

Análisis Costo-Beneficio¹

"Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac"

¹Para facilitar la elaboración y presentación del análisis costo-beneficio, costo- beneficio simplificado, la Unidad de Inversiones de la SHCP pone a disposición de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el presente formato, de conformidad con el numeral 23 de los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	3
II. SITUACIÓN ACTUAL	12
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	12
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL.....	18
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	27
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA	31
III. SITUACIÓN SIN EL PROYECTO DE INVERSIÓN	44
A) OPTIMIZACIONES.....	44
B) ANÁLISIS DE LA OFERTA	46
C) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	48
D) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA- DEMANDA	58
E) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	80
IV. SITUACIÓN CON EL PROYECTO.....	101
A) DESCRIPCIÓN GENERAL	101
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA.....	106
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	108
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES.....	111
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN.....	112
F) FINANCIAMIENTO	117
G) CAPACIDAD INSTALADA	117
H) VIDA ÚTIL.....	123
I) ASPECTOS MÁS RELEVANTES.....	123
J) ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO	124
K) ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO.....	126
L) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA CON PROYECTO	136
V. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN	159
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	159
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	178
C) CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD.....	193
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	193
E) ANÁLISIS DE RIESGOS.....	198
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	203
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	205

I. Resumen Ejecutivo

Nombre del Proyecto de Inversión

"Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac"

Localización del PPI

El proyecto "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac" se desarrollará en el Estado de México.

El camino Chalco- San Pedro Tláhuac es una vialidad primordial de comunicación debido a que es un punto de conexión entre dos municipios del Estado de México y la delegación Tláhuac perteneciente a la Ciudad de México, tiene una longitud total de 7.8 km, de los cuales del km 0+000 al km 3+400 pertenecen al municipio de Chalco, mientras que del km 3+400 al km 7+800 pertenecen al municipio de Valle de Chalco Solidaridad.

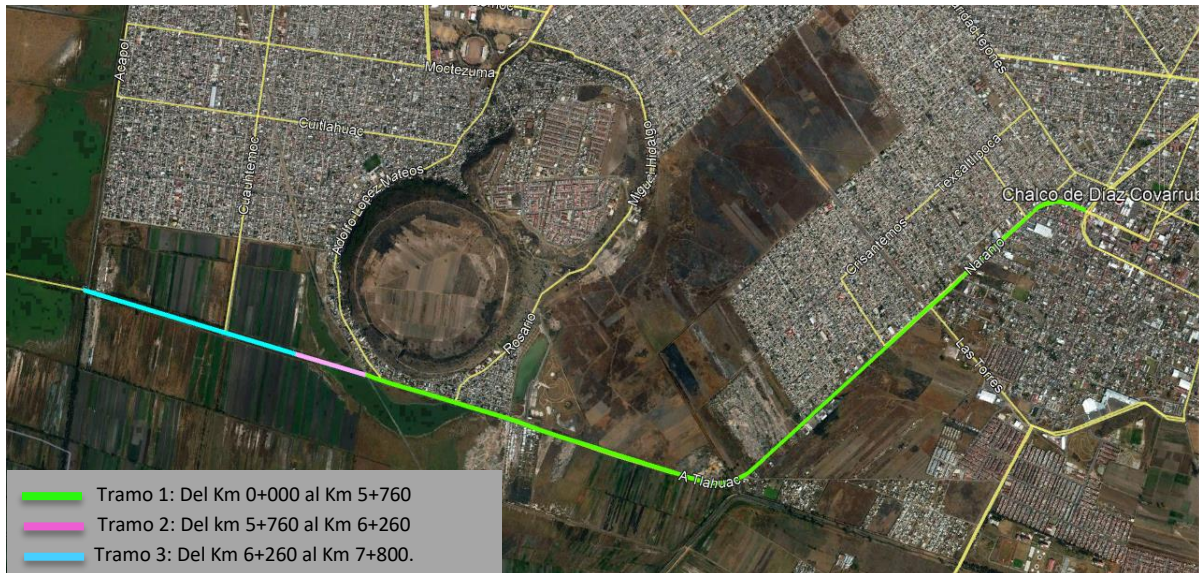
Así mismo las principales localidades beneficiadas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1 Principales Localidades que atraviesa el camino Chalco- San Pedro Tláhuac

Municipio	Localidad	Población (2010)
Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias	168,720
	Las Colonias	41
	El Naranjo	11
Valle de Chalco Solidaridad	Xico	356,352
	El Invernadero	3
	Ejido Tulyehualco	8
Total		525,135

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos con Microrregiones SEDESOL

Ilustración 1 Tramo a intervenir del camino Chalco- Tláhuac Km 0+000 al Km 7+800



Fuente: Elaboración propia con Google

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 2 Coordenadas geográficas del tramo completo

Camino Chalco- San Pedro Tláhuac		
Localización	Latitud	Longitud
Inicio Camino Km 0+000	19.264110	-98.899656
Final Camino Km 7+800	19.259241	-98.964794

Fuente: www.cordenadas/gps/com, con información de google maps.

Monto total de inversión

Concepto	Rehabilitación	Reconstrucción	Modernización	Total
Terracerías	\$3,392,995.00	\$1,136,050.00	\$2,346,259.30	\$6,875,304.30
Estructuras	-	-	\$1,262,800.00	\$1,262,800.00
Drenaje y Subdrenaje	\$388,275.00	-	\$6,683,800.00	\$7,072,075.00
Pavimentos	\$41,216,576.00	\$3,726,450.00	\$15,528,149.20	\$60,471,175.20
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,462,644.98	\$129,220.00	\$390,315.00	\$1,982,179.98
Alumbrado	\$1,350,000.00	\$90,000.00	\$360,000.00	\$1,800,000.00
Subtotal S/IVA	\$47,810,490.98	\$5,081,720.00	\$26,571,323.50	\$79,463,534.48
IVA	\$7,649,678.56	\$813,075.20	\$4,251,411.76	\$12,714,165.52
Monto Total c/IVA	\$55,460,169.54	\$5,894,795.20	\$30,822,735.26	\$92,177,700.00

Problemática Identificada

El diseño operacional del camino Chalco- San Pedro Tláhuac que conecta a los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad presenta malas condiciones en la superficie de rodaje debido a las fallas en el pavimento consistentes en deformaciones y grietas a lo largo del camino, mismas que provocan inestabilidad a los vehículos que transitan por el camino diariamente, además de que el mal estado de los pozos de visita provoca la concentración de agua ocasionando baches y problemas de erosión y encharcamientos, lo que se ve reflejado en altos costos generalizados de viaje (CGV) para los usuarios, además desplazamientos en periodos de tiempo prolongados, con circulación lenta.

Aunado a lo anterior el camino cuenta con variaciones de secciones ya que en sus primeros 6.26 km cuenta con dos cuerpos, cada uno con dos carriles para cada sentido de circulación y al continuar por su trayecto en el tramo del Km 6+260 al Km 7+800 su sección se ve reducida de dos cuerpos con dos carriles cada una a un cuerpo con dos carriles, una para cada sentido de circulación.

Así mismo, los primeros 6.26 km se localizan dentro de una zona urbana por lo que se presenta una alta afluencia de vehículos, además aun contando con 4 carriles de circulación las velocidades son bajas, esto a causa de las entradas y salidas de las diferentes calles que se intersectan con el camino Chalco- San Pedro Tláhuac, además de los reductores de velocidad que se encuentran sobre el camino y las intersecciones semaforizadas.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Adicionalmente en el cambio de sección se presenta un cuello de botella lo que representa por instantes una variación en las velocidades, así mismo la superficie de rodamiento a lo largo de los 7.8 km del camino se encuentra en condiciones de malas a regulares por lo que las velocidades se ven reducidas aún más, lo que repercute directamente en los costos generalizados de viaje.

En este contexto se ha determinado la necesidad de realizar un proyecto que resuelva este problema, y ante tal situación, se contempló realizar la rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac y de esta manera seguir dando el mejor servicio a los usuarios de esta carretera.

Objetivo del Proyecto

El principal objetivo del PPI consiste en resolver la problemática que se presenta debido a las malas condiciones del camino Chalco- San Pedro Tláhuac, ocasionando bajas velocidades de operación de los usuarios y elevados tiempos de recorrido como consecuencia de las fallas que presentan a lo largo de la superficie de rodamiento por la concentración de agua en los baches (provocando problemas de erosiones, encharcamientos, deformaciones) y grietas en la capa de rodamiento en terreno plano tipo piel de cocodrilo. Lo anterior provoca que los usuarios incurran en altos costos generalizados de viaje. Aunado a las condiciones de tránsito antes descritas se suma la problemática del transporte de pasajeros, intercambio de mercancías y víveres a la población, así como el acceso a servicios básicos de salud, educación, vivienda etc., tanto para tránsito local, como para usuarios de largo itinerario, afectando así la calidad de vida de los habitantes de los municipios por donde atraviesa esta vialidad.

El presente estudio analiza la factibilidad socioeconómica del proyecto de infraestructura denominado "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac", principal camino de conexión entre los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad, con el cual se disminuyen los costos generalizados de viaje, reducir demoras en el tiempo de recorrido, se reduce el nivel de emisiones de gases y eficiencia de la creciente vialidad de vehículos automotores privados y suburbanos en esta zona, a través de la rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino.

El objetivo de este proyecto es contribuir al mejoramiento de la red vial que comunica al Estado de México, mediante:

- La disminución de los altos costos generalizados de viaje (CGV's)
- El incremento del índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- La reducción en los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.

Indirectamente teniendo como objetivos:

- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

El proyecto contempla mejorar la comunicación intraurbana e interurbana en la zona de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad, así como su interacción con los municipios aledaños que permitan la integración del crecimiento urbano, industrial y demográfico futuro, así como el desarrollo

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

económico y social de los municipios. Permitiendo así, cumplir con los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024, Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, Plan de Desarrollo Municipal de Chalco 2019-2021 y el Plan de Desarrollo Municipal de Valle de Chalco Solidaridad 2019-2021.

Breve descripción del PPI

El proyecto pretende la Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac a lo largo de una longitud de 7.80 km. Dentro del camino se clasifican principalmente tres tramos, los cuales tienen las siguientes características:

- Rehabilitación del camino Chalco- San Pedro Tláhuac del Km 0+000 al Km 5+760 a lo largo de una longitud de 5.76 km con dos cuerpos de circulación cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m la cual aloja 2 carriles de circulación separados por un camellón de ancho variable, estos trabajos mejoraran la superficie de rodamiento y se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar. Así mismo se nivelarán los pozos de visita existentes a fin de evitar encharcamientos que causen daños a la estructura del pavimento.
- Reconstrucción del camino Chalco – San Pedro Tláhuac en el tramo del Km 5+760 al Km 6+260 a lo largo de una longitud de 0.50 km con dos cuerpos de circulación cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m la cual aloja 2 carriles de circulación separados por un camellón de ancho variable, estos trabajos estabilizaran el terreno natural y se mejorara la superficie de rodamiento y se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.
- Modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac del Km 6+260 al Km 7+800 a lo largo de 1.54 km, se modernizara la sección del camino pasando de un cuerpo con un carril por sentido de circulación a dos cuerpos, uno para cada sentido de circulación , cada cuerpo con dos carriles separados por un camellón de 0.60 m de ancho, sustituyendo la carpeta actual del camino lo que mejorar la superficie de rodamiento, así mismo se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación de la "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac" es a 21 años (1 año de inversión y 20 años de vida útil)

Descripción de los principales Costos

Los costos del proyecto son los siguientes:

1. Costos de Inversión:

Concepto	Rehabilitación	Reconstrucción	Modernización	Total
Terracerías	\$3,392,995.00	\$1,136,050.00	\$2,346,259.30	\$6,875,304.30
Estructuras	-	-	\$1,262,800.00	\$1,262,800.00
Drenaje y Subdrenaje	\$388,275.00	-	\$6,683,800.00	\$7,072,075.00
Pavimentos	\$41,216,576.00	\$3,726,450.00	\$15,528,149.20	\$60,471,175.20

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,462,644.98	\$129,220.00	\$390,315.00	\$1,982,179.98
Alumbrado	\$1,350,000.00	\$90,000.00	\$360,000.00	\$1,800,000.00
Subtotal S/IVA	\$47,810,490.98	\$5,081,720.00	\$26,571,323.50	\$79,463,534.48
IVA	\$7,649,678.56	\$813,075.20	\$4,251,411.76	\$12,714,165.52
Monto Total c/IVA	\$55,460,169.54	\$5,894,795.20	\$30,822,735.26	\$92,177,700.00

Se planea que los recursos provendrán del Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD)

