colector de alejamiento	\$37,428,524
Sistema de drenaje sanitario	\$10,049,712
Sistema de alumbrado	\$4,062,599
Pavimentación	\$30,570,266
Banquetas y paisaje urbano	\$13,622,743
Dispositivos y señalamiento vial	\$3,117,907
Ciclovía	\$8,878,494
Reubicación de semáforos	\$394,691
Limpiezas	\$355,041
Total	\$120,000,000

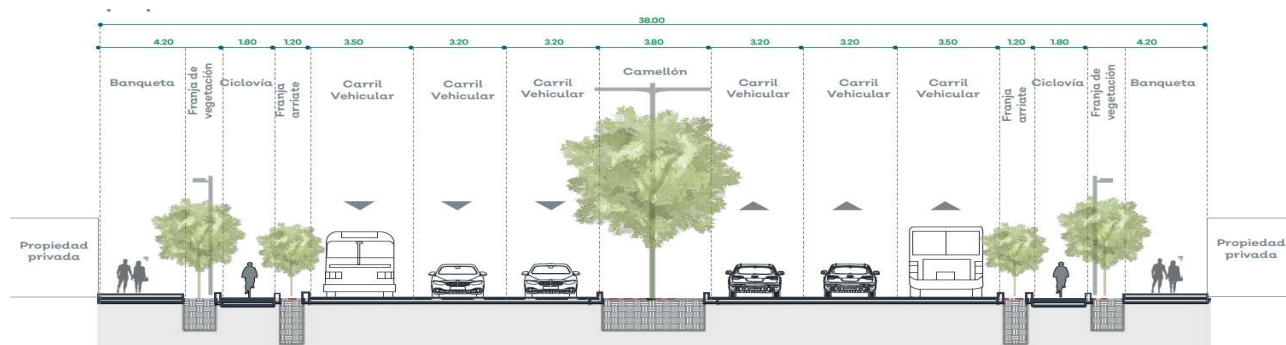
Tabla 36. Monto total de inversión Municipal

Descripción	Monto
Pavimentación	\$10,737,874
Banquetas y paisaje urbano	\$4,785,019
Dispositivos y señalamiento vial	\$1,095,172
Ciclovía	\$3,118,591
Reubicación de semáforos	\$138,636
Limpiezas	\$124,709
Total	\$20,000,000

El éxito del espacio público recae en gran medida en la posibilidad de dotar con infraestructura, equipamiento y mobiliario suficiente para que las necesidades del sitio a intervenir y se desarrollen de forma adecuada logrando la apropiación de los habitantes evitando el conflicto vial entre la demanda local, además de reducir el porcentaje de accidentes viales.

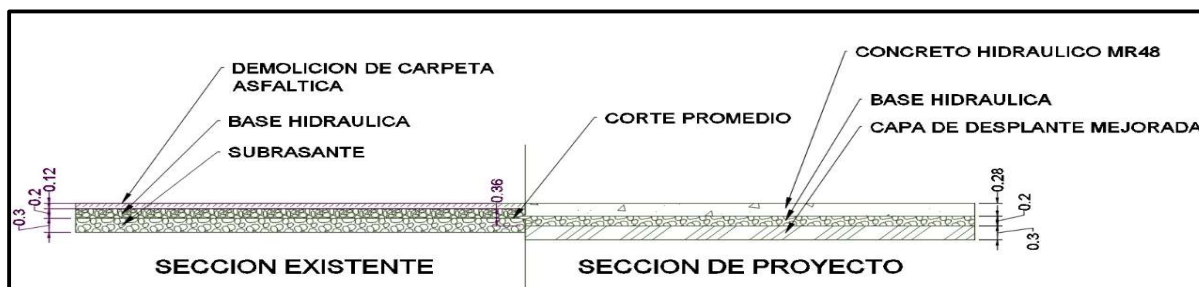
La siguiente figura muestra la planta geométrica del proyecto.

Ilustración 17. Sección con proyecto



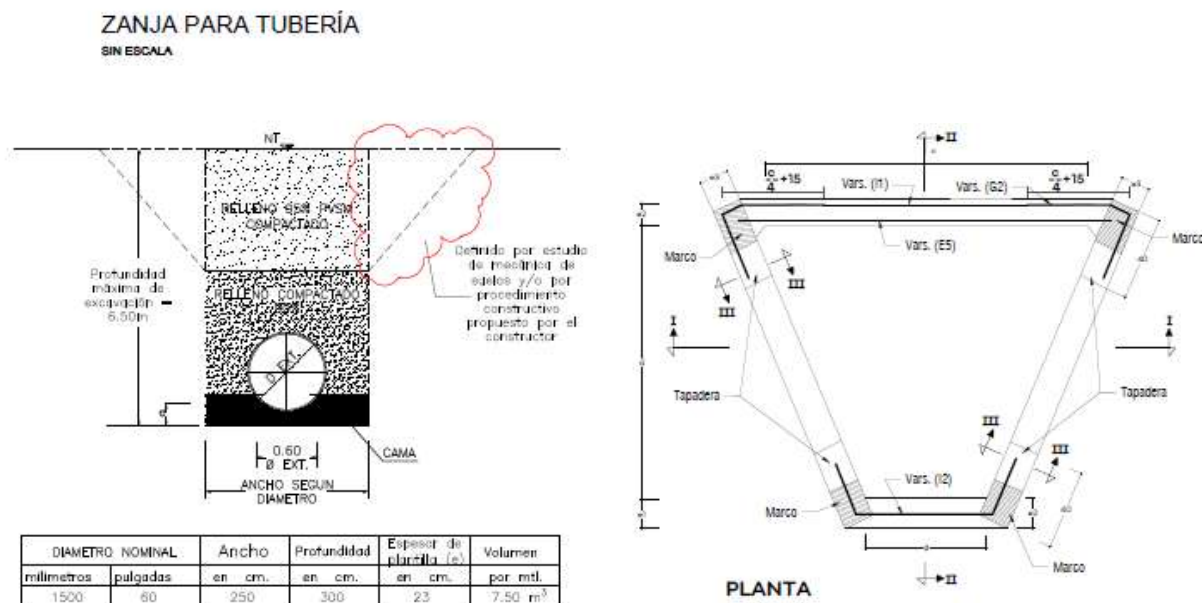
Fuente: SIOP

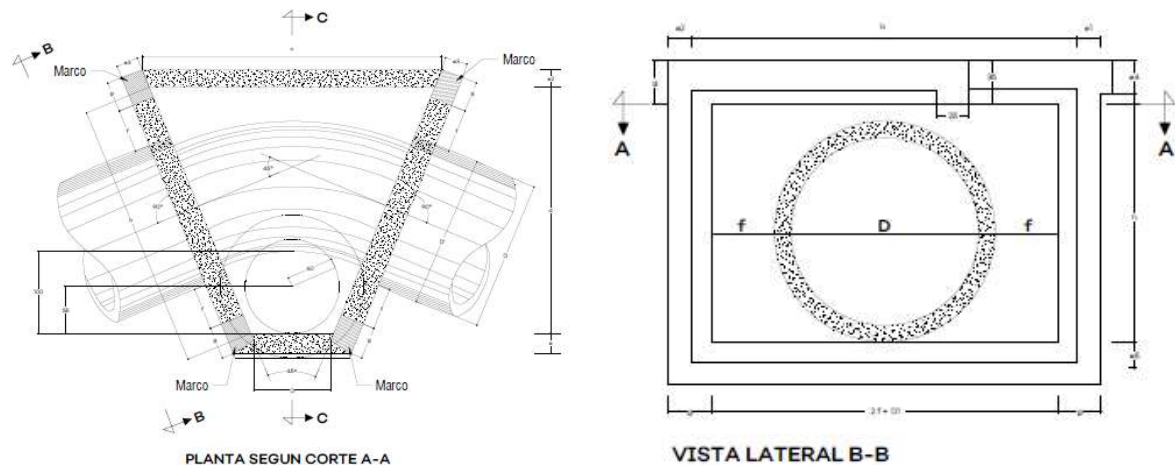
Ilustración 18. Sección sin y



Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

Ilustración 19. Colector





Por las condiciones de tráfico, el espesor de la losa de concreto armado será de 20 cm.

Se van a realizar los trabajos de:

- Demoliciones, reubicación de instalaciones y de señalamiento.
- Excavaciones, acarreos y rellenos.
- Pavimentación con concreto hidráulico.
- Ciclovía.
- Señalamiento, jardinería, parapetos, alumbrado y drenaje pluvial.
- Obras inducidas.
- Guarnición tipo L de concreto armado.
- Banqueta hecha de concreto lavado de 12 cm de espesor.

Tabla 37. Principales características del proyecto

Componente	Tipo	Cantidad	Principales Características
Rehabilitación de vialidad en concreto hidráulico.	A6	2.52 km	6 carriles Ancho de corona: 38 mts Superficie de rodado: concreto Ciclovía Banquetas y guarniciones Colector pluvial Redes hidrosanitarias Alumbrado público Equipamiento, señalética y jardinería.

Fuente: Elaboración propia

b) Alineación Estratégica

El proyecto se alinea con los objetivos del **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024**.

II. POLÍTICA SOCIAL

Desarrollo sostenible

Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esté fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.

III. ECONOMÍA

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados

III. Eje transversal 3 “Territorio y desarrollo sostenible”

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.

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes **estrategias**:

3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.

3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.

3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.

3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.

3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.

3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.

Plan Estatal de Desarrollo de Gobernanza y Desarrollo Jalisco 2018-2024

6.4 Eje Desarrollo sostenible del territorio

En este eje se integran temas de medio ambiente y desarrollo territorial, transporte, infraestructura y obra pública, así como gestión integral del agua.

Objetivo temático narrativo

Renovar la infraestructura pública de Jalisco como detonador del desarrollo y la calidad de vida de los jaliscienses, a través de la implementación de criterios de accesibilidad, sostenibilidad y transparencia en proyectos como modernización de la red estatal carretera que permita la conectividad terrestre, la consolidación de la Red Metropolitana de Transporte Masivo y desarrollo de la infraestructura educativa, de salud y de habitabilidad.

DT3.1. Red de carreteras y caminos ampliada y modernizada en el Estado, con criterios de sostenibilidad.

Espacios públicos seguros e incluyentes.

Mejora sustantiva en las condiciones de habitabilidad en el Estado.

Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2021-2024

Estrategias prioritarias y acciones puntuales

Objetivo prioritario 1.- Establecer un sistema territorial integrado, ordenado, incluyente, sostenible y seguro centrado en los derechos humanos y colectivos de las personas, pueblos y comunidades, con énfasis en aquellas que, por su identidad, género, condición de edad, discapacidad y situación de vulnerabilidad han sido excluidas del desarrollo territorial.

Estrategia prioritaria 1.1

Desarrollar políticas intersectoriales e intergubernamentales que orienten la configuración del sistema territorial del país y la población en el mediano y largo plazo.