2. Costos de Mantenimiento:

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado:

Tabla 3 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 1 Km 0+000 al Km 5+760				
DATOS				
LONGITUD =		5760.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		74880		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	74880.00	\$1.85	\$138,528.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	7488.00	\$220.00	\$1,647,360.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$2,632,900.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)		3 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	7488.00	\$305.00	\$2,283,840.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	917.28	\$160.00	\$146,764.80
RIEGO DE SELLO	m2	74880.00	\$65.00	\$4,867,200.00
SEÑALAMIENTO	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$9,026,700.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)		10 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	74880.00	\$220.00	\$16,473,600.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	74880.00	\$35.00	\$2,620,800.00
SEÑALAMIENTO	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$22,710,800.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 2 Km 5+760 al Km 6+260				
DATOS				
LONGITUD =		500.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		6500		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	6500.00	\$1.85	\$12,025.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	650.00	\$220.00	\$143,000.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$228,500.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)		3 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	650.00	\$305.00	\$198,250.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	79.63	\$160.00	\$12,740.00
RIEGO DE SELLO	m2	6500.00	\$65.00	\$422,500.00
SEÑALAMIENTO	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$783,600.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)		10 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	6500.00	\$220.00	\$1,430,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	6500.00	\$35.00	\$227,500.00
SEÑALAMIENTO	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$1,971,400.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 3 Km 6+260 al Km 7+800				
DATOS				
LONGITUD =		1540.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		20020		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	20020.00	\$1.85	\$37,037.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	2002.00	\$220.00	\$440,440.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$703,900.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello) 3 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	2002.00	\$305.00	\$610,610.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	245.25	\$160.00	\$39,239.20
RIEGO DE SELLO	m2	20020.00	\$65.00	\$1,301,300.00
SEÑALAMIENTO	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$2,413,400.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	20020.00	\$220.00	\$4,404,400.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	20020.00	\$35.00	\$700,700.00
SEÑALAMIENTO	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$6,072,000.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO			
DATOS			
LONGITUD =		7800.00	M
ANCHO =		13.00	M
ÁREA =		101400	M ²

CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA ANUAL				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	101,400.00	\$1.85	\$187,590.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	10,140.00	\$220.00	\$2,230,800.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$3,565,300.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello) 3 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	10,140.00	\$305.00	\$3,092,700.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	1,242.15	\$160.00	\$198,744.00
RIEGO DE SELLO	m2	101,400.00	\$65.00	\$6,591,000.00
SEÑALAMIENTO	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$12,223,700.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	101,400.00	\$220.00	\$22,308,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	101,400.00	\$35.00	\$3,549,000.00
SEÑALAMIENTO	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$30,754,200.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Descripción de los principales Beneficios

Con la "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac" se perfeccionarán las condiciones de traslado en la zona de influencia, por lo que se ofrecerán ventajas principales para el usuario que consisten en:

- Disminuir costos generalizados de viaje
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.

Además, se tendrán beneficios secundarios, mismos que consisten en:

- Aumentar la calidad de vida y el confort que perciben los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

Indicadores de Rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
TRAMO 1	
Valor Presente Neto (VPN)	\$11,325,048.89
Tasa interna de retorno (TIR)	12.59 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	14.83 %
TRAMO 2	
Valor Presente Neto (VPN)	\$58,547,767.13
Tasa interna de retorno (TIR)	70.02 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	68.37 %
TRAMO 3	
Valor Presente Neto (VPN)	\$4,597,054.86
Tasa interna de retorno (TIR)	12.09 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.85 %
LONGITUD TOTAL	
Valor Presente Neto (VPN)	\$75,320,311.64
Tasa interna de retorno (TIR)	19.63 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	20.20 %

Riesgos Asociados

El principal riesgo que presenta este proyecto consiste en la posibilidad de retraso en las obras.

Otros riesgos asociados al proyecto son la demanda social de obras adicionales al momento de la reconstrucción, retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Conclusión del Análisis:

La evaluación socioeconómica del "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac" indica que se trata de una obra de infraestructura económicamente rentable.

Presenta mejoras significativas a la transitabilidad de los usuarios, ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación vehicular en comparación con la inversión requerida. Mejorará sustancialmente el nivel de servicio ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario, al garantizar una circulación fluida y segura de los vehículos.

En síntesis, con el proyecto beneficiará de forma directa a los siguientes aspectos:

- Disminuir costos generalizados de viaje
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.

E indirectamente:

- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

Se recomienda la ejecución inmediata del proyecto, ya que el momento óptimo para operar es el año 2022, se tiene una Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) mínima de 12.85 % y una máxima de 68.37%.

II. Situación Actual

a) Diagnóstico de la Situación Actual

El proyecto "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac" se desarrollará en el Estado de México.

Diariamente miles de personas tienen la necesidad de trasladarse, ya sea a sus centros educativos, de trabajo e incluso de salud, por ello, satisfacer la demanda de transporte requerido para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población es uno de los grandes desafíos.

El transporte juega un papel importante en el proceso de integración económica municipal, estatal e incluso nacional. Es un elemento que facilita la intra e inter comunicación, por lo que es indispensable que los nuevos proyectos sean evaluados con estudios técnicos para evitar y/o en su caso mitigar los impactos a los servicios públicos existentes.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el Estado de México se tiene que la Tasa de Crecimiento Media Anual (TMCA) de población en la década de los años de 1990 a 2015 de 4.33%, con una población de 16,187,608 habitantes, esta dinámica poblacional no necesariamente refleja las problemáticas de movilidad que experimenta, ya que es un paso de vehículos constante que conecta con municipios y entidades federativas del centro del país.

El Estado de México que se localiza en la zona central de la república mexicana, colinda al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo y al sur con Guerrero y Michoacán, así como con la Ciudad de México a la que rodea al norte este y oeste se encuentra en las coordenadas, Longitud 90°53'00" Oeste, Latitud 18°21'15"Norte y Longitud 100°37'00" Oeste, Latitud 20°17'00"Norte, cuenta con una superficie de 22,357 kilómetros y ocupa el 1.09% del total de territorio en el país.

Tabla 4 Tasa media de crecimiento anual en el Estado de México (1990 – 2015)

Población						TCMA (%)				Superficie (Km2)	Hab/km2 2015
1990	1995	2000	2005	2010	2015	1990-1995	1990-2000	1990-2010	1990-2015	22,357	724.06
9,815,795	11,707,964	13,096,686	14,007,495	15,175,862	16,187,608	3.86%	3.34%	2.73%	4.33%		

Fuente: Elaboración propia con datos de la SNIM, y Encuesta Intercensal 2015 INEGI.

El territorio municipal de Chalco se encuentra ubicado en la parte oriente del Estado de México, con una altitud de 2,240 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). La superficie actual del municipio es de 229.64 Km2, que representa el 1.02% del territorio estatal que es de 21,196 Km2, y pertenece a la Región I Amecameca de acuerdo con el Dictamen de la División Regional del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de México.

Sus límites y colindancias son los siguientes:

- Al norte con el municipio de Ixtapaluca;
- Al sur con los municipios de Tlalmanalco, Cocotitlán, Temamatla, Tenango del Aire y Juchitepec;

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

- Al oeste colinda con la Ciudad de México, con parte de las Alcaldías Milpa Alta y Tláhuac y con el Municipio de Valle de Chalco Solidaridad y
- Al este con el municipio de Tlalmanalco.

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, Chalco tiene 343,701 habitantes, del total, 176,328 son mujeres, equivalente al 51.3% y 167,373 son hombres, es decir el 48.7%. Su densidad poblacional es alta: 1,497 habitantes por kilómetro cuadrado, proporción dos veces mayor al promedio estatal. A este respecto el municipio de 2016 a 2017 registró una tasa de crecimiento media anual +2.18% y de acuerdo a las proyecciones mostradas en el Plan de Desarrollo Urbano de Chalco 2014 irá a la baja.

Tabla 5 Población total según sexo y tasa de crecimiento, municipio de Chalco

Año	Total	Hombres	Mujeres	Tasa de Crecimiento Intercensal
2000	217,972	107,500	110 472	0.00
2010	310,130	151,403	158,727	3.47
2015	343,701	167,373	176,328	2.18
2016	353,462	172,009	181,453	2.84
2017	361,183	175,674	185,509	2.18

Fuente: IGECEM. Dirección de Estadística con información del Censo General de Población y Vivienda 2000. Censo de Población y Vivienda 2010, Encuesta Intercensal 2015.

El Municipio de Valle de Chalco Solidaridad cuenta con una latitud mínima de 19°13'30" y máxima de 19°20'21"; con una longitud mínima de 99°42'03" y máxima de 98°58'34"; altitud de 2 235 metros sobre el nivel medio del mar.

Las colindancias se encuentran, al norte con los Municipios de La Paz e Ixtapaluca; al este con los Municipios de Ixtapaluca y Chalco; al sur con el Municipio de Chalco y la Ciudad de México; al oeste con la Ciudad de México. La extensión territorial es de 46.86 kilómetros cuadrados, ocupa el 0.21 % de la superficie del estado.

Es así que el Censo de Población y Vivienda de 1995, reporta un total de 287,073 habitantes. Es así como 10 años después y de acuerdo al II Censo de Población y Vivienda 2005 realizado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), se reporta una población que ascendía a un total de 332,279 habitantes. Lo cual representaba una tasa de variación en cuanto a crecimiento de la población de más de un 15% en tan solo una década; esto obviamente tiene que ver con la constante migración de los habitantes de los Municipios más cercanos y en menor escala, de personas que han llegado procedentes del resto del país.

De acuerdo al IGECEM, la Población total de Valle de Chalco asciende a 416,235 habitantes. De los cuales 200, 042 son hombres y 216, 193 mujeres; es decir, el 49.15% y 50.85% respectivamente.

La Delegación de Tláhuac se estructura a nivel metropolitano con el municipio vecino de Valle de Chalco, a través de un área de integración metropolitana prevista por el Programa General, en la que se plantea la necesidad de establecer una planeación integral con el Estado de México.

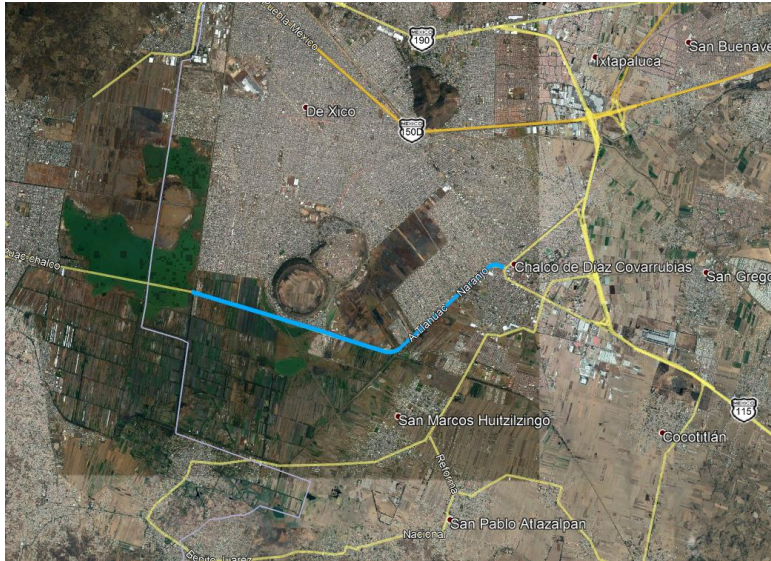
Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 6 Población total según sexo y tasa de crecimiento, municipio de Valle de Chalco Solidaridad

Año	Total	Hombres	Mujeres	Tasa de Crecimiento Intercensal
2000	13,096,686	6407213	6689473	-
2010	15,175,862	7396986	7778876	1.44
2015	16,187,608	7834068	8353540	1.37
2016	16,486,004	7962958	8523046	1.84
2017	16,723,414	8065490	8657924	1.44

Fuente: IGECEM. Dirección de Estadística con información del Censo General de Población y Vivienda, 2000. Censo de Población y Vivienda, 2010. Encuesta Intercensal, 2015.

Ilustración 2 Localización Geográfica del camino Chalco- San Pedro Tláhuac



Fuente: Elaborado con Google Earth

El camino Chalco- San Pedro Tláhuac es una vialidad primordial de comunicación debido a que es un punto de conexión entre dos municipios del Estado de México y la delegación Tláhuac perteneciente a la Ciudad de México, tiene una longitud total de 12.0 km, de los cuales 7.8 km se encuentran dentro del Estado de México y 4.2 km pertenecen a la Ciudad de México; del km 0+000 al km 3+400 pertenecen al municipio de Chalco, estado de México, mientras que del km 3+400 al km 7+800 pertenecen al municipio de Valle de Chalco Solidaridad, estado de México, sin embargo, actualmente las diferentes secciones que se presentan a lo largo del camino y aunado a las malas condiciones de esta vialidad se presentan bajas velocidades de operación de los usuarios y elevados tiempos de recorrido, consecuencia de las fallas presentes en la superficie de rodadura, la concentración de agua en los baches ocasiona problemas de erosiones, encharcamientos, deformación y grietas tipo piel de cocodrilo.