Acción puntual

1.1.1 Asegurar la operación del Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

1.1.2 Promover la instalación y la operación de los Consejos Estatales y Municipales de Ordenamiento Territorial y Desarrollo y los Consejos Metropolitanos.

1.1.3 Diseñar y promover un sistema de información territorial y urbano como un mecanismo federal para fortalecer y homogeneizar la información geoespacial de los tres órdenes de gobierno.

1.1.4 Establecer una agenda de trabajo coordinada e incluyente entre sectores involucrados en el ordenamiento del territorio.

1.1.5 Establecer acuerdos con la banca de desarrollo y con organismos de cooperación nacional e internacional para generar proyectos, programas, políticas, regulación y otros que coadyuven al ordenamiento territorial.

1.1.6 Fortalecer la aplicación del Fondo Metropolitano para que se convierta en una verdadera herramienta de para el ordenamiento territorial de escala metropolitana.

Estrategia prioritaria 1.2

Promover acciones de planeación territorial nacionales, estatales, regionales, metropolitanas y municipales con un enfoque sistemático a corto, mediano y largo plazo hacia un modelo territorial equilibrado y sostenible.

Acción puntual

1.2.1 Armonizar las legislaciones estatales en materia de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y gestión integral del riesgo, con la LGAHOTDU, la LGEEPA, la LGPC y sus reglamentos.

1.2.2 Integrar políticas y acciones en materia de cambio climático, gestión integral del riesgo y movilidad en los instrumentos del ordenamiento territorial y de desarrollo urbano.

1.2.3 Fomentar la planeación regional encaminada a la reducción de disparidades socioespaciales y el aprovechamiento de potencialidades productivas.

1.2.4 Impulsar la incorporación en la LGAHOTDU y su reglamento, de mecanismos y criterios de participación efectiva e incluyente de la ciudadanía en la elaboración de instrumentos de planeación territorial y desarrollo urbano a todas las escalas territoriales.

1.2.5 Desarrollar mecanismos de seguimiento y evaluación a las acciones de ordenamiento territorial, desarrollo regional y urbano para transparentar y facilitar la rendición de cuentas a la ciudadanía.

1.2.6 Promover esquemas de colaboración con los gobiernos estatales y municipales para elaborar e instrumentar programas y acciones de ordenamiento territorial.

1.2.7 Impulsar esquemas de cooperación para el financiamiento de proyectos y programas previstos en los instrumentos de planeación territorial.

Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS)

El proyecto contribuye a alcanzar el objetivo general del PIMUS el cual es: establecer las bases para avanzar hacia la creación y consolidación de un modelo eficiente y accesible de movilidad urbana en el AMG, con base en un esquema de integración modal, modernización del transporte público, impulso a la movilidad no motorizada y conservación del medio ambiente. (PIMUS página 177)

Asimismo, también se relaciona con las siguientes estrategias:

VI.1 Estrategia general de movilidad urbana

VI.1.2. Infraestructura vial de alcance metropolitano

La estrategia en materia de infraestructura vial se orienta a la consolidación de la red vial primaria de relevancia metropolitana, funcionando como una base para orientar el gasto público y la programación de acciones encaminadas a su construcción, mejoramiento y mantenimiento. Esta red vial se determina también de manera consecuente con las necesidades de infraestructura por parte del transporte público y del transporte regional, así como con el creciente flujo de auto transporte de carga. (PIMUS página 181).

Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza del Municipio de Zapopan.

Eje: Política de Desarrollo

6. Vialidad y Movilidad Sustantiva

6. Objetivo estratégico: Mejorar la infraestructura vial mediante una correcta inclusión de accesibilidad universal con sistemas de movilidad amigables y libres de factores de riesgo.

6.1 Estrategia específica: Fortalecer los sistemas de infraestructura vial con proyectos y programas que aseguren una movilidad sustentable.

Acciones estratégicas:

6.1.1 Ampliar la red de banquetas (Km) con condiciones de accesibilidad y áreas verdes.

6.1.2 Ampliar la red de infraestructura ciclista orientada a la movilidad sustentable.

6.1.3 Intervenir colonias de Zapopan a través de ordenar la operación del sistema vial actual.

6.1.4 Ampliar la red de ciclopuentes en vía pública.

6.1.5 “Parque de Educación Vial” para promover la cultura y la educación vial.

6.1.6 Construcción de vialidad integral en Colonias de Zapopan.

6.1.7 Conservar en óptimas condiciones la red de rodamiento vial existente de Zapopan.

c) Metas anuales y totales de Producción

Tabla 38. Metas anuales y totales de producción

Año	Acción	Inversión (IVA Incluido)	Longitud (km)
2022	Pavimentación con concreto hidráulico de av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, municipio de Zapopan, jalisco.	140,000,000.00	2.52

d) Vida útil.

El horizonte de evaluación del proyecto es por un período de 31 años: 1 año de construcción y 30 años de operación, sin embargo, su vida útil puede ampliarse en función del correcto mantenimiento que se le aplique.

Tabla 39. Horizonte de Evaluación del Proyecto

Vida útil de la Obra	
Vida útil en años	31 años

Fuente: Elaboración propia

e) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

Con base en el proyecto ejecutivo se concluye que el proyecto se apega a las normas vigentes de la SCT y la Ley de Obra Pública del Estado de Jalisco.

Estudios legales

Con base en los estudios legales se concluye que se cuenta con la propiedad del derecho de vía y el uso de suelo necesarios para llevar a cabo el proyecto, ya que es una vía impactada.

Estudios ambientales

No es preciso un estudio de impacto ambiental porque se considera únicamente la rehabilitación de una vialidad ya existente (impactada).

El proyecto no causará efectos negativos al medio ambiente, a excepción del polvo y ruido durante el proceso de la obra

Estudios Específicos

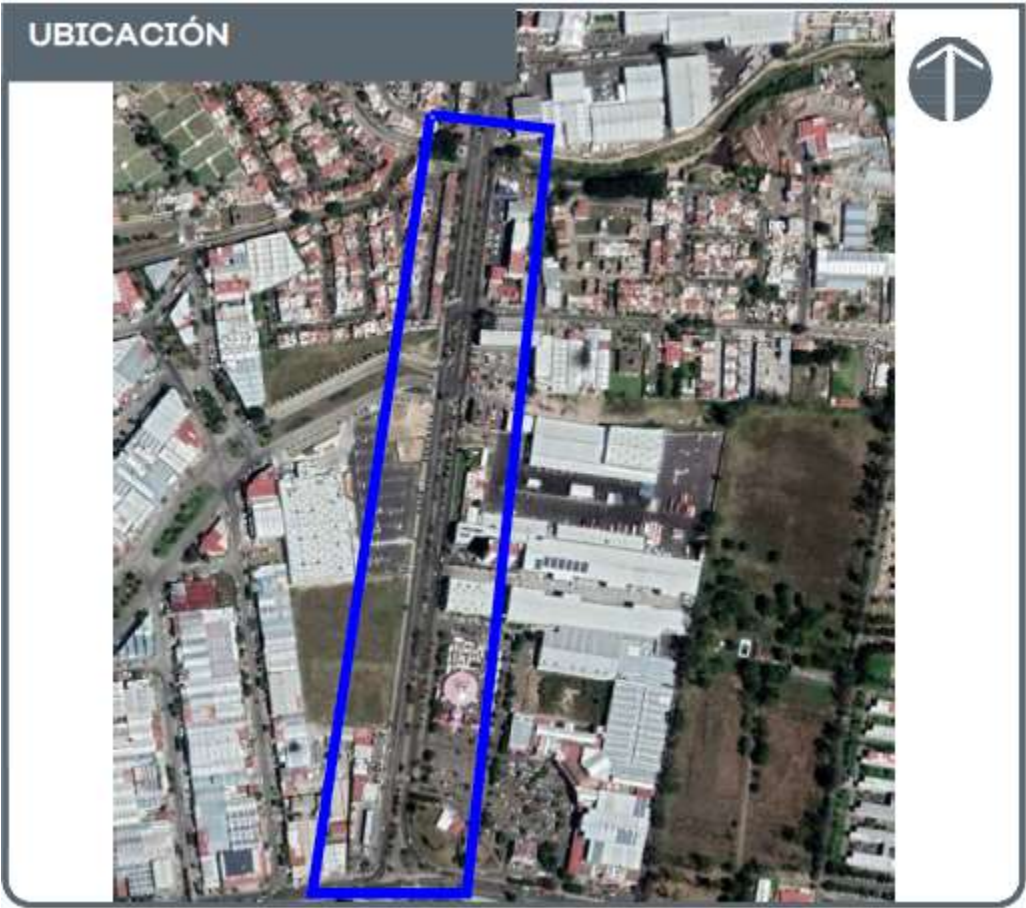
Es importante señalar que se cuenta con un estudio hidráulico para la construcción del colector de alejamiento.

f) Análisis de la Oferta

El tramo de estudio tendrá una longitud de 2.52 km, se localiza al oriente de la ZMG sobre la vía urbana Av. Bosques de San Isidro desde Anillo Periférico Manuel Gómez Morín (20.741801°, -103.386989°) hasta Av. Paseo de la Aves en el municipio de Zapopan (20.762822°, -103.382555°).

El proyecto, reducirá los costos de operación vehicular, así como de mantenimiento preventivo, correctivo y de reconstrucción.

Ilustración 20. Plano de trabajos a realizar



Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

A continuación, se planteará la información descriptiva del tramo de estudio sobre la pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro con el fin de presentar las características con proyecto.

Tabla 40. Características físicas y geométricas del tramo con proyecto

Concepto	Característica
Nombre	Av. Bosques de San Isidro
Tipo de vialidad	VP-3 Tipo A
Ancho de calzada	31.77 mts

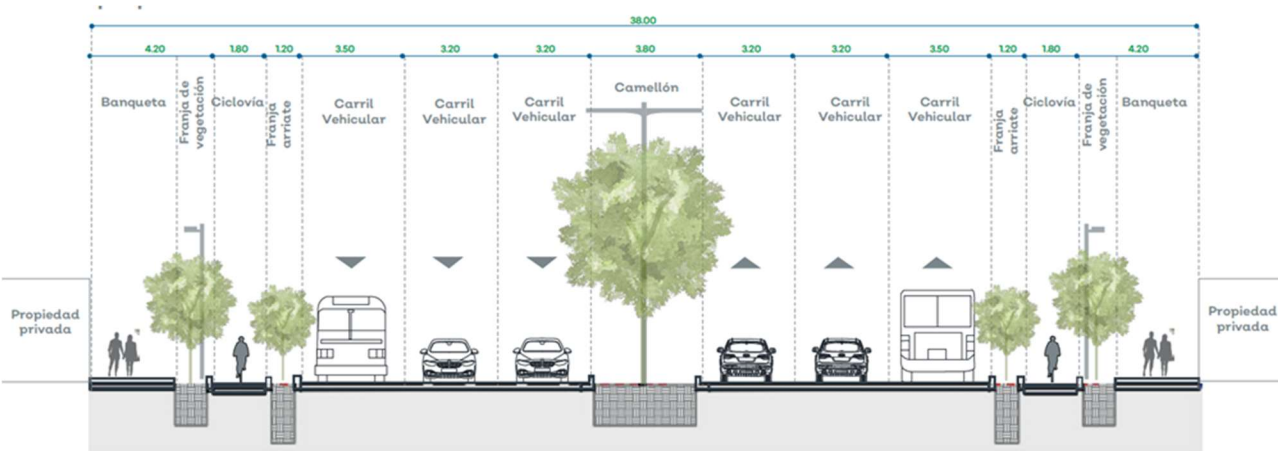
Análisis Costo-Beneficio “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”

Velocidad Proyectada	60 km/hr
Longitud	2.52 km
Cadenamiento	0+000 a 2+520
Coordenadas	20.741801°, -103.386989° 20.762816°, -103.382487°
Altitud	1500 msnm
Tipo de terreno	Plano
Pendiente máxima	5%
Pendiente gobernadora	3%
Grado máximo de curvatura	2.5
Índice de rugosidad -IRI-	6.0 m/km carriles centrales
TDPA estimado	7,500 vehículos hora de máx. demanda
Carriles	Carriles centrales: 2 carriles (lado izquierdo) y 3 carriles (lado derecho) en mal estado Carriles laterales: 2 carriles lado izquierdo en mal estado Ancho de carril 2.67 a 4.45 m promedio
Banquetas y guarniciones	Las condiciones en la situación con proyecto son: buen estado guarniciones en las mismas condiciones.
Para buses	Parabús en buen estado
Mobiliario urbano	Suficiente
Vegetación	Arbolado
Alumbrado público	Luminarias nuevas
Señalamiento horizontal y vertical	Señalamiento nuevo vertical y balizamiento

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

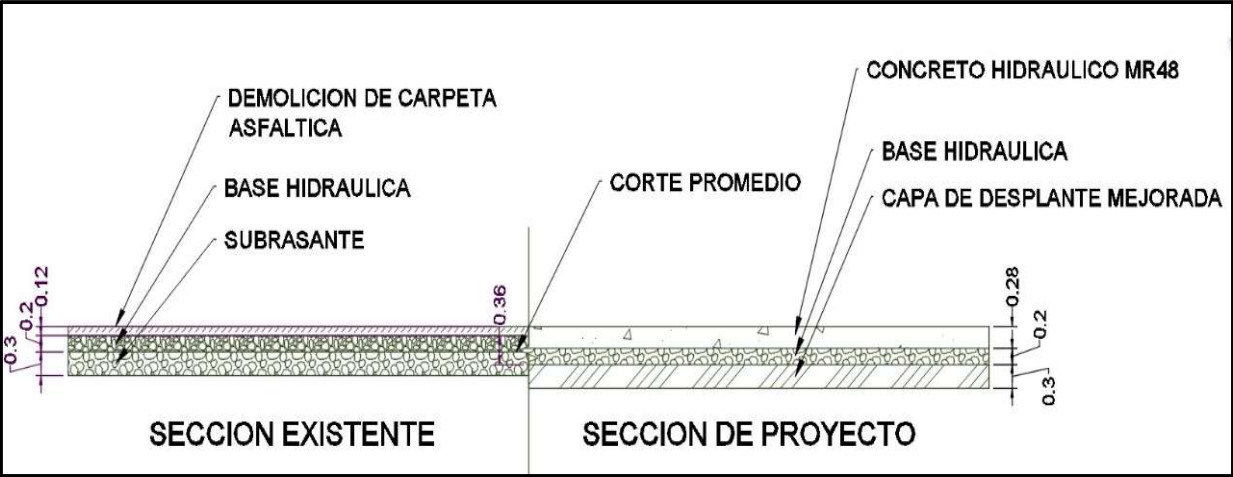
Para fines del presente análisis, las condiciones se mantienen en el largo plazo gracias a un programa de mantenimiento.

Ilustración 21. Secciones tipo con proyecto Av. Bosques de San Isidro



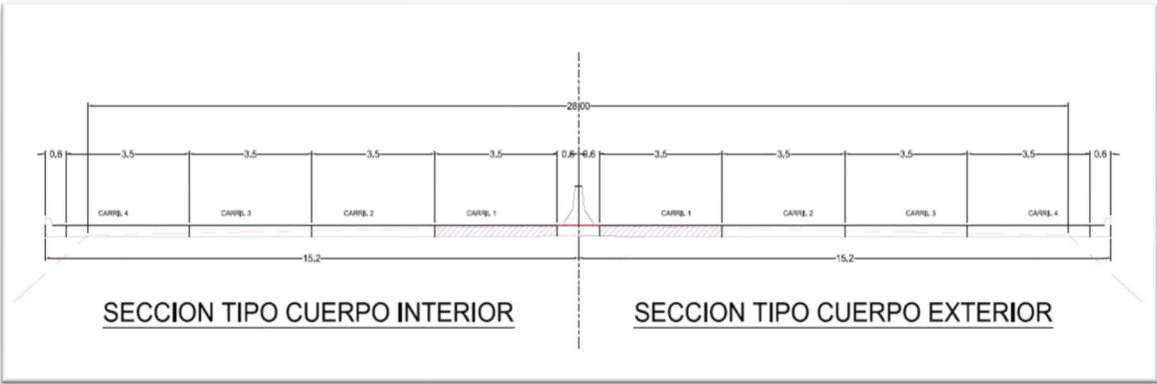
Fuente. Proyecto SIOP

Ilustración 22.- Sección sin proyecto y con proyecto



Fuente. Proyecto SIOP

Ilustración 23. Sección tipo cuerpos interior y exterior



Fuente. Proyecto SIOP

g) Análisis de la Demanda

Se consideró una tasa de crecimiento para el flujo vehicular del 3.8%.

Tabla 41. Demanda vehicular en la situación con proyecto

Año		TDPA CON CONGESTION			TDPA SIN CONGESTION		
		Tránsito (Veh/Día)			Tránsito (Veh/Día)		
		A	B	C	A	B	C
2022	0	6825	300	375	1706	94	75
2023	1	7084	311	389	1771	97	78
2024	2	7354	323	404	1838	101	81
2025	3	7633	336	419	1908	105	84
2026	4	7923	348	435	1981	109	87
2027	5	8224	361	452	2056	113	90
2028	6	8537	375	469	2134	117	94
2029	7	8861	389	487	2215	122	97
2030	8	9198	404	505	2299	126	101
2031	9	9547	420	525	2387	131	105
2032	10	9910	436	545	2478	136	109
2033	11	10287	452	565	2572	141	113
2034	12	10678	469	587	2669	147	117
2035	13	11083	487	609	2771	152	122
2036	14	11504	506	632	2876	158	126
2037	15	11942	525	656	2985	164	131
2038	16	12395	545	681	3099	170	136
2039	17	12866	566	707	3217	177	141
2040	0	13355	587	734	3339	183	147
2041	19	13863	609	762	3466	190	152
2042	20	14390	633	791	3597	198	158
2043	21	14936	657	821	3734	205	164
2044	22	15504	681	852	3876	213	170
2045	23	16093	707	884	4023	221	177
2046	24	16705	734	918	4176	229	184
2047	25	17339	762	953	4335	238	191
2048	26	17998	791	989	4500	247	198
2049	27	18682	821	1027	4671	257	205
2050	28	19392	852	1066	4848	266	213
2051	29	20129	885	1106	5032	276	221
2052	30	20894	918	1148	5224	287	230

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

h) Interacción Oferta-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 de planeación con una mejora significativa en el nivel de servicio en los primeros años de operación, pero manteniendo buen nivel a lo largo del horizonte.

Tabla 42. Nivel de servicio situación con proyecto

Año		TDPA	Nivel de servicio	TDPA	Nivel de servicio
0	2022	6825		1706	
1	2023	7084	A	1771	A
2	2024	7354	A	1838	A
3	2025	7633	A	1908	A
4	2026	7923	A	1981	A
5	2027	8224	A	2056	A
6	2028	8537	B	2134	A
7	2029	8861	B	2215	A
8	2030	9198	B	2299	A
9	2031	9547	B	2387	A
10	2032	9910	B	2478	A
11	2033	10287	B	2572	A
12	2034	10678	B	2669	A
13	2035	11083	B	2771	A
14	2036	11504	B	2876	A
15	2037	11942	B	2985	A
16	2038	12395	C	3099	A
17	2039	12866	C	3217	A
18	2040	13355	C	3339	B
19	2041	13863	C	3466	B
20	2042	14390	C	3597	B
21	2043	14936	C	3734	B
22	2044	15504	C	3876	B
23	2045	16093	C	4023	B
24	2046	16705	C	4176	B
25	2047	17339	C	4335	B
26	2048	17998	C	4500	B
27	2049	18682	C	4671	B
28	2050	19392	C	4848	B
29	2051	20129	C	5032	B
30	2052	20894	C	5224	B

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

Costos generalizados de viaje. (COV)

En este apartado se analiza cómo interactúan la oferta y demanda con respecto a la demanda motorizada registrada en los aforos, lo cual se refleja en la velocidad, el tiempo de recorrido y el costo en el que incurren los usuarios; los CGV se integra por el Costo de Operar de los Vehículos más el costo del Tiempo de Recorrido que valora el tiempo empleado en el viaje que realiza el usuario.

Costo de Operación Vehicular

El COV mide en términos monetarios el costo que le representa al usuario circular por un tramo vial. La unidad con que se expresa es \$/km. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, así como a la altitud sobre el nivel del mar.

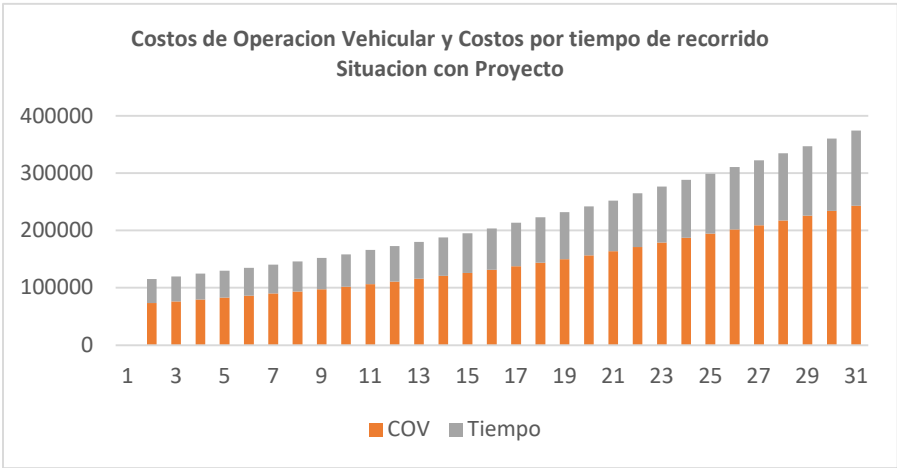
Con base en los resultados de la memoria de cálculo se determinaron los siguientes costos vehiculares de inversión por kilómetro o costos base por cada 1,000 vehículo-kilómetros, estos costos por kilómetro no incluyen tiempo de operarios ni tiempo de pasajeros.