La vialidad conecta a los municipios de Chalco y Valle de Chalco solidaridad en el Estado de México, así como a la delegación Tláhuac perteneciente a la Ciudad de México, estos municipios concentran vías de comunicación intermunicipal que se conectan con carreteras federales y estatales, así como parques industriales y centros de abasto para el mismo municipio y los municipios aledaños, así como centros escolares de todos los niveles y oficinas de servicios públicos.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

En este sentido los impactos generados a la infraestructura vial de la región deben de evaluarse y en su caso mitigarse de tal manera que se eviten condiciones desfavorables en la operación del tránsito vehicular y del transporte. La infraestructura vial se considera el principal elemento de integración y conectividad regional; dicho elemento debe de operar de manera eficiente ya sea mejorando la operación vehicular o creando nueva infraestructura.

Un factor importante respecto a los desplazamientos es la migración, la cual se refiere a los desplazamientos de un grupo de personas o una población, implicando el cambio de residencia de manera temporal o permanente, se presentan entre diversas localidades, puede ser dentro del mismo territorio nacional, cambiando de un municipio a otro, entre entidades federativas o entre países.

Diariamente miles de personas tienen la necesidad de trasladarse, ya sea a sus centros educativos, de trabajo e incluso de salud, por ello, satisfacer la demanda de transporte requerido para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población es uno de los grandes desafíos.

El deseo de mejorar sus condiciones generales del nivel de vida, originada por circunstancias sociales, económicas y culturales, son principalmente las causas por las que la población tiende a migrar. Tal escenario puede comprenderse al considerar que la mayor parte de la población Vallechalquense no consigue trabajo dentro del territorio municipal, por lo que se ven obligados a migrar a la capital del Estado y a la ciudad de México

El municipio de Chalco presenta un marcado rezago en infraestructura hospitalaria, lo que obliga a la población a trasladarse a otros municipios y a la Ciudad de México para atención de segundo y tercer nivel. Adicionalmente El 92% de los viajes realizados en el municipio son para llegar a las fuentes de trabajo, lo que indica que el municipio de Chalco no posee las fuentes de empleo suficientes para ocupar a su población económicamente activa (PEA) y que diariamente se genera un flujo considerablemente mayor hacia la Ciudad de México. En cuanto a los traslados que tienen como propósito ir a la escuela, se producen 40% más viajes que los que se atraen, lo que significa que la dotación de servicios educativos es insuficiente, en especial a nivel medio y superior.

De acuerdo a la encuesta origen-destino en hogares de la zona metropolitana del valle de México 2017² realizada por el INEGI se determinó que en un día entre semana se realizan los siguientes viajes:

Tabla 7. Viajes Origen Destino

Origen	Destino	No. Viajes Realizados
Delegación Tláhuac, CDMX	Municipio de Chalco, Edo. Méx	6,689
Municipio de Chalco, Edo. Méx.	Delegación Tláhuac, CDMX	6,402
Delegación Tláhuac, CDMX	Municipio Valle de Chalco, Edo. Méx.	7,546
Municipio Valle de Chalco, Edo. Méx	Delegación Tláhuac, CDMX	8,206

Fuente: ENCUESTA ORIGEN-DESTINO EN HOGARES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (EOD), 2017

El gobierno del estado de México en conjunto con el gobierno de la Ciudad de México propone la creación y mejoramiento de las franjas metropolitanas, las cuales tendrán la función de ser conectores para reunir equipamiento de rango metropolitano, fortalecer el funcionamiento

² <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jE5Lj1NzYzLGxvbjotOTguOTUwNjcsejo5LGw6Y2VvZA==&theme=eod>

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

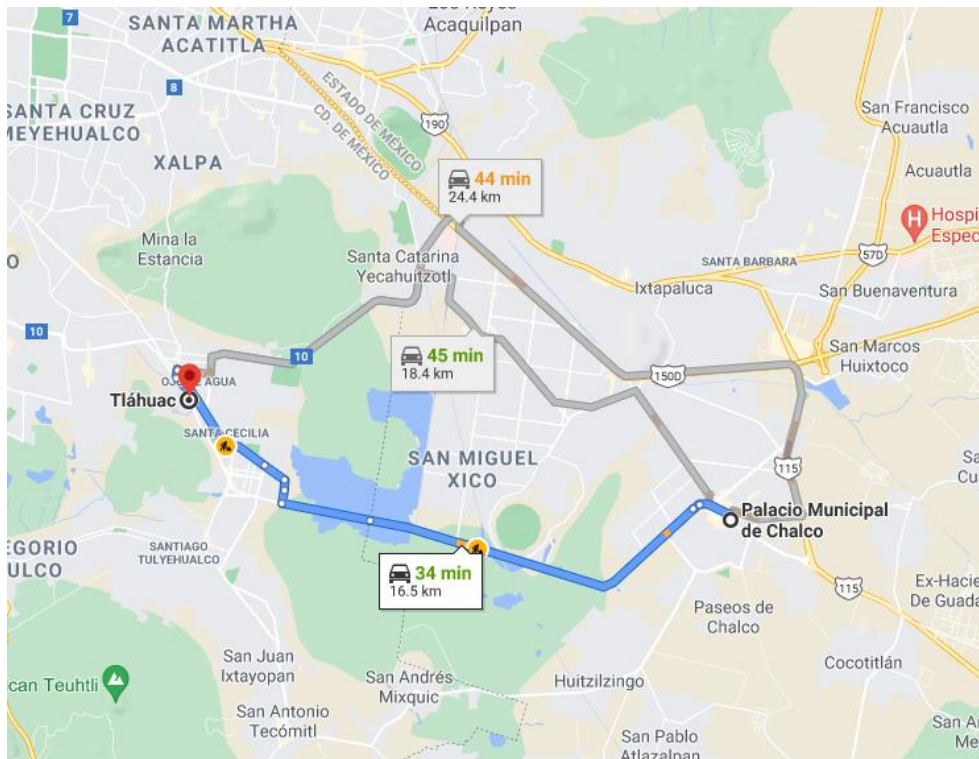
conjunto de las ciudades y resolver los conflictos de continuidad tanto en términos físicos como sociales. En este caso se tiene la franja Tláhuac-Chalco.

El equipamiento urbano determina los desplazamientos de muchas actividades cotidianas y semanales de la población, por lo cual su ubicación estratégica es de mayor importancia para acortarlos. Especialmente importante es la movilidad desde la vivienda a los centros escolares.

Tomando en cuenta lo anterior y dado que el camino Chalco- San Pedro Tláhuac es la una de las vialidades principales que permiten la interrelación con el sur de la ciudad de México al conectar a los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad en el Estado de México, así como a la delegación Tláhuac perteneciente a la Ciudad de México es de vital importancia mejorar la conectividad entre municipios con el fin de contribuir al desarrollo del ordenamiento territorial del municipio mediante la infraestructura urbana para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Cabe destacar que, a pesar de contar con otras rutas alternas para comunicar a los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad con la Delegación Tláhuac estas representan mayores distancias y por ende mayores tiempos de recorrido, aunado a más puntos de conflictos a lo largo de las rutas; repercutiendo directamente en los Costos Generalizados de Viaje.

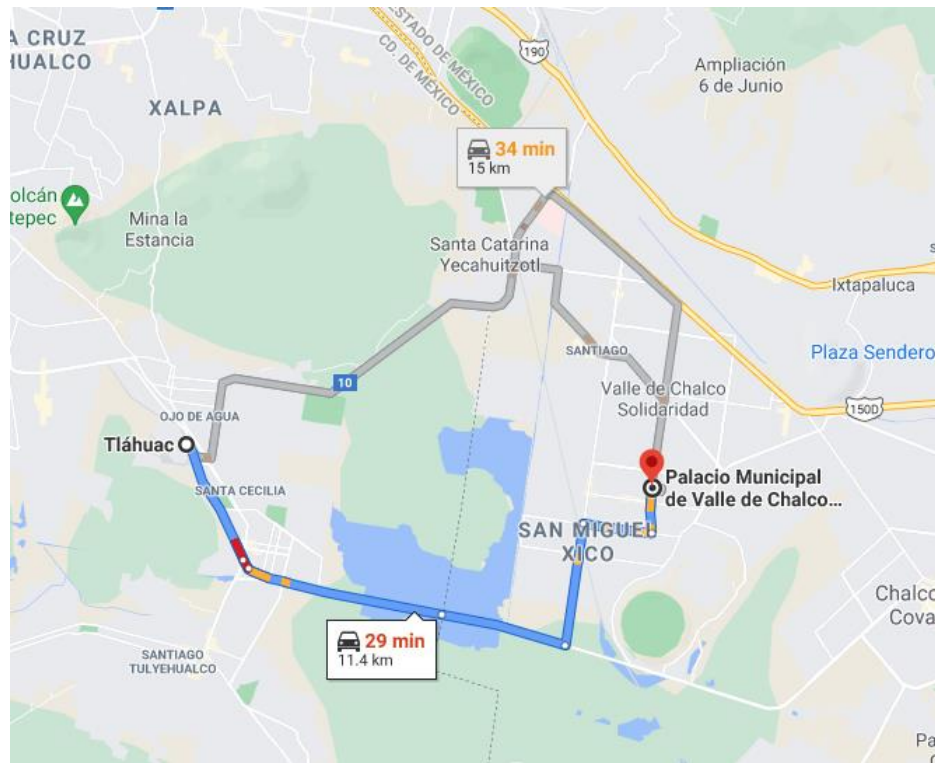
Ilustración 3 Rutas Alternas Chalco- Tláhuac



Fuente: Elaborado con Google Maps

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Ilustración 4 Rutas Alternas Valle de Chalco - Tláhuac



Fuente: Elaborado con Google Maps

Sin embargo, a pesar de ser la ruta más corta las condiciones actuales del camino Chalco- Tláhuac no son las óptimas dado que la superficie de rodamiento se encuentra en condiciones de regulares a malas lo que genera una disminución en las velocidades de recorrido repercutiendo directamente en un incremento de los tiempos de recorrido y altos Costos Generalizados de Viaje.

b) Análisis de la Oferta Actual

El camino Chalco- San Pedro Tláhuac Chalco- San Pedro Tláhuac es la una de las vialidades principales que permiten la interrelación con el sur de la ciudad de México al conectar a los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad en el Estado de México, así como a la delegación Tláhuac perteneciente a la Ciudad de México, tiene una longitud total de 12.0 km, de los cuales 7.8 km se encuentran dentro del Estado de México y 4.2 km pertenecen a la Ciudad de México; del km 0+000 al km 3+400 pertenecen al municipio de Chalco, Estado de México, mientras que del km 3+400 al km 7+800 pertenecen al municipio de Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México; el sistema carretero con el que se cuenta actualmente permite la comunicación de la zona y la cual es transitada por todo tipo de vehículos.

Ilustración 5 Características actuales de la vialidad



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Al transitar por el camino del km 0+000 al km 5+760 se observa que se localizan dentro de una zona urbana por lo que se presenta una alta afluencia de vehículos, además aun contando con 4 carriles de circulación las velocidades son bajas, esto a causa de las entradas y salidas de las diferentes calles que se intersectan con el camino Chalco- San Pedro Tláhuac, además de los reductores de velocidad que se encuentran sobre el camino y las intersecciones semaforizadas.

La superficie de rodadura se encuentra en condiciones regulares al presentar con agrietamientos que dificulta el traslado de los conductores de corto o largo itinerario.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Ilustración 6 Estado actual del camino



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 7 Estado actual del camino



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Ilustración 8 Estado actual del camino



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 9 Estado actual del camino



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Al continuar con el trayecto del camino se observa que del Km 5+760 al Km 6+260 las condiciones del camino van empeorando ya que la superficie de rodamiento presenta agrietamientos más severos debido a la filtración del agua proveniente del lago de Chalco y los escurrimientos

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

provenientes del Volcán Xico lo que ocasiona daños a la estructura del pavimento dificultando el trayecto de corto y largo itinerario.