Tabla 43. Costos de operación vehicular con proyecto

Costos de Operación Vehicular (\$/km) CON CONGESTION					Costos de Operación Vehicular (\$/km) SIN CONGESTION		
		A	B	C	A	B	C
2022	0	5.59	17.18	14.64	4.97	15.99	13.25
2023	1	5.61	17.20	14.66	4.99	16.01	13.27
2024	2	5.63	17.22	14.68	5.01	16.03	13.29
2025	3	5.65	17.24	14.70	5.03	16.05	13.31
2026	4	5.68	17.27	14.73	5.06	16.08	13.34
2027	5	5.71	17.30	14.76	5.09	16.11	13.37
2028	6	5.74	17.33	14.79	5.12	16.14	13.40
2029	7	5.77	17.36	14.82	5.15	16.17	13.43
2030	8	5.80	17.39	14.85	5.18	16.20	13.46
2031	9	5.84	17.43	14.89	5.22	16.24	13.50
2032	10	5.88	17.47	14.93	5.26	16.28	13.54
2033	11	5.92	17.51	14.97	5.30	16.32	13.58
2034	12	5.96	17.55	15.01	5.34	16.36	13.62
2035	13	6.00	17.59	15.05	5.38	16.40	13.66
2036	14	6.05	17.64	15.10	5.42	16.44	13.70
2037	15	6.10	17.69	15.15	5.47	16.49	13.75
2038	16	6.15	17.74	15.20	5.52	16.54	13.80
2039	17	6.20	17.79	15.25	5.57	16.59	13.85
2040	18	6.25	17.84	15.30	5.62	16.64	13.90
2041	19	6.30	17.89	15.35	5.67	16.69	13.95
2042	20	6.36	17.95	15.41	5.73	16.75	14.01
2043	21	6.42	18.01	15.47	5.79	16.81	14.07
2044	22	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2045	23	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2046	24	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2047	25	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2048	26	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2049	27	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2050	28	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2051	29	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13
2052	30	6.48	18.01	15.47	5.85	16.87	14.13

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Tabla 44. Costos de operación vehicular y costos de tiempo de recorrido con proyecto



Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Costo de Tiempo de Recorrido

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. Es el segundo insumo importante y consta de realizar la estimación del valor económico del tiempo de recorrido de los usuarios con la infraestructura actual.

Para la estimación del costo se requiere además de insumos como trazo en km y coeficientes de pasajeros por tipo de vehículo el valor del tiempo por motivo de trabajo y por motivo de placer, estos datos se obtienen del *Boletín Notas 189, Artículo 1, Enero-Febrero de 2021, del IMT. De acuerdo con los estudios realizados por esta institución, se presenta el valor por estado de la República*. En dicha publicación, para calcular el valor económico del tiempo de los usuarios, se hace intervenir al salario mínimo, el promedio del número de horas trabajadas por semana por la población ocupada y el ingreso de la población, así como el número de miembros de la familia con aportación al ingreso familiar.

Tabla 45. Configuración del valor de tiempo

Configuración del valor del tiempo	Valor	Unidad
Valor tiempo por motivo de trabajo \$/h	65.18	\$/h
% coeficiente tiempo motivo trabajo	71.5%	%
Valor del tiempo por motivo de placer \$/h	42.15	\$/h
% coeficiente tiempo motivo placer	28.5%	%
Pasajeros por auto	2.41	pas/veh
Pasajeros por autobús	23.40	pas/veh
Pasajeros por camión de carga o tracto camión	1.0	pas/veh
Peso medio de la carga (ton/vehículo)	20.83	\$/ton/veh
Valor del tiempo de la carga	151.92	ton/veh

Fuente: Elaborada con datos del Instituto Mexicano del Transporte y SCT, 2021

Tabla 46. Costo de tiempo recorrido en la situación con proyecto.

AÑO		Velocidad de Operación (km/hr) CON CONGESTION			Velocidad de operación (\$/km) SIN CONGESTION		
		A	B	C	A	B	C
2022	0	60	55	50	80	75	70
2023	1	60	55	50	80	75	70
2024	2	60	55	50	80	75	70
2025	3	60	55	50	80	75	70
2026	4	60	55	50	80	75	70
2027	5	60	55	50	80	75	70
2028	6	60	55	50	80	75	70
2029	7	60	55	50	80	75	70
2030	8	60	55	50	80	75	70
2031	9	59	54	49	78	73	68
2032	10	59	54	49	78	73	68
2033	11	59	54	49	78	73	68
2034	12	59	54	49	78	73	68
2035	13	59	54	49	78	73	68
2036	14	59	54	49	78	73	68
2037	15	58	53	48	76	71	65
2038	16	58	53	48	76	71	65
2039	17	58	53	48	76	71	65
2040	18	58	53	48	76	71	65
2041	19	58	53	48	76	71	65
2042	20	57	52	47	74	71	65
2043	21	57	52	47	74	71	65
2044	22	57	52	47	74	71	65
2045	23	57	52	47	74	71	65
2046	24	57	52	47	74	69	63
2047	25	57	52	47	74	69	63
2048	26	57	52	47	74	69	63
2049	27	57	52	47	74	69	63
2050	28	57	52	47	74	69	63
2051	29	57	52	47	74	69	63
2052	30	57	52	47	74	69	63

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Tabla 47. Costos generalizados de viaje con proyecto

Costos Generalizados de Viaje					
Año		CON CONGESTION		SIN CONGESTION	
		COV	TIEMPO	COV	TIEMPO
0	2022	44,882	22,066	12,079	7,049
1	2023	46,731	22,905	10,093	4,406
2	2024	48,656	23,775	10,512	4,574
3	2025	50,659	24,679	10,949	4,747
4	2026	52,824	25,616	11,403	4,928
5	2027	55,081	26,590	11,897	5,115
6	2028	57,433	27,600	12,411	5,309
7	2029	59,884	28,649	12,948	5,511
8	2030	62,438	29,738	13,507	5,721
9	2031	65,197	31,408	14,090	5,938
10	2032	68,075	32,601	14,722	6,326
11	2033	71,078	33,840	15,381	6,566
12	2034	74,210	35,126	16,070	6,816
13	2035	77,479	36,461	16,788	7,075
14	2036	81,004	37,846	17,538	7,343
15	2037	84,686	39,984	18,321	7,623
16	2038	88,530	41,504	19,168	8,128
17	2039	92,545	43,081	20,053	8,437
18	2040	96,736	44,718	20,978	8,757
19	2041	101,113	46,417	21,944	9,090
20	2042	105,828	49,055	22,953	9,435
21	2043	110,755	50,919	24,043	9,960
22	2044	115,820	52,854	25,183	10,339
23	2045	120,221	54,863	26,375	10,731
24	2046	124,789	56,948	27,377	11,139
25	2047	129,531	59,112	28,418	11,686
26	2048	134,453	61,358	29,498	12,130
27	2049	139,563	63,689	30,618	12,591
28	2050	144,866	66,110	31,782	13,069
29	2051	150,371	68,622	32,990	13,566
30	2052	156,085	71,229	34,243	14,081

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Cuando una vialidad como la Av. Bosques de San Isidro se convierte a través del tiempo en vialidad principal como consecuencia del cambio de la zona de ubicación en área urbana, esta adquiere funciones diferentes a las originales y modifica sus características físicas y geométricas transformándose. Esto deriva en un alto grado de accidentes viales y por la convivencia de todo tipo de usuarios. Considerando la oferta y la demanda de estudio en la situación con proyecto los resultados obtenidos son:

- **Señalamiento horizontal y vertical.** Afectable tanto para la movilidad motorizada como para la no motorizada un buen señalamiento horizontal, vertical y semaforización sobre todo peatonal en cruces relevantes ofrecen cruces seguros con el fin de evitar accidentes, la situación en general produce que se preste a la población usuaria un servicio eficiente.
- **Banquetas, guarniciones, cenefas y rampas peatonales:** La infraestructura eficiente de banquetas genera una buena calidad del servicio a los usuarios sobre todo a las personas con capacidad diferentes puesto que la infraestructura está diseñada para atender sus necesidades.
- **Alumbrado público.** El sistema de alumbrado público a base de nuevas luminarias genera seguridad tanto para la demanda motorizada como demanda no motorizada.

Tabla 48. Interacción oferta-demanda movilidad no motorizada: peatones situación con proyecto

Peatones	Velocidad Promedio Peatón	Nivel Seguridad Movilidad Peatonal	Andador Peatonal Continuo	Señalética Peatonal	Nivel de Iluminación
Tramo	4.5 Km/h	Alto	Si	Si	Optimo

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco, 2021

IV. Evaluación del Proyecto

Se plantea el proyecto de estudio “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.” determinado para el desarrollo de una vialidad principal en la metrópoli beneficiando a la demanda vehicular local.

El método que se emplea para la evaluación es el “Análisis Costo-Beneficio”. La evaluación económica para infraestructura vial y sus componentes se basa en la determinación de las ventajas que ofrecerá al usuario en términos de ahorros, en lo relativo a los Costos Generalizados de Viaje -CGV-, tanto en costos de operación vehicular y tiempo de recorrido de los usuarios. Una vez obtenidos los beneficios del proyecto se comparan con la inversión requerida para ello, en este caso **\$140,000,000.00 (ciento cuarenta millones de pesos)** del 2022 con IVA incluido, el proceso de análisis incluye costos de mantenimiento y molestias por construcción. Este proceso analítico, vincula la relación entre los beneficios que recibirá la sociedad con la realización del proyecto y los costos en que incurrirá para proporcionarlos. La evaluación socioeconómica del tramo sobre Av. Bosques de San Isidro al oriente de la Zona Metropolitana de Guadalajara específicamente en el municipio de Zapopan, se basa en la comparación de dos escenarios: “Con proyecto” y “Sin proyecto”.

La comparación de ambos escenarios implica el análisis de la relación oferta-demanda. La oferta se refiere a la infraestructura – que para el caso de la situación sin proyecto – que constituye la construcción, rehabilitación, modernización o ampliación de un bien material que si bien mejora los trazos su durabilidad es cinco veces menor a la oferta con proyecto. La demanda se refiere a la determinación del tránsito – motorizado– probable, tanto para la situación con proyecto como para la situación sin proyecto, además de su posible evolución. El análisis toma en cuenta que la demanda y su evolución están condicionadas por la oferta disponible.