Ilustración 10 Estado actual del camino



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Ilustración 11 Estado actual del camino



Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

encharcamientos, deformaciones y grietas tipo piel cocodrilo presentando un IRI de 5 m/km. El señalamiento horizontal se encuentra en buenas condiciones. Cuenta con banquetas distribuidas en tramos aislados en buenas condiciones ubicados en las zonas urbanas que cruza el camino. En cuanto a estructuras de drenaje existen 4 pozos de visita desnivelados lo que causa encharcamientos sobre la carpeta y por ende daños sobre la estructura del pavimento, los cuales están distribuidos a lo largo de los 5.76 km que comprende el tramo, aunado a lo anterior a la altura del 2+250 debido a la topografía del terreno en época de lluvias se presentan encharcamientos severos a la orilla de camino lo que ocasiona daños a la estructura del camino.

Se localizan dentro de una zona urbana por lo que se presenta una alta afluencia de vehículos, además aun contando con 4 carriles de circulación las velocidades son bajas, esto a causa de las entradas y salidas de las diferentes calles que se intersectan con el camino Chalco- San Pedro Tláhuac, además de los reductores de velocidad que se encuentran sobre el camino y las intersecciones semaforizadas.

Estas características propician velocidades de operación aún más bajas de los usuarios, elevados tiempos de recorrido y altos costos generalizados de viaje, adicionalmente se presentan encharcamientos debido a la falta de obras de drenaje que canalicen el agua pluvial concentrada sobre la superficie rodamiento a un lugar donde el agua no dañe la estructura del pavimento.

Tramo – 02: Comprende una longitud de 0.50 km, mismos que en referencia al trazo completo van del km 5+760 (19.254011, -98.946504) al km 6+260 (19.255308, -98.951064), se localizan dentro de una zona urbana a causa de las entradas y salidas de las diferentes calles que se intersectan con el camino Chalco- San Pedro Tláhuac las velocidades de circulación son relativamente bajas, se desarrolla en un terreno tipo plano. El tramo tiene una geometría que consta de dos cuerpos, uno para cada sentido de circulación, separados por un camellón central de ancho variable, cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m, donde se alojan dos carriles de 3.25 m de ancho cada uno; la superficie de rodamiento es de carpeta asfáltica en malas condiciones con fallas consistentes en baches, erosiones, encharcamientos, deformaciones y grietas tipo piel cocodrilo presentando un IRI de 7 m/km. El señalamiento horizontal se encuentra en buenas condiciones. No cuenta con banquetas y guarniciones a la orilla del camino. En cuanto estructuras de drenaje no se observan obras de drenaje en el tramo en cuestión.

Estas características propician bajas velocidades de operación de los usuarios, elevados tiempos de recorrido y altos costos generalizados de viaje.

- **Tramo – 03:** Comprende una longitud de 1.54 km, mismos que en referencia al trazo completo van del km 6+260 (19.255308, -98.951064) al km 7+800 (19.259241,-98.964794), se desarrolla en un terreno tipo plano. El tramo tiene una geometría que consta de un cuerpo con un ancho de calzada promedio de 6.50 m, donde se alojan dos carriles de 3.25 m de ancho cada uno (uno por sentido de circulación); la superficie de rodamiento es de carpeta asfáltica en malas condiciones con fallas consistentes en baches, erosiones, encharcamientos, deformaciones y grietas tipo piel cocodrilo presentando un IRI de 7 m/km. Se carece de banquetas y guarniciones a la orilla del arroyo vial, no se

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

observan obras de drenaje o subdrenaje a lo largo del tramo que canalicen el agua pluvial a una zona donde el agua no ocasione daños a la estructura del pavimento.

Debido al cambio de geometría de 2 carriles a 1 por sentido de circulación se presenta un cuello de botella lo que representa por instantes una variación en las velocidades, así mismo la superficie de rodamiento se encuentra en malas condiciones por lo que las velocidades se ven reducidas aún más, lo que repercute directamente en los costos generalizados de viaje.

Tabla 8 Características físicas y geométricas del camino

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Condiciones del tramo	Necesario rehabilitar	Necesario reconstruir	Necesario modernizar
Inicio (Km)	0+000	5+760	6+260
Fin (Km)	5+760	6+260	7+800
Longitud del tramo (km)	5.76	0.50	1.54
Municipio (s)	<ul style="list-style-type: none"> • Chalco • Valle de Chalco Solidaridad 	Valle de Chalco Solidaridad	Valle de Chalco Solidaridad
Localidad (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Chalco de Díaz Covarrubias • Xico 	Xico	Xico
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano
Numero de cuerpos	2	2	1
Sentidos de circulación	2	2	2
Camellón	Si, de ancho variable	Si, de ancho variable	No
Ancho de calzada (m)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)	6.50
Número de carriles	4, 2 para cada sentido de circulación	4, 2 para cada sentido de circulación	2, 1 para cada sentido de circulación
Ancho promedio de carril (m)	3.25	3.25	3.25
Dirección	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en malas condiciones	Carpeta asfáltica en malas condiciones
Índice de rugosidad (m/km)	5 mm/m	7 mm/m	7 mm/m
Obras de drenaje	Se observan pozos de visita distribuidos a lo largo del tramo	No se observan obras de drenaje en el tramo	No se observan obras de drenaje en el tramo
Condiciones de señalamiento	En buen estado	En buen estado	En buen estado
Pendiente media ascendente (%)	0.38%	4.00%	1.0%
Pendiente media descendente (%)	0.22%	1.00%	0.35%
Proporción de viaje ascendente (%)	36.46%	20%	25.97%

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2237	2232	2234
Curvatura horizontal máx. (grados)	100	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en trabajo de campo

En la siguiente fotografía se observa una superficie de rodamiento agrietada en malas condiciones que dificulta la conducción, a pesar de que se cuenta con señalamiento horizontal en buenas condiciones la superficie de rodamiento es inestable generando así velocidades de recorrido bajas y por ende altos Costos Generalizados de Viaje.

Ilustración 13 Estado actual del camino



Km. 1+300
Chalco de Díaz Covarrubias, Chalco, Edo. Méx.

A Tlahuac, Estado de México, México
19° 14' 57", -98° 55' 12" 2216.0m
2020-11-26 02:48:12 p. m.

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México

Índice de Rugosidad Internacional –IRI-

El índice de rugosidad internacional (IRI) del área de estudio observado es variable entre 5 mm/m y 7 mm/m. 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 o mm/m. En la siguiente 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 2m o 3m 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. Con los

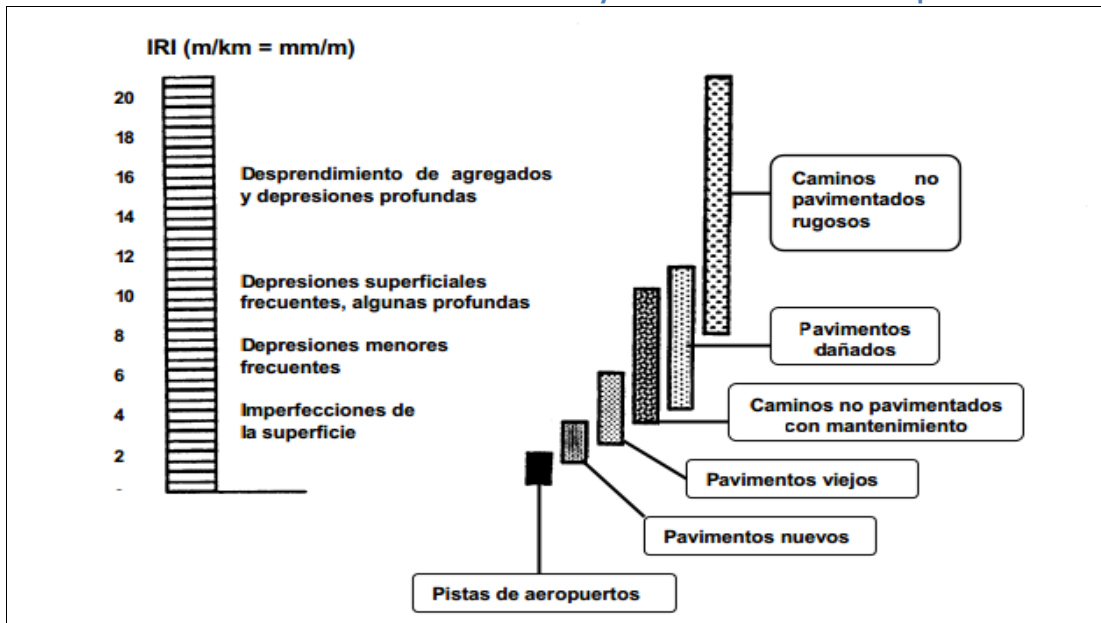
Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

datos de las mediciones, calcular las frecuencias acumuladas, y sustituir el valor del 95 percentil resultante (aquél que es mayor al 95% de las observaciones, e inferior al 5%) en la fórmula siguiente, que corresponda, para conocer el valor del IIR, en m/km:

$IRI (m/km) = 0.35 DMR3$; $DMR3=95$ percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 3m de largo

$IRI (m/km) = 0.437 DMR2$; $DMR2 = 95$ percentil de las desviaciones máximas, bajo una regla de 2m de largo"³

Ilustración 14 Escala de valores del IRI y las características de los pavimentos



Fuente: Índice Internacional de Rugosidad en la red carretera de México, IMT

Asimismo, cuando no se cuenta con medición láser, cuarto de carro y no hay posibilidad de usar la regla de 3 metros una forma viable de hacer una estimación del IRI es en base a la observación de los daños y del estado superficial del pavimento, para que a través de la experiencia del ingeniero en lo relativo a evaluación de pavimentos se utilizara la escala anterior para asignar un IRI representativo.

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica 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 Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio Carretero del camino Chalco- San Pedro Tláhuac, tramo del km 0+000 al km 7+800 es un tipo de servicio Tipo D.

³Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2012; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 368.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 9 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula el análisis de demanda de los vehículos que utiliza la vialidad en sentido Oriente- Poniente y Poniente- Oriente.

Con el objeto de conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló un conjunto de aparatos automáticos contadores de vehículos, distribuidos en diferentes tramos de la red carretera. Con este mismo propósito también se dispone de los volúmenes de tránsito que se registran en las casetas de cobro de Autopistas y Puentes de cuota, que constituyen una de las fuentes más completas de información, en virtud de que su sistema de operación exige una clasificación detallada del tipo de vehículos que utilizan las obras a su cargo. Esta información, entre otras aplicaciones, es utilizada para correlacionar sus variaciones con los resultados de los conteos vehiculares que se efectúan en la red de carreteras para hacerlos representativos para todo el año.

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se revisaron los datos históricos de incremento del tráfico en la zona de influencia del proyecto, tomando como reseña los datos históricos del libro de Datos Viales editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los años 2010 al 2019, de la carretera 35 Chalco- Tláhuac en el Km 0+000.

Cabe mencionar que se considera como tasa de crecimiento el promedio de las tasas medias anual registradas, esto con el fin de no sobre valorar los beneficios del proyecto.

La metodología utilizada para calcular la tasa de crecimiento anual es la siguiente:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

$$TMACP = \left[\left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{t} \right)} \right] - 1$$

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional. ⁴

N_i: población en el momento inicial del periodo

N_f: población al final del período.

t: tiempo transcurrido entre i y f.

Aunado a lo anterior se obtienen siguientes tasas de crecimiento para cada tramo y año.

Tabla 10 Tasa de crecimiento Sentido 1 Camino Chalco – Tláhuac

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Chalco- Tláhuac Km 0+000 SENTIDO 1	2010	10488	2010-2011	-2.08%
	2011	10270	2011-2012	6.92%
	2012	10981	2012-2013	-0.17%
	2013	10962	2013-2014	-4.44%
	2014	10475	2014-2015	-1.83%
	2015	10283	2015-2016	0.03%
	2016	10286	2016-2017	8.87%
	2017	11198	2017-2018	-7.57%
	2018	10350	2018-2019	4.36%
	2019	10801	Promedio	0.45%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Tabla 11 Tasa de crecimiento Sentido 2 Camino Chalco – Tláhuac

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Chalco- Tláhuac Km 0+000 SENTIDO 2	2010	10526	2010-2011	-8.57%
	2011	9624	2011-2012	3.50%
	2012	9961	2012-2013	0.53%
	2013	10014	2013-2014	-4.50%
	2014	9563	2014-2015	4.78%
	2015	10020	2015-2016	1.02%
	2016	10122	2016-2017	9.63%
	2017	11097	2017-2018	-14.42%
	2018	9497	2018-2019	12.51%
	2019	10685	Promedio	0.50%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

⁴http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 12 Tasa de crecimiento para análisis

Camino	TMACP Sentido 1	TMACP Sentido 2	Promedio TMACP
Chalco- Tláhuac	0.45%	0.50%	0.48%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa decrecimiento a utilizar será de 0.48% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Transito Diario Promedio Anual (TDPA), el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda o importancia de dichas calles.

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2020, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 13 TDPA proyecto

Tramo		SC	TDPA (2021)
1	Km 0+000 al Km 5+760	Ambos	14,869.00
2	Km 5+760 al Km 6+260	Ambos	9,344.00
3	Km 6+260 al Km 7+800	Ambos	4,577.00

Fuente: Elaboración propia

Periodización

Las horas generalmente se reparten en periodos de alta, media y baja congestión, adicionalmente a partir del estudio de aforos se determinaron los aforos vehiculares para cada uno de los periodos de alta media y baja congestión.

Todo esto con el objetivo de poder tener un panorama del comportamiento por movimiento de los flujos y clasificación del tránsito.

La tabla siguiente presenta el Tránsito Diario Promedio Anual por periodo de congestión de cada uno de los tramos que conforman el camino Claco- San Pedro Tláhuac.

Tabla 14 Periodización Tramo 1

TRAMO 1					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	9721.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
Media Congestión	4434.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
Baja Congestión	714.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
TDPA	14869.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 15 Periodización Tramo 2

TRAMO 2					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	6117.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
Media Congestión	2791.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
Baja Congestión	436.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
TDPA	9344.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Periodización Tramo 3

TRAMO 3					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	888.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
Media Congestión	3213.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
Baja Congestión	476.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
TDPA	4577.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de la tramificación antes descrita y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 17 Composición vehicular

Chalco- San Pedro Tláhuac					
Tramo		TDPA	Clasificación		
			A	B	C
1	Km 0+000 al Km 5+760	14,869.00	94.63%	0.45%	4.92%
2	Km 5+760 al Km 6+260	9,344.00	96.26%	0.70%	3.04%
3	Km 6+260 al Km 7+800	4,577.00	97.98%	1.34%	0.68%

Fuente: Elaboración propia

Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 18 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

d) Diagnóstico de la Interacción De La Oferta- Demanda

Problemática:

Debido al rezago en infraestructura hospitalaria, así como educativa y falta de fuentes de empleo, los habitantes de los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad se ven obligados a trasladarse a otros municipios y a la Ciudad de México.

El camino Chalco – San Pedro Tláhuac, tramo del km 0+000 al km 7+800 presenta gran importancia ya que, conecta a los municipios de Chalco y Valle de Chalco solidaridad en el Estado de México, así como a la delegación Tláhuac perteneciente a la Ciudad de México permitiendo el intercambio de servicios entre dichos municipios.

Sin embargo, el camino presenta severos problemas en su capa de rodadura consistentes en fallas de baches, erosiones, encharcamientos, deformaciones y grietas tipo piel cocodrilo presentando un IRI variable entre 5 mm/m y 7mm/m, además el mal estado de pozos de visita provoca encharcamientos perjudicando a la carpeta asfáltica con los daños antes mencionados.

Por lo tanto, la transitabilidad de los usuarios se ve afectada debido a que se ven obligados a reducir sus velocidades y aumentar sus tiempos de traslado para llegar a su zona de destino, ya sea para servicios básicos de salud, educación, vivienda, turismo, comercio, entre otros.

Estos problemas ocasionan que los costos generalizados de viaje se eleven significativamente, por lo tanto, se pretenden realizar las actividades correspondientes a la rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino para evitar lo antes descrito.

Velocidades promedio de operación

De acuerdo a los recorridos ejercidos por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México en cada uno de los tramos del proyecto (tramo 1 del km 0+000 al km 5+760, tramo 2 del km 5+760 al km 6+260, tramo 3 del km 6+260 al km 7+800) se obtuvieron las velocidades de recorrido para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C con la metodología de vehículo flotante, las cuales son utilizadas para el Estudio Costo Beneficio del presente proyecto.

Método del vehículo flotante⁵

El método del vehículo flotante, consiste en cronometrar el tiempo de recorrido de cada tipo de vehículo. Los responsables del estudio de campo realizan esta medición por persecución, es decir se da seguimiento al tipo de vehículo que se está muestreando. Cuando se trate de vehículos de pasajeros, los responsables de medir los tiempos de recorrido se incorporan como usuarios en el vehículo objeto de la muestra, cronometrando los recorridos sin considerar los tiempos muertos por paradas continuas (ascenso y descenso de pasajeros, y tiempo para tomar algún refrigerio).

A continuación, se presenta una tabla con las velocidades de la situación actual considerando periodos de alta, media y baja congestión.

⁵ Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, IMT, Publicación Técnica No. 214

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 19 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 1

TRAMO 1				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	31.66	30.05	27.65	29.79
Media Congestión	36.06	34.62	31.47	34.05
Baja Congestión	40.58	38.76	35.45	38.26

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

Tabla 20 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 2

TRAMO 2				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	40.00	32.73	25.71	32.81
Media Congestión	45.0	36.0	30.51	37.17
Baja Congestión	47.37	41.86	35.29	41.51

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

Tabla 21 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 3

TRAMO 3				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	58.36	48.21	42.00	49.52
Media Congestión	61.60	50.40	44.35	52.12
Baja Congestión	66.80	52.80	48.21	55.94

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

Los tramos 1 y 2 se localizan dentro de una zona urbana por lo que a causa de las entradas y salidas de las diferentes calles que se intersectan con el camino Chalco- San Pedro Tláhuac las velocidades son bajas, además de los reductores de velocidad que se encuentran sobre el camino y las intersecciones semaforizadas.

Costos de Operación vehicular (Situación Actual)

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado VehicleOperatingCost (VOC) que es parte del modelo HighwayDevelopment and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial.

Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente su vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 22 Características Tramo 1 Situación Actual

SITUACIÓN ACTUAL				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud : 5.76 km	Costos de Operación Vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	31.66	30.05	27.65	29.79
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,564.81	\$16,263.74	\$11,083.85	
COV's/km -veh	\$5.56	\$16.26	\$11.08	
Tiempo de recorrido	00:10:55	00:11:30	00:12:30	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud : 5.76 km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	36.06	34.62	31.47	34.05
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,291.21	\$15,730.01	\$10,626.06	
COV's/km -veh	\$5.29	\$15.73	\$10.63	
Tiempo de recorrido	00:09:35	00:09:59	00:10:59	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud : 5.76 km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	40.58	38.76	35.45	38.26
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,075.37	\$15,381.61	\$10,287.73	
COV's/km -veh	\$5.08	\$15.38	\$10.29	
Tiempo de recorrido	00:08:31	00:08:55	00:09:45	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Características Tramo 2 Situación Actual

TRAMO 2 SITUACIÓN ACTUAL				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud : 0.5 km	Costos de Operación Vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	40.00	32.73	25.71	32.81
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,514.91	\$17,482.53	\$12,841.87	
COV's/km -veh	\$5.51	\$17.48	\$12.84	
Tiempo de recorrido	00:08:38	00:10:34	00:13:27	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud : 0.5 km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	45.00	36.00	30.51	37.17
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,332.34	\$17,204.33	\$12,249.04	
COV's/km -veh	\$5.33	\$17.20	\$12.25	
Tiempo de recorrido	00:07:41	00:09:36	00:11:20	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

BAJA CONGESTIÓN				
Longitud : 0.5 km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	47.37	41.86	35.29	41.51
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,260.54	\$16,864.99	\$11,870.62	
COV's/km -veh	\$5.26	\$16.86	\$11.87	
Tiempo de recorrido	00:07:18	00:08:15	00:09:48	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Características Tramo 1 Situación Actual

TRAMO 3 SITUACIÓN ACTUAL				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de Operación Vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	58.36	48.21	42.00	49.52
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,027.16	\$15,725.50	\$10,924.19	
COV's/km -veh	\$5.03	\$15.73	\$10.92	
Tiempo de recorrido	00:05:55	00:07:10	00:08:14	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	61.60	50.40	44.35	52.12
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,981.44	\$15,671.82	\$10,844.04	
COV's/km -veh	\$4.98	\$15.67	\$10.84	
Tiempo de recorrido	00:05:37	00:06:51	00:07:48	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	7.00
Velocidad Promedio	66.80	52.80	48.21	55.94
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,923.58	\$15,627.03	\$10,752.46	
COV's/km -veh	\$4.92	\$15.63	\$10.75	
Tiempo de recorrido	00:05:10	00:06:33	00:07:10	

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran a continuación por tipo de vehículo y para cada uno de los horarios de alta, media y baja congestión.

Tabla 25 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Actual

Vehículo ligero				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	5.00	7.00	7.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	100.00	0.00	0.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	4.00		4.00	
---	------	--	------	--

Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	31.66	40.00	58.36
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16	1.16

Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00	0.00

Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00	2.00

Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50	0.50

Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.31	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14	77.14

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	1.55	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1	1	1
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo

Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	5.00	7.00	7.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00		5.00
---	------	--	------

Características del vehículo

1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	30.05	32.73	48.21
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15

Características de los neumáticos

1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00	23.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42	1.42
Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.48	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01	0.01
8. Coq	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00	-50.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Camión de dos ejes				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	5.00	7.00	7.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)				
Selección del vehículo, tipo del vehículo	8.00			
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	27.65	25.71	42.0
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89	0.89
Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.37	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00	-85.00

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

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. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT.

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 26 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	2.9%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2
Coeficiente de pasajeros por Bus	23
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Características Valor Tiempo	
Toneladas promedio (ton/veh)	10
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021, NOTAS núm. 189, ENERO-FEBRERO 2021, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Tabla 27 Costos Generalizados de Viaje Situación Actual Tramo 1

TRAMO 1								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.56	\$16.26	\$11.08	\$107,623,142.02	\$1,495,750.97	\$11,145,045.29	\$120,263,938.28
Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	31.66	30.05	27.65	\$97,309,736.06	\$5,606,660.29	\$45,173,920.48	\$148,090,316.83
MEDIA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.29	\$15.73	\$10.63	\$46,676,129.28	\$659,861.17	\$4,873,584.37	\$52,209,574.82
Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	36.06	34.62	31.47	\$38,969,625.15	\$2,219,761.94	\$18,103,849.12	\$59,293,236.21
BAJA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.08	\$15.38	\$10.29	\$7,209,584.18	\$103,902.92	\$759,798.13	\$8,073,285.23
Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	40.58	38.76	35.45	\$5,576,252.50	\$319,265.67	\$2,587,938.48	\$8,483,456.65
TOTAL TRAMO 1								
CGV's Anuales (\$)								
Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	ALTA CONGESTIÓN			\$204,932,878.08	\$7,102,411.26	\$56,318,965.77	\$268,354,255.11
0	2021	MEDIA CONGESTIÓN			\$85,645,754.44	\$2,879,623.11	\$22,977,433.49	\$111,502,811.03
0	2021	BAJA CONGESTIÓN			\$12,785,836.69	\$423,168.58	\$3,347,736.61	\$16,556,741.88
0	2021	CGV'S TOTALES			\$303,364,469.20	\$10,405,202.96	\$82,644,135.86	\$396,413,808.02

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 28 Costos Generalizados de Viaje Situación Actual Tramo 2

TRAMO 2								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.40	\$17.29	\$12.59	\$66,843,786.68	\$1,556,064.79	\$4,923,961.49	\$73,323,812.97
Valor tiempo								
				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	40.00	32.73	25.71	\$49,300,550.46	\$5,038,668.39	\$18,889,343.33	\$73,228,562.18
MEDIA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.22	\$17.01	\$12.00	\$29,464,389.91	\$698,509.82	\$2,140,470.69	\$32,303,370.42
Valor tiempo								
				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	45.00	36.00	30.51	\$19,994,962.87	\$2,090,165.32	\$7,262,699.67	\$29,347,827.86
BAJA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.14	\$16.66	\$11.62	\$4,539,219.54	\$106,929.96	\$323,764.91	\$4,969,914.42
Valor tiempo								
				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	47.37	41.86	35.29	\$2,967,265.34	\$280,808.71	\$980,878.66	\$4,228,952.71
TOTAL TRAMO 2								
CGV's Anuales (\$)								
Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	ALTA CONGESTIÓN			\$116,144,337.15	\$6,594,733.19	\$23,813,304.82	\$146,552,375.16
0	2021	MEDIA CONGESTIÓN			\$49,459,352.78	\$2,788,675.14	\$9,403,170.35	\$61,651,198.27
0	2021	BAJA CONGESTIÓN			\$7,506,484.89	\$387,738.67	\$1,304,643.57	\$9,198,867.12
0	2021	CGV'S TOTALES			\$173,110,174.81	\$9,771,147.00	\$34,521,118.74	\$217,402,440.55