La referencia de insumos procede a la cuantificación de los Costos Generalizados de Viaje resultantes de la interacción conformada por la oferta y la demanda. Los “Costos Generalizados de Viaje” son el resultado de la adición de los denominados “costos de operación vehicular” que se refieren a los costos asociados por la operación de los usuarios al uso de la infraestructura y los “costos por tiempo de recorrido” que se refieren a los costos por el valor del tiempo de los pasajeros, en las condiciones con y sin proyecto. Aun cuando es posible considerar otros costos exógenos asociados con los accidentes, emisiones de gases efecto invernadero, el ruido, entre otros, no existen datos cuantitativos confiables para hacerlo, por lo que no se ha cuantificado la correspondiente monetización en la presente evaluación. Por lo que se refiere a montos de inversión, en el cálculo intervienen la inversión en obra física, sea construcción, rehabilitación, ampliación o modernización, y el mantenimiento que la infraestructura requiera en el horizonte de evaluación, ambos nominalmente. Para el caso de la situación sin proyecto los constituyen aquellos relacionados con la situación actual optimizada, que en la mayoría de los casos están integrados por los montos de inversión para la conservación y mantenimiento.

Con base en la información anterior, se estiman los beneficios económicos del proyecto mediante la resta de los costos asociados a la situación con proyecto menos los correspondientes a la situación sin proyecto. En otros términos, los beneficios económicos derivados de la puesta en operación de un proyecto de infraestructura vial, cuantificables en términos monetarios, se derivan principalmente de dos fuentes: ahorros por “costos de operación vehicular” y ahorros por “tiempos de recorrido” de los usuarios.

Finalmente, en virtud de que los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil, se generan flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo cual se utilizó una tasa de descuento del 10 %, sugerida por la Unidad de inversiones de la SHCP para este tipo de proyectos de infraestructura vial.

Premisas metodológicas de la evaluación de infraestructura económica vial

Metodología para la Evaluación de Proyecto de Carreteras (Vialidades)

El estudio de inversión está basado en los lineamientos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para la elaboración de Análisis Costo-Beneficio con fecha de diciembre de 2013, pero también está basado en la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, elaborado por el Gobierno Federal mediante la SHCP. Es un manual donde se explica cómo realizar el proyecto y sus vertientes.

En el punto 3. Análisis de un Proyecto de Carreteras, 3.1.3 Interacción oferta-demanda y descripción de la problemática, inciso b. Velocidad de operación menciona que: La velocidad de operación es resultado de la interacción de la oferta y de la demanda. Se calcula con base en el tiempo de recorrido y la longitud de los tramos de la red relevante, lo cual es información obtenida en el estudio de campo.

La velocidad de operación actual para cada tramo está en relación a la longitud del mismo y al tiempo de recorrido. Se puede calcular por medio de los métodos de seguimiento de las placas o vehículo flotante. Con base en ellos se registra el tiempo promedio de recorrido que, junto con la distancia, permite estimar la velocidad de operación.

Para el año base la velocidad de operación se calcula para cada tramo de la red, por tipo de vehículo y niveles de congestión.

$$V_i = \frac{L}{T_i}$$

Dónde:

- *V_i es velocidad para el tipo de vehículo i en cada horario de congestión (con y sin congestión)³*
- *L es la longitud del tramo*
- *T_i es el tiempo de recorrido del tipo de vehículo i registrado en el estudio de demanda*
La velocidad de operación se usará posteriormente para calcular los Costos de Operación Vehicular (COV)

En el punto 3. Análisis de un Proyecto de Carreteras, 3.1.3 Interacción oferta-demanda y descripción de la problemática, inciso c. Costo Generalizado de Viaje menciona que: La interacción de la oferta y la demanda se refleja en Costo Generalizado (CGV), el cual se define como el costo en el que incurren los usuarios del camino. Éste incluye la valoración del tiempo empleado en el viaje o el costo del tiempo de recorrido (CTR), y el costo de operación de los vehículos (COV) en que se realizan dichos viajes (incluyendo combustible, neumáticos, lubricantes, etc.).

El CGV de la situación actual debe calcularse por tipo de vehículo para cada tramo, sentido y horario de congestión de acuerdo con la expresión:

$$CGV_{i,j,k} = COV_{i,j,k} + CTR_{i,j,k}$$

Dónde:

³ En caso de carreteras que estén fuera de zona urbana, vialidades consideradas caminos rurales o de poco tránsito o en caso de la utilización de aforos de SCT se realizará un solo estudio, es decir, no se dividirá en sin congestión o con congestión

- i puede ser vehículo ligero (A), autobús (B), Camión unitario (C) o camión articulado (CA)
- j se refiere a cada tramo de la carretera
- k es el horario y día de congestión
- $CGV_{i,j,k}$ es el Costo Generalizado de Viaje calculado para el tipo de vehículo i en el tramo j y horario de congestión
- $COV_{i,j,k}$ es el Costo de Operación Vehicular o costo variable medio de utilizar un tipo de vehículo i en el tramo j y horario de congestión k
- $CTR_{i,j,k}$ es el Costo por Tiempo de Recorrido de los pasajeros que viajan por el tipo de vehículo i en el tramo j y horario de congestión k

El COV mide en términos monetarios el costo que le representa al usuario circular por una carretera. La unidad con que se expresa es pesos por kilómetro recorrido (\$/km). Para su cálculo se incluye el consumo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendiente, grados de curvatura, así como a la altitud sobre el nivel del mar.

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo i . Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (pesos/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros.

Cálculo del CGV por tipo de vehículo

Se deberá calcular el CGV por tipo de vehículo para cada tramo, sentido de circulación y horario de congestión. Para obtener el COV se recomienda usar el programa VOC-MEX 3.0 y es importante calibrarlo conforme a la velocidad calculada en el estudio de campo que se incluyó en el análisis de la demanda.

El valor del tiempo de las personas se estima con base en la metodología que utiliza el ingreso medio, el cual está en función del salario mínimo general vigente como principal variable, la población ocupada y horas trabajadas a la semana.⁴

Para la situación sin proyecto del estudio en el apartado 3, 3.2.4 interacción oferta-demanda con optimizaciones a lo largo de la vida útil menciona que el CGV por tipo de vehículo se calcula de la misma forma que en la situación actual. Sin embargo, para la velocidad de operación deberán tomarse en cuenta las optimizaciones planteadas. Para el año base se puede estimar con información de estudios realizados en carreteras (vialidades) de características similares. Adicionalmente, para los años de vida útil la velocidad se debe calcular con modelos de ingeniería de Tránsito. Dichos modelos

⁴ Para este proceso se utiliza la publicación “Estimación del valor de tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México” más reciente, en este caso es la publicación núm., 170, Enero-Febrero 2018, artículo 1, publicación perteneciente al Instituto Mexicano del Transporte. IMT.

consideran la disminución de la velocidad de operación promedio conforme aumenta el número de vehículos que transitan por la carretera, lo cual tiene un impacto en el CGV⁵.

El CGV de la situación sin proyecto (CGV0) se calcula por tramo de la red relevante de cada año en el horizonte de evaluación. Es decir, para cada tramo deben sumarse todos los vehículos de un mismo tipo que circulan en un año bajo un mismo nivel de congestión y multiplicarlo por el CGV correspondiente.

Posteriormente se suma el CGV de todos los tipos de vehículo y todos los horarios de congestión en cada tramo.

El hacer este cálculo por cada tramo de la red relevante permitirá evaluarlos de forma independiente y evaluar la contribución de cada uno a la rentabilidad del proyecto.

Para la situación con proyecto del estudio en el apartado 3, inciso 3.3 Situación con proyecto menciona: Esta es la proyección de la situación cuando el proyecto sí se lleva a cabo. Se debe estimar la demanda futura con base en el crecimiento de la economía, que es la misma que en la situación sin proyecto. La oferta se describe de acuerdo con el diseño del proyecto. Finalmente, la interacción entre ambas permitirá estimar el CGV correspondiente.

Costo de operación base de los vehículos representativos de transporte interurbano 2021

El desarrollo del trabajo presentado en el “Costo de operación base de los vehículos representativos de transporte interurbano 2021” (Publicación Técnica No. 590) tuvo como antecedente las Publicaciones Técnicas 20, 30, 202, 282, 316, 337, 368, 407, 471, 526 y 573 elaboradas en el propio Instituto Mexicano del Transporte –IMT-, el trabajo surgió como una necesidad ante la importancia de contar con herramientas actualizadas para calcular costos de operación vehicular; además, manifiesta por la permanente recepción de solicitudes al respecto por parte de empresas de consultoría y gobiernos estatales, así como, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Esta publicación señala en su Resumen lo siguiente:

Datos sobre las características de la carretera (tipo de superficie, índice internacional de rugosidad, pendiente, etc.), del vehículo (peso, carga útil, potencia, velocidad, área frontal proyectada, número de kilómetros conducidos por año, vida útil promedio de servicio, costos unitarios, etc.), así como, de los neumáticos (número de llantas por vehículo, costo de la llanta nueva, costo del renovado de la llanta, etc.) para siete tipos de vehículos y se calculan los respectivos costos de operación para condiciones ideales.

⁵ Para proyectos a nivel perfil se puede utilizar la misma velocidad para todo el horizonte de evaluación.

Se proporcionan los factores del costo de operación base de los vehículos, que pueden ser valuados en unidades monetarias, conocidos los precios unitarios de los diferentes insumos. Con ello, pueden actualizarse los valores reales expresados en las gráficas.

Se muestra la rugosidad y el índice de servicio con el costo de operación, el cual se considera como 1 en un tramo recto de pendiente 0 % y pavimento nuevo (Índice Internacional de Rugosidad = 1-2 m/km; Índice de Servicio = 4.5-5), de manera que los costos correspondientes a otras condiciones de rugosidad y de alineamiento horizontal y vertical, se expresan como un factor siempre mayor que 1; de esta forma, se ha tratado de eliminar la referencia a un precio variable.

La actualización de la información consistió en obtener características técnicas de los diferentes tipos de vehículos identificados que intervienen para determinar los costos de operación vehicular, y son: peso del vehículo vacío; carga útil; velocidad deseada; área frontal proyectada y velocidad calibrada del motor.

Estimación del Valor del Tiempo

NOTAS núm. 189, ENERO - FEBRERO 2021, artículo 1

Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021

TORRES Guillermo, HERNÁNDEZ Salvador y GONZÁLEZ Alejandro

Introducción

En 2004, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) inició la publicación de una propuesta para la estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, con base en la metodología de cálculo cuyas principales variables explicativas son el salario mínimo general vigente (SMG), el número de horas laboradas por semana por la población ocupada con ingreso (POI) y el monto del ingreso percibido, expresado en salarios mínimos generales promedio a nivel nacional (SMGP).

Los valores publicados han sido tomados como referencia por las áreas operativas de la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para la evaluación de proyectos carreteros. Asimismo, la metodología ha sido utilizada por investigadores y profesionales del sector que han elaborado otros trabajos relacionados con el valor social del tiempo.