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 29 Costos Generalizados de Viaje Situación Actual Tramo 3

TRAMO 3								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$5.03	\$15.73	\$10.92	\$9,195,785.38	\$393,402.81	\$138,684.04	\$9,727,872.23
Valor tiempo								
				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	58.36	48.21	42.00	\$4,993,011.19	\$950,617.70	\$375,473.65	\$6,319,102.54
MEDIA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$4.98	\$15.67	\$10.84	\$32,969,943.75	\$1,418,568.81	\$498,110.75	\$34,886,623.31
Valor tiempo								
				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	61.60	50.40	44.35	\$17,115,708.07	\$3,290,108.72	\$1,286,568.42	\$21,692,385.21
BAJA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	\$4.92	\$15.63	\$10.75	\$4,827,707.91	\$209,557.62	\$73,171.04	\$5,110,436.58
Valor tiempo								
				Situación Actual				
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	66.80	52.80	48.21	\$2,338,273.71	\$465,267.90	\$175,341.86	\$2,978,883.47
TOTAL TRAMO 3								
CGV's Anuales (\$)								
Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	ALTA CONGESTIÓN			\$14,188,796.57	\$1,344,020.51	\$514,157.68	\$16,046,974.76
0	2021	MEDIA CONGESTIÓN			\$50,085,651.81	\$4,708,677.54	\$1,784,679.17	\$56,579,008.52
0	2021	BAJA CONGESTIÓN			\$7,165,981.63	\$674,825.52	\$248,512.90	\$8,089,320.05
0	2021	CGV'S TOTALES			\$71,440,430.02	\$6,727,523.57	\$2,547,349.75	\$80,715,303.33

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 30 Costos Generalizados de Viaje Longitud Total Situación Actual

LONGITUD TOTAL				
ALTA CONGESTIÓN				
Costos de Operación Vehicular				
Situación Actual				
Costo de Operación (\$)				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$183,662,714.08	\$3,445,218.58	\$16,207,690.82	\$203,315,623.48
Valor tiempo				
Situación Actual				
Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$151,603,297.72	\$11,595,946.38	\$64,438,737.45	\$227,637,981.55
MEDIA CONGESTIÓN				
Costos de Operación Vehicular				
Situación Actual				
Costo de Operación (\$)				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$109,110,462.94	\$2,776,939.79	\$7,512,165.80	\$119,399,568.54
Valor tiempo				
Situación Actual				
Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$76,080,296.09	\$7,600,035.99	\$26,653,117.20	\$110,333,449.28
BAJA CONGESTIÓN				
Costos de Operación Vehicular				
Situación Actual				
Costo de Operación (\$)				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$16,576,511.64	\$420,390.50	\$1,156,734.08	\$18,153,636.23
Valor tiempo				
Situación Actual				
Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$10,881,791.55	\$1,065,342.27	\$3,744,159.00	\$15,691,292.83
LONGITUD TOTAL				
Costos de Operación Vehicular				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$309,349,688.67	\$6,642,548.88	\$24,876,590.70	\$340,868,828.25
Valor tiempo				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$238,565,385.36	\$20,261,324.64	\$94,836,013.66	\$353,662,723.66
CGV's Anuales (\$)				
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0 2021	\$547,915,074.03	\$26,903,873.52	\$119,712,604.36	\$694,531,551.91

Fuente: Elaboración propia

III. Situación sin el Proyecto de Inversión

Si bien resulta complejo realizar acciones de optimización la presente evaluación plantea medidas de optimización u obras de tipo menor que contribuyan a elevar las condiciones de operación de la vialidad en estudio, bajo el supuesto, que por razones presupuestales no se completara la obra. Por supuesto que dichas medidas deben contemplar que sean factibles, posibles y rentables durante el horizonte de evaluación, así se obtendría una situación base "sin proyecto optimizada", para compararla con la situación "con proyecto". Aunado a lo anterior, las acciones de optimización no deberán suponer un costo mayor al 10% del costo social contemplado para la elaboración del proyecto.

a) Optimizaciones

En caso de que el proyecto no se realice, como medida de optimización se dará mantenimiento mínimo a lo largo de los 7.8 km de la vía, sin embargo, el problema está en que se requiere dar mantenimiento permanente y continuo a la capa de rodadura cada vez que se realice su desgaste.

Debiéndose llevar a cabo cada vez que se tiene temporada de lluvias o se deforme la superficie de rodamiento, ya que el clima que predomina en el municipio de Chalco es templado subhúmedo con una temperatura media que oscila entre 6° y 16°C, su precipitación pluvial media anual oscila entre 600 y 1,200 mm.⁶ Mientras que en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad existe un clima templado subhúmedo con un rango de temperatura entre 14° y 16°C, y su precipitación pluvial media anual se encuentra en un rango de 600-800 mm⁷. Los beneficios serían menores a la situación con proyecto.

Mejorar la superficie de rodamiento en la totalidad de la vía a base de bacheo, asimismo, con estas acciones, se esperaría incrementar de manera poco significativa las velocidades de operación.

Las acciones de optimización a llevar a cabo se describen a continuación:

- Limpieza de la superficie de rodamiento
 - La limpieza de la superficie de rodamiento y acotamientos, es el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar los objetos extraños que afecten la comodidad y seguridad del usuario.
- Acciones de bacheo general
 - Esta acción de optimización comprende el conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas localizadas y relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua.
- Mejoramiento de la señalización en el camino
 - Es el conjunto de actividades que se realizan para reponer las señales horizontales en la vialidad, cuando ya han perdido su visibilidad o han sufrido algún tipo de

⁶ Prontuario de información geográfica municipal Chalco 2009.

⁷ Prontuario de información geográfica municipal Valle de Chalco Solidaridad 2009.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

daño, con el propósito de mantener la carretera en condiciones de seguridad en lo que a señalamiento se refiere.

A pesar de que esta alternativa podría mejorar las condiciones de operatividad y seguridad de las vialidades de la zona de influencia, la realidad es que esta alternativa representaría una solución parcial, ya que no resuelve los problemas de tránsito en lo que respecta a bajas velocidades de operación y elevados costos generalizados de viaje.

Tabla 31 Costos medidas de optimización

COSTOS DE OPTIMIZACIÓN				
DATOS TRAMO 1				
		LONGITUD =	5760.00	M
		ANCHO =	13.00	M
		ÁREA =	74880	M ²
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	74880.00	\$1.85	\$138,528.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	7488.00	\$220.00	\$1,647,360.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$2,632,900.00
TOTAL SIN IVA=				\$2,269,741.38
DATOS TRAMO 2				
		LONGITUD =	500.00	M
		ANCHO =	13.00	M
		ÁREA =	6500	M ²
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	6500.00	\$1.85	\$12,025.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	650.00	\$220.00	\$143,000.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$228,500.00
TOTAL SIN IVA=				\$196,982.76
DATOS TRAMO 3				
		LONGITUD =	1540.00	M
		ANCHO =	6.50	M
		ÁREA =	10010	M ²
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	10010.00	\$1.85	\$18,518.50
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	1001.00	\$220.00	\$220,220.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	30030.00	\$14.00	\$420,420.00
TOTAL + IVA=				\$764,600.00
TOTAL SIN IVA=				\$659,137.93

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

COSTOS DE OPTIMIZACIÓN				
DATOS LONGITUD TOTAL				
		LONGITUD =	7800.00	M
		ANCHO =	13 y 6.5	M
		ÁREA =	91390.00	M ²
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	91390.00	\$1.85	\$169,071.50
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	9139.00	\$225.00	\$2,010,580.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	67590.00	\$14.00	\$946,260.00
TOTAL + IVA=				\$3,626,000.00
TOTAL SIN IVA=				\$3,125,862.07

Fuente: Elaboración propia

Se propone realizar una inversión menor en las acciones y trabajos descritos anteriormente para mejorar el flujo de vehículos de la zona, disminuyendo ligeramente los CGV al circular por el camino. La manera en la que se refleja esta inversión es por medio de un aumento en las velocidades promedio de circulación en los tres tramos.

Cabe mencionar que las medidas de optimización descritas en el presente apartado permiten una mejora mínima en cuanto a la situación de operación de las vialidades, sin embargo, la implementación de estas acciones no garantiza mejorar los conflictos viales para la demanda que tendrá a futuro. Como conclusión, esta serie de soluciones optimizadas puede generar avances marginales en términos de eficiencia operativa pero no resuelve la problemática en su totalidad. Debido a que los trabajos a realizar solo tendrían una vida útil de 1 año las condiciones regresarían a ser las mismas que en la situación actual en el año 1.

b) Análisis de la Oferta

Con la implementación de la optimización realizada al camino Chalco- San Pedro Tláhuac, el único cambio de consideración en las características actuales del camino en los tres kilómetros es el IRI, mismo que verá una mejoría únicamente durante el primer año de vida útil, tal como se ha mencionado con anterioridad. En el trabajo de campo se recabó la información sobre las características físicas y geométricas del camino, las cuales se presentan a continuación, con las variaciones del IRI con optimización:

Tabla 32 Características físicas y geométricas del camino incorporando optimización

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Condiciones del tramo	Necesario rehabilitar	Necesario reconstruir	Necesario modernizar
Inicio (Km)	0+000	5+760	6+260
Fin (Km)	5+760	6+260	7+800
Longitud del tramo (km)	5.76	0.50	1.54
Municipio (s)	<ul style="list-style-type: none"> • Chalco • Valle de Chalco Solidaridad 	Valle de Chalco Solidaridad	Valle de Chalco Solidaridad
Localidad (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Chalco de Díaz Covarrubias • Xico 	Xico	Xico

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano
Numero de cuerpos	2	2	1
Sentidos de circulación	2	2	2
Camellón	Si, de ancho variable	Si, de ancho variable	No
Ancho de calzada (m)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)	6.50
Número de carriles	4, 2 para cada sentido de circulación	4, 2 para cada sentido de circulación	2, 1 para cada sentido de circulación
Ancho promedio de carril (m)	3.25	3.25	3.25
Dirección	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares
Índice de rugosidad (m/km)	4 mm/m	5 mm/m	5 mm/m
Obras de drenaje	Se observan pozos de visita distribuidos a lo largo del tramo	No se observan obras de drenaje en el tramo	No se observan obras de drenaje en el tramo
Condiciones de señalamiento	En buen estado	En buen estado	En buen estado
Pendiente media ascendente (%)	0.38%	4.00%	1.0%
Pendiente media descendente (%)	0.22%	1.00%	0.35%
Proporción de viaje ascendente (%)	36.46%	20%	25.97%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2237	2232	2234
Curvatura horizontal máx. (grados)	100	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en trabajo de campo

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica 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 Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio Carretero del camino Chalco- san Pedro Tláhuac, tramo del km 0+000 al km 7+800 es un tipo de servicio Tipo D.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 33 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

c) Análisis de la Demanda

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula el análisis de demanda de los vehículos que utiliza la vialidad en sentido Oriente- Poniente y Poniente- Oriente.

Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Transito Diario Promedio Anual (TDPA), el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda o importancia de dichas calles.

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 34 TDPA proyecto

	Tramo	SC	TDPA (2021)
1	Km 0+000 al Km 5+760	Ambos	14,869.00
2	Km 5+760 al Km 6+260	Ambos	9,344.00
3	Km 6+260 al Km 7+800	Ambos	4,577.00

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Periodización

Las horas generalmente se reparten en periodos de alta, media y baja congestión, adicionalmente a partir del estudio de aforos se determinaron los aforos vehiculares para cada uno de los periodos de alta media y baja congestión.

Todo esto con el objetivo de poder tener un panorama del comportamiento por movimiento de los flujos y clasificación del tránsito.

La tabla siguiente presenta el Tránsito Diario Promedio Anual por periodo de congestión de cada uno de los tramos que conforman el camino Claco- San Pedro Tláhuac.

Tabla 35 Periodización Tramo 1

TRAMO 1					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	9721.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
Media Congestión	4434.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
Baja Congestión	714.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
TDPA	14869.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 Periodización Tramo 2

TRAMO 2					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	6117.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
Media Congestión	2791.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
Baja Congestión	436.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
TDPA	9344.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 Periodización Tramo 3

TRAMO 3					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	888.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
Media Congestión	3213.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
Baja Congestión	476.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
TDPA	4577.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de la tramificación antes descrita y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Tabla 38 Composición vehicular

Chalco- San Pedro Tláhuac					
Tramo		TDPA	Clasificación		
			A	B	C
1	Km 0+000 al Km 5+760	14,869.00	94.63%	0.45%	4.92%
2	Km 5+760 al Km 6+260	9,344.00	96.26%	0.70%	3.04%
3	Km 6+260 al Km 7+800	4,577.00	97.98%	1.34%	0.68%

Fuente: Elaboración propia

Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 39 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Con el objeto de conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló un conjunto de aparatos automáticos contadores de vehículos, distribuidos en diferentes tramos de la red carretera. Con este mismo propósito también se dispone de los volúmenes de tránsito que se registran en las casetas de cobro de Autopistas y Puentes de cuota, que constituyen una de las fuentes más completas de información, en virtud de que su sistema de operación exige una clasificación detallada del tipo de vehículos que utilizan las obras a su cargo. Esta información, entre otras aplicaciones, es utilizada para correlacionar sus variaciones con los resultados de los conteos vehiculares que se efectúan en la red de carreteras para hacerlos representativos para todo el año.