Con la publicación de los resultados definitivos del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores de ingresos y tiempo laborado (Torres, 2012), aplicando la metodología antes mencionada y cuyas expresiones básicas se muestran a continuación.

Valor del tiempo por motivo de trabajo (SHP):

$$SHP = (FIP * SMGP * 7) / HTP \quad (1)$$

Valor del tiempo por motivo de placer (VTpp):

$$VTpp = 0.3 * H^6 \quad (GWILLIAM Kenneth, 1995) \quad (2)$$

$$VTpp = 0.3 * (2 * FIP * [SMGP / (HTP / 7)]) \quad (2a)$$

Donde:

$$H = \text{ingreso horario familiar}^7 = 2 * FIP * SMH$$

$$SMH = \text{salario mínimo por hora (en pesos)} = SMGP / PHTD$$

$$PHTD = \text{promedio de horas trabajadas diarias} = HTP / 7$$

$$HTP_{\text{censo2010}} = \text{promedio de las horas trabajadas por semana} = 41.444$$

$$FIP_{\text{Censo2010}} = \text{factor de ajuste del ingreso promedio de la población} = 3.367$$

$$SMGP = \text{salario mínimo general promedio (en pesos diarios)}$$

La actualización de la fuente de información implicó ajustes en otros factores como el salario mínimo horario (SMH) y el promedio de horas trabajadas por día (PHTD), y por tanto en el valor del tiempo de los usuarios de las carreteras, dichas variaciones se describen en las siguientes secciones.

- Estimación del valor del tiempo nacional
- Estimación del valor del tiempo regional
- Estimación del valor del tiempo estatal (opción tomada para el análisis costo beneficio presente)

Índice de Rugosidad Internacional –IRI–.

La IRI es una medida entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de viaje, las cargas dinámicas y el drenaje superficial del camino. La rugosidad es una característica del perfil

⁶ GWILLIAM, Kenneth. The value of time in economic evaluation of transport projects, lessons from recent research in “Infrastructure Notes” No. OT-5, Transport Sector World Bank, January 1995 <http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/Resources/336291-1119275973157/td-ot5.pdf>

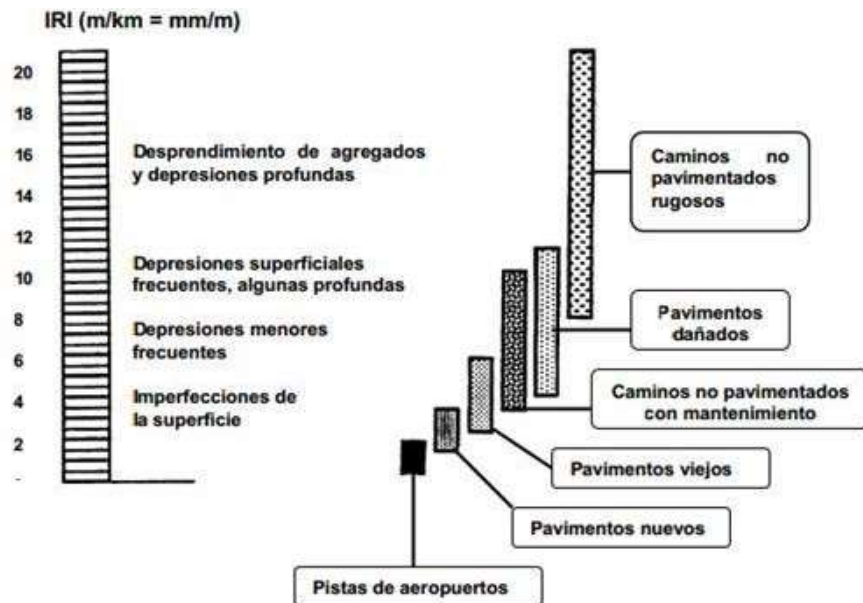
⁷ F. Cortés (2003) considera que el valor de H, para el caso mexicano, equivale aproximadamente a la aportación que hacen dos miembros de la familia al ingreso familiar.

longitudinal de la superficie recorrida, y el índice internacional de rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo; su unidad de medida se encuentra entre los 2 y 10 m/km.

El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de viaje, las cargas dinámicas y el drenaje superficial del camino. La rugosidad es, por tanto, una característica del perfil longitudinal de la superficie recorrida y el Índice Internacional de Rugosidad puede definirse como la suma de las irregularidades verticales (en valor absoluto) a lo largo de la zona de rodadura de un tramo homogéneo de carretera, entre la longitud del mismo, su unidad de medida es m/km.

En la figura se muestra la escala de dicho índice con una breve descripción del estado cualitativo del pavimento correspondiente a ciertos rangos. Un método muy accesible para realizar estimaciones de la rugosidad en campo consiste en colocar manualmente una regla de 2 m o 3 m de largo, longitudinalmente, sobre una de las huellas de camino; medir la desviación máxima bajo la regla, en mm; y repetir la operación a distancias convenientemente espaciadas.

Ilustración 24. Escala de valores del IRI y características de los pavimentos



Fuente: Se obtuvo de la publicación técnica no. 590 costos de Operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2020

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos de la obra

El costo de inversión corresponde a cada uno de los componentes que conforman la infraestructura de la obra que se realiza, es decir, que corresponde a los trabajos asociados con la **“Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco.”**. Los precios son a 2022.

Tabla 49. Costo de inversión Estatal

Descripción	Monto
Preliminares	\$396,588
Demoliciones y desmontajes	\$3,512,404
Terracerías	\$5,888,974
Línea de agua potable	\$1,722,056
Construcción de colector de alejamiento	\$37,428,524
Sistema de drenaje sanitario	\$10,049,712
Sistema de alumbrado	\$4,062,599
Pavimentación	\$30,570,266
Banquetas y paisaje urbano	\$13,622,743
Dispositivos y señalamiento vial	\$3,117,907
Ciclovía	\$8,878,494
Reubicación de semáforos	\$394,691
Limpiezas	\$355,041
Total	\$120,000,000

Tabla 50. Costo de inversión Municipal

Descripción	Monto
Pavimentación	\$10,737,874
Banquetas y paisaje urbano	\$4,785,019
Dispositivos y señalamiento vial	\$1,095,172
Ciclovía	\$3,118,591
Reubicación de semáforos	\$138,636
Limpiezas	\$124,709
Total	\$20,000,000

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento son aquellos que se realizan de forma anual o cada cierta cantidad de años según corresponda al tipo de pavimento con la finalidad de que la obra realizada se mantenga en condiciones aceptables para prestar los beneficios estimados a la población de la zona de estudio.

Los periodos de mantenimiento para superficie de rodamiento a base de concreto hidráulico son la siguiente:

- Rutinario, Anual: Tiene como objetivo corregir rápidamente con trabajos de mantenimiento menores daños ligeros en la superficie de rodamiento, retiro de derrumbes en la misma, azolve de drenaje y crecimiento de la hierba al costado del camino, con el fin de evitar que los daños progresen e incrementen del deterioro y fatiga natural de la superficie.
- Periódico, cada 5 años: Comprende la limpieza de juntas, calafateo de agrietamientos y el fresado de superficie para remarcar la macro textura a la misma, a fin de eliminar el pulido de la superficie y mejorar la seguridad al usuario.
- Reconstrucción, cada 10 años: Lo integran los trabajos de reparación mayor de losas de concreto hidráulico, entre los cuales se consideran rebajar orillas de la losa cuando se alabea con la concavidad hacia arriba, inyecciones de mortero fluido para llenar huecos en caso de haber indicios de fenómenos de socavación, bombeo o, en caso necesario, sustitución de losas cuando tramos específicos presenten daños severos ya que es más conveniente demolerlas y construir una nueva losa.

Los principales conceptos a considerar son la reparación superficial de losas de concreto hidráulico mediante trabajos de:

- Obras de drenaje y señalamiento:
 - Colector pluvial diámetro 60” tubería PEA
 - Pintado de raya
 - Vialitas e indicadores de alineamiento
- Pavimentos:
 - Pavimentación con concreto hidráulico
 - Redes hidrosanitarias
 - Banquetas
 - Ciclovía
- Imagen urbana
 - Arbolado
 - Vegetación
 - Iluminación

Los costos paramétricos para el mantenimiento se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 51 Parámetro para costo de mantenimiento

Rutinario	\$ 21,120,690	Anual
Periódico	\$ 16,896,552	Cada 4 años
Rehabilitación	\$ 82,672,414	Cada 15 años

Fuente: Memoria de calculo

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento y conservación considerados:

Tabla 52. Mantenimiento

Año	Mantenimiento (MDP)
0	
1	21.121
2	21.121
3	21.121
4	38.017
5	21.121
6	21.121
7	21.121
8	38.017
9	21.121
10	21.121
11	21.121
12	38.017
13	21.121
14	21.121
15	103.793
16	21.121
17	21.121
18	21.121
19	38.017
20	21.121
21	21.121
22	21.121
23	38.017
24	21.121
25	21.121

26	21.121
27	38.017
28	21.121
29	21.121
30	103.793

Fuente: Elaborado con datos de la memoria de cálculo

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios de la obra

Beneficios generales del proyecto

El Gobierno del Estado de Jalisco cuenta con el Derecho de Vía correspondiente al tramo de estudio de 2.52 km sobre la “Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro cadenamiento km 00+000 a km 2+52.

A continuación, se presenta los siguientes beneficios generales:

- Mejoramiento de la imagen urbana.
- Restituir la infraestructura a lo largo del tramo del proyecto.
- Reducción de los puntos ciegos al mejorar la iluminación.
- Incremento de tiempo de traslado de los peatones sin importar su edad al mejorar la calidad de la infraestructura en banquetas.
- Mejora de la eficiencia operativa al reducir los CGV al mejorar la superficie de rodamiento, ya que se mejora el costo operativo y el tiempo de traslado, además de bajar el IRI a 3.
- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido y reducción en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos, por ende, ahorros en Costos Generalizados de Viaje.
- Operación más segura para los usuarios, al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.

Beneficios cuantificables

Para llevar a cabo la evaluación socioeconómica del proyecto se toma en cuenta los beneficios cuantificables obtenidos por concepto de “Ahorro en Costos Generalizados de Viaje de los Vehículos” así como los costos operativos del proyecto como inversión, mantenimiento y costos por molestias de construcción.

- El horizonte de evaluación es de 30 años una vez terminado el proyecto.
- La Tasa social de descuento es del 10 % utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.
- Se consideran precios constantes de 2022 a lo largo del horizonte de evaluación, debido a que se está realizando un análisis en términos reales.

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorros en costo de operación vehicular y (ii) ahorro en costo total del tiempo, la adición de ambos genera los CGV para cada escenario. El cálculo del CGV se realiza con base en la información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de composición vehicular.