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se revisaron los datos históricos de incremento del tráfico en la zona de influencia del proyecto, tomando como reseña los datos históricos del libro de Datos Viales editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los años 2010 al 2019, de la carretera 35 Chalco- Tláhuac en el Km 0+000.

Cabe mencionar que se considera como tasa de crecimiento el promedio de las tasas medias anuales registradas, esto con el fin de no sobre valorar los beneficios del proyecto.

La metodología utilizada para calcular la tasa de crecimiento anual es la siguiente:

$$TMACP = \left[\left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{t} \right)} \right] - 1$$

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional.⁸

N_i: población en el momento inicial del periodo

N_f: población al final del período.

t: tiempo transcurrido entre i y f.

Aunado a lo anterior se obtienen siguientes tasas de crecimiento para cada tramo y año.

Tabla 40 Tasa de crecimiento Sentido 1 Camino Chalco – Tláhuac

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Chalco- Tláhuac Km 0+000 SENTIDO 1	2010	10488	2010-2011	-2.08%
	2011	10270	2011-2012	6.92%
	2012	10981	2012-2013	-0.17%
	2013	10962	2013-2014	-4.44%
	2014	10475	2014-2015	-1.83%
	2015	10283	2015-2016	0.03%
	2016	10286	2016-2017	8.87%
	2017	11198	2017-2018	-7.57%
	2018	10350	2018-2019	4.36%
	2019	10801	Promedio	0.45%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Tabla 41 Tasa de crecimiento Sentido 2 Camino Chalco – Tláhuac

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Chalco- Tláhuac Km 0+000 SENTIDO 2	2010	10526	2010-2011	-8.57%
	2011	9624	2011-2012	3.50%
	2012	9961	2012-2013	0.53%
	2013	10014	2013-2014	-4.50%
	2014	9563	2014-2015	4.78%
	2015	10020	2015-2016	1.02%
	2016	10122	2016-2017	9.63%
	2017	11097	2017-2018	-14.42%
	2018	9497	2018-2019	12.51%
	2019	10685	Promedio	0.50%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Tabla 42 Tasa de crecimiento para análisis

Camino	TMACP Sentido 1	TMACP Sentido 2	Promedio TMACP
Chalco- Tláhuac	0.45%	0.50%	0.48%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

⁸http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa decrecimiento a utilizar será de 0.48% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

Esto se considera ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones en caso de haberlos, dado que la optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, la demanda de la situación sin proyecto se considera igual a la demanda de la situación actual. A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación sin proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 43 Proyección del TDPA Tramo 1

TRAMO 1						
ALTA CONGESTIÓN						
Demanda (TDPA)					9,721	
Crecimiento Anual					0.48%	
Clasificación vehicular						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	94.63%	0.45%	4.92%	100%	365	
0	2021	9,199	44	478	9,721	3,548,165
1	2022	9,243	44	481	9,767	3,565,033
2	2023	9,287	44	483	9,814	3,581,981
3	2024	9,331	44	485	9,860	3,599,010
4	2025	9,375	45	487	9,907	3,616,120
5	2026	9,420	45	490	9,954	3,633,311
6	2027	9,465	45	492	10,002	3,650,583
7	2028	9,510	45	494	10,049	3,667,938
8	2029	9,555	45	497	10,097	3,685,376
9	2030	9,600	46	499	10,145	3,702,896
10	2031	9,646	46	502	10,193	3,720,499
11	2032	9,692	46	504	10,242	3,738,187
12	2033	9,738	46	506	10,290	3,755,958
13	2034	9,784	47	509	10,339	3,773,814
14	2035	9,831	47	511	10,388	3,791,755
15	2036	9,877	47	514	10,438	3,809,781
16	2037	9,924	47	516	10,487	3,827,892
17	2038	9,971	47	518	10,537	3,846,090
18	2039	10,019	48	521	10,587	3,864,374
19	2040	10,066	48	523	10,638	3,882,746
20	2041	10,114	48	526	10,688	3,901,204

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTION	
Demanda (TDPA)	4,434
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C		
		94.63%	0.45%	4.92%	100%	365
0	2021	4,196	20	218	4,434	1,618,410
1	2022	4,216	20	219	4,455	1,626,104
2	2023	4,236	20	220	4,476	1,633,834
3	2024	4,256	20	221	4,498	1,641,602
4	2025	4,276	20	222	4,519	1,649,406
5	2026	4,297	20	223	4,540	1,657,247
6	2027	4,317	21	224	4,562	1,665,126
7	2028	4,338	21	226	4,584	1,673,042
8	2029	4,358	21	227	4,605	1,680,995
9	2030	4,379	21	228	4,627	1,688,987
10	2031	4,400	21	229	4,649	1,697,016
11	2032	4,421	21	230	4,671	1,705,084
12	2033	4,442	21	231	4,694	1,713,190
13	2034	4,463	21	232	4,716	1,721,334
14	2035	4,484	21	233	4,738	1,729,518
15	2036	4,505	21	234	4,761	1,737,740
16	2037	4,527	22	235	4,784	1,746,001
17	2038	4,548	22	236	4,806	1,754,301
18	2039	4,570	22	238	4,829	1,762,641
19	2040	4,592	22	239	4,852	1,771,021
20	2041	4,613	22	240	4,875	1,779,440

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	714
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C		
		94.63%	0.45%	4.92%	100%	365
0	2021	676	3	35	714	260,610
1	2022	679	3	35	717	261,849
2	2023	682	3	35	721	263,094
3	2024	685	3	36	724	264,345
4	2025	689	3	36	728	265,601
5	2026	692	3	36	731	266,864
6	2027	695	3	36	735	268,133
7	2028	698	3	36	738	269,407
8	2029	702	3	36	742	270,688
9	2030	705	3	37	745	271,975
10	2031	708	3	37	749	273,268
11	2032	712	3	37	752	274,567

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

12	2033	715	3	37	756	275,872
13	2034	719	3	37	759	277,184
14	2035	722	3	38	763	278,501
15	2036	725	3	38	767	279,825
16	2037	729	3	38	770	281,156
17	2038	732	3	38	774	282,492
18	2039	736	3	38	778	283,835
19	2040	739	4	38	781	285,185
20	2041	743	4	39	785	286,540

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44 Proyección del TDPA Tramo 2

TRAMO 2	
ALTA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	6,117
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		96.26%	0.70%	3.04%		
0	2021	5,888	43	186	6,117	2,232,705
1	2022	5,916	43	187	6,146	2,243,319
2	2023	5,944	43	188	6,175	2,253,984
3	2024	5,973	43	189	6,205	2,264,699
4	2025	6,001	44	190	6,234	2,275,466
5	2026	6,030	44	190	6,264	2,286,283
6	2027	6,058	44	191	6,294	2,297,152
7	2028	6,087	44	192	6,323	2,308,073
8	2029	6,116	44	193	6,354	2,319,046
9	2030	6,145	45	194	6,384	2,330,070
10	2031	6,174	45	195	6,414	2,341,148
11	2032	6,204	45	196	6,445	2,352,277
12	2033	6,233	45	197	6,475	2,363,460
13	2034	6,263	46	198	6,506	2,374,696
14	2035	6,292	46	199	6,537	2,385,985
15	2036	6,322	46	200	6,568	2,397,328
16	2037	6,352	46	201	6,599	2,408,725
17	2038	6,383	46	202	6,631	2,420,176
18	2039	6,413	47	203	6,662	2,431,682
19	2040	6,443	47	203	6,694	2,443,242
20	2041	6,474	47	204	6,726	2,454,857

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTION	
Demanda (TDPA)	2,791
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		96.26%	0.70%	3.04%		
0	2021	2,687	20	85	2,791	1,018,715
1	2022	2,699	20	85	2,804	1,023,558
2	2023	2,712	20	86	2,818	1,028,424
3	2024	2,725	20	86	2,831	1,033,313
4	2025	2,738	20	86	2,844	1,038,225
5	2026	2,751	20	87	2,858	1,043,161
6	2027	2,764	20	87	2,872	1,048,120
7	2028	2,777	20	88	2,885	1,053,103
8	2029	2,791	20	88	2,899	1,058,110
9	2030	2,804	20	89	2,913	1,063,140
10	2031	2,817	20	89	2,927	1,068,194
11	2032	2,830	21	89	2,940	1,073,272
12	2033	2,844	21	90	2,954	1,078,375
13	2034	2,857	21	90	2,968	1,083,501
14	2035	2,871	21	91	2,983	1,088,652
15	2036	2,885	21	91	2,997	1,093,828
16	2037	2,898	21	92	3,011	1,099,028
17	2038	2,912	21	92	3,025	1,104,252
18	2039	2,926	21	92	3,040	1,109,502
19	2040	2,940	21	93	3,054	1,114,777
20	2041	2,954	21	93	3,069	1,120,076

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	436
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		96.26%	0.70%	3.04%		
0	2021	420	3	13	436	159,140
1	2022	422	3	13	438	159,897
2	2023	424	3	13	440	160,657
3	2024	426	3	13	442	161,420
4	2025	428	3	14	444	162,188
5	2026	430	3	14	446	162,959
6	2027	432	3	14	449	163,734
7	2028	434	3	14	451	164,512
8	2029	436	3	14	453	165,294
9	2030	438	3	14	455	166,080
10	2031	440	3	14	457	166,869
11	2032	442	3	14	459	167,663

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

12	2033	444	3	14	462	168,460
13	2034	446	3	14	464	169,261
14	2035	449	3	14	466	170,065
15	2036	451	3	14	468	170,874
16	2037	453	3	14	470	171,686
17	2038	455	3	14	473	172,502
18	2039	457	3	14	475	173,322
19	2040	459	3	15	477	174,146
20	2041	461	3	15	479	174,974

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 Proyección del TDPA Tramo 3

TRAMO 3	
ALTA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	888
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		97.98%	1.34%	0.68%		
0	2021	870	12	6	888	324,120
1	2022	874	12	6	892	325,661
2	2023	878	12	6	896	327,209
3	2024	883	12	6	901	328,765
4	2025	887	12	6	905	330,328
5	2026	891	12	6	909	331,898
6	2027	895	12	6	914	333,476
7	2028	899	12	6	918	335,061
8	2029	904	12	6	922	336,654
9	2030	908	12	6	927	338,254
10	2031	912	12	6	931	339,863
11	2032	917	13	6	936	341,478
12	2033	921	13	6	940	343,102
13	2034	925	13	6	944	344,733
14	2035	930	13	6	949	346,372
15	2036	934	13	6	953	348,018
16	2037	939	13	7	958	349,673
17	2038	943	13	7	963	351,335
18	2039	948	13	7	967	353,005
19	2040	952	13	7	972	354,683
20	2041	957	13	7	976	356,370

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTION	
Demanda (TDPA)	3,213
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		97.98%	1.34%	0.68%		
0	2021	3,148	43	22	3,213	1,172,745
1	2022	3,163	43	22	3,228	1,178,320
2	2023	3,178	43	22	3,244	1,183,922
3	2024	3,193	44	22	3,259	1,189,550
4	2025	3,208	44	22	3,275	1,195,205
5	2026	3,224	44	22	3,290	1,200,887
6	2027	3,239	44	22	3,306	1,206,596
7	2028	3,254	45	23	3,321	1,212,333
8	2029	3,270	45	23	3,337	1,218,096
9	2030	3,285	45	23	3,353	1,223,887
10	2031	3,301	45	23	3,369	1,229,705
11	2032	3,317	45	23	3,385	1,235,551
12	2033	3,332	46	23	3,401	1,241,425
13	2034	3,348	46	23	3,417	1,247,327
14	2035	3,364	46	23	3,434	1,253,257
15	2036	3,380	46	23	3,450	1,259,215
16	2037	3,396	46	24	3,466	1,265,201
17	2038	3,412	47	24	3,483	1,271,216
18	2039	3,429	47	24	3,499	1,277,259
19	2040	3,445	47	24	3,516	1,283,331
20	2041	3,461	47	24	3,533	1,289,432