Tabla 53. Ahorros costos operativos vehiculares

Año		COV Sin proyecto	COV Con Proyecto	Ahorro
0	2022			
1	2023	63,398	57,243	6,155
2	2024	65,991	59,604	6,387
3	2025	68,689	62,062	6,627
4	2026	71,597	64,721	6,876
5	2027	74,616	67,492	7,124
6	2028	77,782	70,380	7,402
7	2029	81,070	73,391	7,679
8	2030	84,496	76,528	7,968
9	2031	88,064	79,919	8,145
10	2032	91,906	83,456	8,450
11	2033	95,914	87,148	8,766
12	2034	100,093	90,999	9,094
13	2035	104,451	95,017	9,434
14	2036	108,995	99,325	9,670
15	2037	113,884	103,854	10,030
16	2038	118,674	108,583	10,091
17	2039	123,988	113,522	10,466
18	2040	129,535	118,680	10,855
19	2041	135,324	124,066	11,258
20	2042	141,366	129,871	11,495
21	2043	147,295	135,938	11,357
22	2044	153,862	142,195	11,667
23	2045	159,708	147,598	12,110
24	2046	165,777	153,207	12,570
25	2047	172,077	159,029	13,048
26	2048	178,616	165,072	13,544
27	2049	185,403	171,344	14,059
28	2050	192,449	177,856	14,593
29	2051	199,762	184,614	15,148
30	2052	207,353	191,629	15,724

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Ahorro en costo total de recorrido

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

En dicha publicación, para calcular el valor económico del tiempo de los usuarios, se hace intervenir al salario mínimo, el promedio del número de horas trabajadas por semana por la población ocupada y el ingreso de la población, así como el número de miembros de la familia con aportación al ingreso familiar

Tabla 54. Ahorros en tiempo de recorrido

Año		Tiempo Sin proyecto	Tiempo Con Proyecto	Ahorro
0	2022			
1	2023	50,294	27,478	23,684
2	2024	52,206	28,522	24,583
3	2025	54,189	29,606	25,518
4	2026	56,249	30,731	26,487
5	2027	58,386	31,899	27,494
6	2028	60,605	33,111	28,539
7	2029	62,908	34,369	29,623
8	2030	65,298	35,675	34,155
9	2031	71,889	37,734	35,454
10	2032	74,621	39,167	36,801
11	2033	77,457	40,656	38,199
12	2034	80,400	42,201	39,651
13	2035	83,455	43,804	41,158
14	2036	86,627	45,469	41,806
15	2037	89,918	48,112	48,340
16	2038	98,280	49,940	50,177
17	2039	102,015	51,838	52,083
18	2040	105,891	53,808	54,062
19	2041	109,915	55,853	55,077
20	2042	114,092	59,015	64,679
21	2043	125,937	61,258	67,137
22	2044	130,723	63,586	69,688
23	2045	135,690	66,002	72,213
24	2046	140,846	68,633	74,958
25	2047	146,199	71,241	77,806
26	2048	151,754	73,948	80,763
27	2049	157,521	76,758	83,832
28	2050	163,507	79,675	87,017
29	2051	169,720	82,703	90,323
30	2052	176,169	85,846	22,816

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Ahorros en Costos Generalizados de Viaje

Los CGV se obtienen de la suma de los Costos de Operación Vehicular y del Tiempo de Recorrido. Para los ahorros se toman en cuenta la adición de los COV y el Tiempo para la situación sin proyecto y con proyecto y se saca la diferencia entre ambos resultados.

Tabla 55. Ahorros en costos generalizados de viaje

Año		CGV Sin Proyecto	CGV Con Proyecto	Ahorro
0	2022			
1	2023	113,692	84,721	28,971
2	2024	118,197	88,126	30,071
3	2025	122,878	91,668	31,210
4	2026	127,846	95,452	32,394
5	2027	133,002	99,391	33,611
6	2028	138,387	103,491	34,896
7	2029	143,978	107,760	36,218
8	2030	149,794	112,203	37,591
9	2031	159,953	117,653	42,300
10	2032	166,527	122,623	43,904
11	2033	173,371	127,804	45,567
12	2034	180,493	133,200	47,293
13	2035	187,906	138,821	49,085
14	2036	195,622	144,794	50,828
15	2037	203,802	151,966	51,836
16	2038	216,954	158,523	58,431
17	2039	226,003	165,360	60,643
18	2040	235,426	172,488	62,938
19	2041	245,239	179,919	65,320
20	2042	255,458	188,886	66,572
21	2043	273,232	197,196	76,036
22	2044	284,585	205,781	78,804
23	2045	295,398	213,600	81,798
24	2046	306,623	221,840	84,783
25	2047	318,276	230,270	88,006
26	2048	330,370	239,020	91,350
27	2049	342,924	248,102	94,822
28	2050	355,956	257,531	98,425
29	2051	369,482	267,317	102,165
30	2052	383,522	277,475	106,047

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Beneficios no cuantificables oferta-demanda

- **Señalamiento horizontal y vertical.**
- **Banquetas, guarniciones, cenefas y rampas peatonales**
- **Alumbrado público.**
- **Vialidad.**

Con la repavimentación con concreto hidráulico de la vialidad existente en la Av. Bosques de San Isidro se genera un mejor sistema de conectividad entre las colonias denominadas como fuera de la periferia traduciéndose en mejorar el nivel de servicio y mejorando la calidad del servicio para la movilidad no motorizada al construir la ciclovía y las banquetas.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil de 29 años, por lo tanto, la “Evaluación del Proyecto” integra los flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de descuento. Acorde a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, la tasa de descuento que se utilizó en la presente evaluación es el 10 %. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los siguientes indicadores: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

Dónde:

B_{t+1}: es el beneficio total en el año t+1

C_{t+1}: es el costo total en el año t+1

I_t: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

En virtud de que los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil, se generan flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo cual se utilizó una tasa de descuento del

10 %, la cual es la sugerida por la Unidad de inversiones de la SHCP para este tipo de proyectos de infraestructura vial.

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento. Los indicadores de rentabilidad del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 56. Indicadores de rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$53,531,250.62
Tasa interna de retorno (TIR)	12.62%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.84%

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Analizando los resultados con respecto a los indicadores económicos obtenidos para la evaluación socioeconómica base de la obra en proyecto, indican que el proyecto es viable desde el punto de vista económico, ya que con base en los beneficios cuantificables se presentó:

- El Valor Presente Neto (VPN) de un proyecto es la suma de los beneficios netos futuros del proyecto actualizado a un año común a una tasa de descuento, en este caso defina en 10 %. El VPN Social (VPNS) sintetiza en una sola cifra el valor social del proyecto al restar los costos socioeconómicos a los beneficios socioeconómicos una vez que ambos han sido debidamente actualizados con la Tasa Social de Descuento. La diferencia Beneficio menos Costo; o Valor Presente Neto es una unidad positiva (**VPN > 0**), que equivale a las ganancias sociales que se obtendrán con el proyecto. Si el VPNS es igual a cero ($VPNS = 0$) será indiferente realizar el proyecto o invertir los recursos en la alternativa. Si el VPNS del proyecto es menor que cero ($VPN < 0$) entonces el proyecto no es rentable socialmente y deberá ser rechazado. Sin embargo, en el caso del presente proyecto el VPNS es mayor que cero ($VPNS > 0$) entonces se considerará que el proyecto es socialmente rentable y, en el caso VPN \$53,531,250.62 por lo tanto, es conveniente realizarlo.
- La Tasa Interna de Retorno es superior al costo de oportunidad de capital, (**TIR>10%**), esta tasa muestra el rendimiento de la inversión. Este indicador es significativamente superior a la tasa social mínima aceptada por la propia SHCP, la cual se define en 10 %. Por lo tanto, el hecho que el proyecto alcance una TIR social del 12.62 % indica que es un proyecto robusto, el cual

tiene margen para mitigar distintas posibles contingencias (No previstas) como aumento de la inversión, disminución de la demanda o bien incremento en los costos de mantenimiento.

- La Tasa de Rentabilidad Inmediata (final del primer año de operación de la situación “con Proyecto”) muestra un valor igual o superior a la tasa de actualización o de descuento (**TRI $\geq$ 10%**). La TRI indica el momento óptimo de inicio de operación de un proyecto de inversión. Cuando la TRI es igual la tasa de descuento es el momento óptimo de operación del proyecto, y si la TRI es menor a la tasa de descuento el proyecto debe postergarse, y si es mayor, entonces debe construirse a la brevedad, porque el momento óptimo ya pasó. Por lo tanto, en el proyecto que nos compete, el resultado de una TRI equivalente al 12.84 %, la cual es significativamente superior a la tasa mínima aceptada del 10%, infiere que el momento óptimo para la ejecución es el año 2022.

d) Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad. Para ello se consideraron variables relevantes para este tipo de proyectos, que son:

Inversión. Se refiere al costo de construcción del proyecto, es indudable la importancia de esta variable en un análisis costo beneficio, dado que con un incremento en ella podría dejar de ser rentable el proyecto, por lo que el análisis de sensibilidad a la inversión nos permitirá identificar hasta qué costo de inversión seguiría siendo rentable.

Tabla 57. Sensibilidad a la inversión

Variación	Inv	TIR	VPN	TRI
1.2	144.83	10.5%	10,499	10.0%
1.1	132.76	11.6%	32,015	11.4%
1.0	120.69	12.6%	53,531	12.8%
0.9	108.62	13.7%	75,047	14.2%
0.8	96.55	14.8%	96,564	15.6%

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Costos de mantenimiento. Los costos de mantenimiento conforman el segundo grupo de erogaciones para el análisis costo-beneficio, considerando este grupo se tendría entonces analizada la sensibilidad del proyecto a los costos que incurrirá el proyecto durante el horizonte de análisis, de ahí la importancia de considerarlo.

Tabla 58. Sensibilidad al mantenimiento

Variación	Mantenimiento	TIR	VPN	TRI
1.2	923,276	10.51%	10,499	10.04%
1.1	846,336	11.56%	32,015	11.44%
1.0	769,397	12.62%	53,531	12.84%
0.9	692,457	13.68%	75,047	14.24%
0.8	615,517	14.76%	96,564	15.64%

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

Demanda del proyecto. La demanda es una variable que no debe dejar de ser considerada en un análisis de sensibilidad de un proyecto. Todo proyecto de inversión económica está dirigido a la satisfacción de una demanda, asimismo la demanda y su comportamiento en el período de análisis son un valor estimado que conlleva un cierto grado de incertidumbre, por lo que es necesario ver qué pasaría con la rentabilidad del proyecto si la demanda es mayor o menor a fin de tomar las decisiones adecuadas en el tamaño óptimo del mismo o la posibilidad de postergar.

Tabla 59. Sensibilidad a la demanda

Variación	TDPA	TIR	VPN	TRI
1.2	9,000	16.0%	131,408	18.2%
1.1	8,250	14.4%	92,469	15.5%
1.0	7,500	12.62%	53,531	12.84%
0.9	6,750	10.7%	14,593	10.2%
0.8	6,000	8.7%	(24,345)	7.5%

Fuente: Elaborado con resultados de la memoria de cálculo

e) Análisis de riesgos

El principal riesgo que presenta este proyecto es la disponibilidad de la totalidad de recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto.

El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros; bajo este escenario, los beneficios proyectados no alcanzan a generarse. Esta situación a pesar de que pudiese llegar a ser probable, definitivamente estaría en contra de los propios intereses del contratista al cual le sea asignado el proyecto, ya que se vería obligado a ejercer las fianzas de cumplimiento y en un extremo incluso en acciones legales en su contra.

Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con la realización de las obras en general o un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos.

Otros riesgos asociados al proyecto son la demanda social de obras adicionales al momento de la construcción (sobrecostos), retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios (Sobreplazos), los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución, así como problemas económicos que pudieran incidir fuertemente en la demanda de transporte.

En términos de infraestructura, el proyecto registra un riesgo potencial de deficiencia en la ingeniería o bien en el diseño. Sin embargo, para la mitigación de este tipo de riesgos se considera la aplicación de penas y fianzas para asegurar el cabal cumplimiento, tal como lo ha realizado el Gobierno de Jalisco en diversas obras de infraestructura pública.

A continuación, se presenta una matriz de riesgos para la realización del proyecto que indica la distribución de riesgos entre la dependencia y el contratista, así como también una estimación de la probabilidad de ocurrencia:

Tabla 60. Matriz de riesgos evaluados por la SIOP en la etapa de Ejecución

Descripción del riesgo	% de asignación del riesgo		Estimación del riesgo	
	SIOP	Contratista	Probabilidad	Efectos
Falta de calidad en las obras realizadas por el contratista.	5%	90%	Baja	Media
Ejecución de mayores cantidades de obra no autorizadas, por procedimientos constructivos inadecuados imputables al contratista o por deficiente programación (o cronología) de ejecución de las obras.	5%	90%	Baja	Media
Por precios por debajo del presupuesto oficial (es decir; cuando estos precios se encuentran por debajo del presupuesto oficial y/o de cada uno de los insumos, costos, precios, tarifas, alquiler de equipos, salarios, transportes) en la propuesta del contratista. El presupuesto oficial se calcula de conformidad con los precios de mercado existentes en el sitio del proyecto al momento de publicación del pliego definitivo y/o adendas (en caso DE PRESENTARSE).	0%	100%	Media	Media
Riesgo presentado por escasez de cualquier tipo de material y/o insumos para la ejecución de la obra o por salida del mercado de insumos o materias primas para la ejecución de las obras objeto del contrato	0%	100%	Baja	Media
Riesgo presentado por la fluctuación de precios en los materiales.	0%	100%	Baja	Alta
Mayores costos y plazos por las actividades de gestión social.	40%	60%	Media	Media
Medidas de mitigación ambientales como mayores plazos y costos por la gestión de la obtención de licencias/permisos o mayores costos por modificaciones ambientales imputables al contratista.	60%	40%	Media	Media

Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco

Tabla 61. Matriz de riesgos evaluados por la SIOP ⁸ en la etapa de Operación				
Descripción del riesgo	% de asignación del riesgo		Estimación del riesgo	
	Autoridades estatales y/o municipales	Contratista	Probabilidad	Efectos
Incumplimiento de las metas de atención a la demanda esperada	40%	60%	Baja	Baja
Costos de mantenimiento superiores a lo esperado.	40%	60%	Baja	Media
Utilización indebida de la infraestructura construida	80%	20%	Media	Baja
Demanda rebasa la capacidad de la oferta en situación con proyecto	50%	50%	Baja	Media
Fuente: Secretaría de Infraestructura y Obra Pública del Estado de Jalisco				

V. Conclusiones y Recomendaciones

La **“Pavimentación con concreto hidráulico de Av. Bosques de San Isidro, de Periférico Manuel Gómez Morín a Av. Industria Textil, Municipio de Zapopan, Jalisco”** es un proyecto de infraestructura urbana con características de viabilidad y sustentabilidad, ya que está orientado a resolver integralmente una serie de acciones vinculadas a la planeación del desarrollo regional asociado con el desplazamiento continuo y seguro de la demanda, mitigación de riesgos asociados con la dinámica demográfica y consolidación urbana como vialidad principal en área urbana. El proyecto registra un alcance metropolitano, ya que su implantación permitirá el aprovechamiento óptimo de las ventajas competitivas de funcionamiento urbano y económico del municipio de Zapopan, integrado en el Área Metropolitana de Guadalajara.

La vialidad Av. Bosques de San Isidro, también denominada ingreso a Las Cañadas, originalmente fue concebida como un ingreso a la colonia denominado “Las Cañadas”, Bosques del Centinela y San Isidro sin embargo, el crecimiento demográfico en las tres últimas décadas ha transformado completamente el patrón de viaje de los usuarios de esta vía.

La implantación del proyecto registra una clara vinculación entre las obras a realizar con la solución de la problemática identificada, bajo el escenario de “Situación Actual”, dentro de las cuales destaca la continuidad a lo largo del trazo de banquetas, ciclovía, señalética, mobiliario urbano, colector, imagen urbana, iluminación entre otras. Como consecuencia, la implementación de este proyecto de infraestructura contribuye significativamente a reducir las diversas problemáticas identificadas en la “Situación Actual”, como ineficiencia y riesgos operativos.

La evaluación descartó la posibilidad de resolver la problemática identificada en el escenario de la Situación Actual, mediante un proceso de optimización con una inversión máxima de un diez por ciento del monto total del proyecto, ya que resulta sumamente complicado aumentar los niveles de eficiencia y seguridad operativa de la interacción de la Av. Bosques de San Isidro sin garantizar una continuidad de banquetas y mobiliario urbano así como una buena señalización a lo largo del trazo comprendido en el proyecto de Av. Bosques de San Isidro. Los resultados mediante el Escenario de Optimización, también denominado escenario Sin Proyecto, no permiten garantizar un proyecto viable ni sustentable.

Los beneficios del proyecto *–definidos en reducción de costos operativos vehiculares y costos de tiempo de recorrido –* son mayores que los costos sociales *–definidos por el costo de inversión, molestias durante el periodo de construcción y mantenimiento–*, por lo cual la sociedad en su conjunto tendría un beneficio mayor mediante la implementación del proyecto. El proyecto además genera una mayor seguridad y eficiencia vehicular con el aumento de un carril vehicular en el tramo de estudio.

El proyecto registra una serie de indicadores sociales positivos como una **Tasa Interna de Retorno** del proyecto del equivalente al **12.62 %** y la **Tasa de Retorno Inmediato** es de **12.84 %**, ambas registran un indicador superior a la tasa mínima aceptable para proyectos sociales definida por la SHCP del 10 %. El **Valor Presente Neto Social** del proyecto asciende a **\$53,531,250.62**

Analizando los resultados con respecto a los indicadores económicos obtenidos para la evaluación socioeconómica base de la obra en proyecto, indican que el proyecto es viable desde el punto de vista económico, ya que con base en los beneficios cuantificables se presentó:

- La diferencia Beneficio menos Costo; o Valor Presente Neto es una unidad positiva (**VPN > 0**), que equivale a las ganancias que se obtendrán con el proyecto.
- La Tasa Interna de Retorno es superior al costo de oportunidad de capital, (**TIR>10%**), esta tasa muestra el rendimiento de la inversión.
- La Tasa de Rentabilidad Inmediata (final del primer año de operación de la situación “con Proyecto”) muestra un valor igual o superior a la tasa de actualización o de descuento (**TRI >= 10%**)

Así mismo la reconstrucción de la movilidad de los **2.52 km** de a Av. Bosques de San Isidro, forma parte de un proyecto orientado a mejorar sustancialmente el nivel de servicio y de seguridad a los usuarios de que circulan por el tramo, siendo más eficiente la comunicación y potencializando el desarrollo económico de la vía como vialidad principal urbana.

Con base en las consideraciones anteriores, se recomienda la realización del proyecto, por ser una solución socialmente rentable y sostenible, aunado a que brinda una serie de beneficios significativos para la sociedad. En términos sociales –posiblemente difíciles de monetizar-, este tipo de proyectos generan un clima de seguridad y pertenencia entre sus habitantes, así como también genera efectos positivos sobre la dinámica de movilidad e incluso su vinculación con la red de servicios de transporte colectivo. Adicionalmente, este tipo de proyectos generan un impacto favorable en el contexto del desarrollo económico y urbano.

Con el proyecto de estudio se obtendrán los siguientes beneficios:

- Mejoramiento de la imagen urbana.
- Restituir la infraestructura a lo largo del proyecto.
- Reducción de los puntos ciegos al mejorar la iluminación.
- Incremento de tiempo de traslado de los peatones sin importar su edad al mejorar la calidad de la infraestructura en banquetas.

- Mejora de la eficiencia operativa en carriles laterales al reducir los CGV al mejorar la superficie de rodamiento, ya que se mejora el costo operativo y el tiempo de traslado, además de bajar el IRI a 2.
- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido y reducción en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos, por ende, ahorros en Costos Generalizados de Viaje.
- Operación más segura para los usuarios, al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.

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

VI. Bibliografía

- <http://revistaterritorio.mx/la-popularidad-del-auto-en-guadalajara.html>, de fecha el 24 de abril de 2021
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2021
- Consejo Nacional de Población, 2021
- Centro Mario Molina. (2013). Ciudades y estados con iniciativas climáticas: Zona Metropolitana de Guadalajara. México: Centro Mario Molina
- IMEPLAN Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara <https://imeplan.mx/>
- <https://iieg.gob.mx/strategos/portfolio/vehiculos-de-motor-en-jalisco-2017/>
- <https://www.informador.mx/En-Guadalajara-hay-un-auto-por-cada-dos-personas--l201809220002.html>
- Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes
- Secretaría de Salud Jalisco
- <https://www.jalisco.gob.mx/es/gobierno/comunicados/programa-de-infraestructura-para-la-movilidad-activa-2019>

Responsables de la Información

Área Responsable que genera la información:

Nombre	Cargo*	Firma	Teléfono	Correo electrónico
Arelí De La Torre Talamantes	Directora General de Gestión y Fomento a la Infraestructura		33-38192300 Ext. 42310	areli.talamantes@jalisco.gob.mx

Nombre	Cargo*	Firma	Teléfono	Correo electrónico
Damaris Yanai Castorena Ramírez	Directora de Evaluación Socioeconómica		33-38192300 Ext. 47559	damaris.castorena@jalisco.gob.mx

Elaborado por:

Nombre	Cargo*
Graciela Margarita González Jasso Silva	Coordinadora de Proyectos Estratégicos D