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	476
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		97.98%	1.34%	0.68%		
0	2021	466	6	3	476	173,740
1	2022	469	6	3	478	174,566
2	2023	471	6	3	481	175,396
3	2024	473	6	3	483	176,230
4	2025	475	7	3	485	177,067
5	2026	478	7	3	487	177,909
6	2027	480	7	3	490	178,755
7	2028	482	7	3	492	179,605
8	2029	484	7	3	494	180,459
9	2030	487	7	3	497	181,317
10	2031	489	7	3	499	182,179
11	2032	491	7	3	501	183,045

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

12	2033	494	7	3	504	183,915
13	2034	496	7	3	506	184,789
14	2035	498	7	3	509	185,668
15	2036	501	7	3	511	186,550
16	2037	503	7	3	514	187,437
17	2038	506	7	4	516	188,328
18	2039	508	7	4	518	189,224
19	2040	510	7	4	521	190,123
20	2041	513	7	4	523	191,027

Fuente: Elaboración propia

d) Diagnóstico de la Interacción Oferta- Demanda

El estado físico y las características geométricas de una carretera o autopista, tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado, con un bajo nivel de congestión y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado. Este incremento en la velocidad de operación permite una reducción en los tiempos de recorrido, para la situación sin proyecto son las siguientes:

Para la determinación de las velocidades de la situación con proyecto se determinaron considera que aproximadamente se presenta un incremento en las velocidades de recorrido del 2.56%, 2.41% y 3.377% para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C respectivamente en un terreno tipo plano y una reducción en el IRI de 5 mm/m a 4 mm/m; un incremento de 8.33%, 7.79% y 9.16% para un terreno tipo plano y una reducción en el IRI de 7 mm/m a 5 mm/m, estas tasas fueron determinadas considerando los datos registrados en la publicación técnica no. 216 "Modernización de caminos rurales: la evaluación económica como herramienta en la toma de decisiones" de Instituto Mexicano del Transporte (Ver pestaña Vel Y COV del "ANEXO 1. Memoria de Calculo Chalco- Tláhuac V 3.0") considerando únicamente la disminución en el índice de rugosidad y las velocidades presentada a lo largo de diferentes caminos rurales.

Tabla 46 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 1 Situación Sin Proyecto

TRAMO 1				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	32.35	30.67	28.44	30.49
Media Congestión	36.85	35.33	32.37	34.85
Baja Congestión	41.46	39.55	36.46	39.16

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

**Tabla 47 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 2
Situación Sin Proyecto**

TRAMO 2				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	42.99	35.14	27.97	35.37
Media Congestión	48.37	38.65	33.19	40.07
Baja Congestión	50.91	44.94	38.39	44.75

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 48 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 3
Situación Sin Proyecto**

TRAMO 3				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	63.22	51.97	45.85	53.68
Media Congestión	66.73	54.33	48.41	56.49
Baja Congestión	72.37	56.91	52.62	60.63

Fuente: Elaboración propia

Costos de Operación vehicular (Situación sin Proyecto)

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado VehicleOperatingCost (VOC) que es parte del modelo HighwayDevelopment and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente se vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Tabla 49 Características Tramo 1 Situación Sin Proyecto

SITUACIÓN SIN PROYECTO				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 5.76 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	4.00
Velocidad Promedio	32.35	30.67	28.44	30.49
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,350.52	\$15,856.30	\$10,537.08	
COV's/km -veh	\$5.35	\$15.86	\$10.54	
Tiempo de recorrido	00:10:41	00:11:16	00:12:09	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 5.76 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	4.00
Velocidad Promedio	36.85	35.33	32.37	34.85
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,081.94	\$15,333.25	\$10,088.13	
COV's/km -veh	\$5.08	\$15.33	\$10.09	
Tiempo de recorrido	00:09:23	00:09:47	00:10:41	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 5.76 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	4.00
Velocidad Promedio	41.46	39.55	36.46	39.16
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,873.26	\$15,000.04	\$9,767.61	
COV's/km -veh	\$4.87	\$15.00	\$9.77	
Tiempo de recorrido	00:08:20	00:08:44	00:09:29	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 Características Tramo 2 Situación Sin Proyecto

SITUACIÓN SIN PROYECTO				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 0.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	42.99	35.14	27.97	35.37
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,821.04	\$16,276.80	\$11,281.89	
COV's/km -veh	\$4.82	\$16.28	\$11.28	
Tiempo de recorrido	00:08:02	00:09:50	00:12:21	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 0.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	48.37	38.65	33.19	40.07
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,651.47	\$16,032.54	\$10,758.39	
COV's/km -veh	\$4.65	\$16.03	\$10.76	
Tiempo de recorrido	00:07:09	00:08:57	00:10:25	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 0.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	50.91	44.94	38.39	44.75
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,588.20	\$15,740.19	\$10,430.78	
COV's/km -veh	\$4.59	\$15.74	\$10.43	
Tiempo de recorrido	00:06:47	00:07:41	00:09:00	

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 51 Características Tramo 3 Situación Sin Proyecto

SITUACIÓN SIN PROYECTO				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	63.22	51.97	45.85	53.68
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,485.63	\$14,835.14	\$9,784.33	
COV's/km -veh	\$4.49	\$14.84	\$9.78	
Tiempo de recorrido	00:05:28	00:06:39	00:07:32	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	66.73	54.33	48.41	56.49
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,452.03	\$14,800.68	\$9,728.67	
COV's/km -veh	\$4.45	\$14.80	\$9.73	
Tiempo de recorrido	00:05:11	00:06:22	00:07:08	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	5.00
Velocidad Promedio	72.37	56.91	52.62	60.63
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,404.17	\$14,777.38	\$9,674.92	
COV's/km -veh	\$4.40	\$14.78	\$9.67	
Tiempo de recorrido	00:04:47	00:06:04	00:06:34	

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran a continuación por tipo de vehículo y para cada uno de los horarios de alta, media y baja congestión.

Tabla 52 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Sin Proyecto

Vehículo ligero				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	4.00	5.00	5.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)				
Selección del vehículo, tipo del vehículo		4.00		4.00
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87	63.87

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	32.35	42.99	63.22
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16	1.16
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00	0.00
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00	2.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50	0.50
Coefficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.31	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. Coq	Lubricantes	1.55	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1	1	1

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo

Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	4.00	5.00	5.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00		5.00
---	------	--	------

Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	30.67	35.14	51.97
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15

Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo				
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00	750 000.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00	23.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42	1.42
Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.48	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01	0.01
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00	-50.00

Camión de dos ejes

Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	4.00	5.00	5.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

* (valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Selección del vehículo, tipo del vehículo		8.00		
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	28.44	27.97	45.85
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89	0.89
Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.37	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29	0.29

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00	-85.00

Fuente: **Publicación Técnica No. 590, IMT**

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

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. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT.

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 53 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	2.9%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2
Coeficiente de pasajeros por Bus	23
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1
Toneladas promedio (ton/veh)	10
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	124.22

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021, NOTAS núm. 189, ENERO-FEBRERO 2021, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Se presenta a continuación el cuadro con los CGV en la Situación sin proyecto, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para los tramos del proyecto.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Aunado a lo anterior se considerará un porcentaje de 2.83% de inflación que se pudiera presentar en el horizonte de evaluación en los costos de operación vehicular. Esto tomando como referencia económica la Unidad de Medida y Actualización (UMA⁹) registrada durante los años 2019 y 2020.

Tabla 54 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo-Tramo 1

TRAMO 1								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$5.35	\$15.86	\$10.54	\$103,970,690.53	\$1,465,212.18	\$10,645,626.91	\$116,081,529.62
2	2023	\$5.50	\$16.30	\$10.84	\$107,420,006.61	\$1,513,821.84	\$10,998,804.64	\$119,932,633.09
3	2024	\$5.66	\$16.77	\$11.14	\$110,983,756.69	\$1,564,044.17	\$11,363,699.34	\$123,911,500.20
4	2025	\$5.82	\$17.24	\$11.46	\$114,665,737.21	\$1,615,932.67	\$11,740,699.73	\$128,022,369.61
5	2026	\$5.98	\$17.73	\$11.78	\$118,469,870.57	\$1,669,542.61	\$12,130,207.43	\$132,269,620.60
6	2027	\$6.15	\$18.23	\$12.11	\$122,400,209.28	\$1,724,931.10	\$12,532,637.37	\$136,657,777.76
7	2028	\$6.33	\$18.75	\$12.46	\$126,460,940.33	\$1,782,157.16	\$12,948,418.28	\$141,191,515.76
8	2029	\$6.50	\$19.28	\$12.81	\$130,656,389.58	\$1,841,281.74	\$13,377,993.07	\$145,875,664.38
9	2030	\$6.69	\$19.82	\$13.17	\$134,991,026.42	\$1,902,367.83	\$13,821,819.37	\$150,715,213.62
10	2031	\$6.88	\$20.38	\$13.54	\$139,469,468.54	\$1,965,480.50	\$14,280,369.98	\$155,715,319.01
11	2032	\$7.07	\$20.96	\$13.93	\$144,096,486.77	\$2,030,686.99	\$14,754,133.40	\$160,881,307.16
12	2033	\$7.27	\$21.55	\$14.32	\$148,877,010.28	\$2,098,056.75	\$15,243,614.32	\$166,218,681.35
13	2034	\$7.48	\$22.16	\$14.73	\$153,816,131.71	\$2,167,661.57	\$15,749,334.19	\$171,733,127.47
14	2035	\$7.69	\$22.79	\$15.14	\$158,919,112.70	\$2,239,575.59	\$16,271,831.75	\$177,430,520.04
15	2036	\$7.91	\$23.43	\$15.57	\$164,191,389.43	\$2,313,875.41	\$16,811,663.61	\$183,316,928.45
16	2037	\$8.13	\$24.09	\$16.01	\$169,638,578.42	\$2,390,640.20	\$17,369,404.84	\$189,398,623.46
17	2038	\$8.36	\$24.78	\$16.46	\$175,266,482.53	\$2,469,951.72	\$17,945,649.62	\$195,682,083.87
18	2039	\$8.60	\$25.48	\$16.93	\$181,081,097.16	\$2,551,894.47	\$18,541,011.81	\$202,174,003.43
19	2040	\$8.84	\$26.20	\$17.41	\$187,088,616.56	\$2,636,555.74	\$19,156,125.65	\$208,881,297.95
20	2041	\$9.09	\$26.94	\$17.90	\$193,295,440.54	\$2,724,025.72	\$19,791,646.41	\$215,811,112.66

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	32.35	30.67	28.44	\$95,686,939.56	\$5,519,435.82	\$44,127,880.75	\$145,334,256.13
2	2023	32.20	30.52	28.30	\$96,601,076.99	\$5,572,165.30	\$44,549,452.89	\$146,722,695.17
3	2024	32.04	30.38	28.17	\$97,523,947.55	\$5,625,398.53	\$44,975,052.48	\$148,124,398.56
4	2025	31.89	30.23	28.04	\$98,455,634.69	\$5,679,140.32	\$45,404,718.00	\$149,539,493.00
5	2026	31.74	30.09	27.90	\$99,396,222.62	\$5,733,395.53	\$45,838,488.29	\$150,968,106.44
6	2027	31.59	29.95	27.77	\$100,345,796.38	\$5,788,169.06	\$46,276,402.58	\$152,410,368.02
7	2028	31.44	29.81	27.64	\$101,304,441.82	\$5,843,465.86	\$46,718,500.44	\$153,866,408.12
8	2029	31.29	29.66	27.51	\$102,272,245.60	\$5,899,290.94	\$47,164,821.85	\$155,336,358.39
9	2030	31.14	29.52	27.38	\$103,249,295.22	\$5,955,649.34	\$47,615,407.16	\$156,820,351.71
10	2031	30.99	29.38	27.25	\$104,235,678.99	\$6,012,546.15	\$48,070,297.10	\$158,318,522.24
11	2032	30.84	29.24	27.12	\$105,231,486.11	\$6,069,986.52	\$48,529,532.79	\$159,831,005.42
12	2033	30.70	29.10	26.99	\$106,236,806.59	\$6,127,975.65	\$48,993,155.75	\$161,357,937.99
13	2034	30.55	28.97	26.86	\$107,251,731.32	\$6,186,518.77	\$49,461,207.89	\$162,899,457.98
14	2035	30.41	28.83	26.73	\$108,276,352.05	\$6,245,621.17	\$49,933,731.54	\$164,455,704.76
15	2036	30.26	28.69	26.60	\$109,310,761.41	\$6,305,288.21	\$50,410,769.40	\$166,026,819.01

⁹ <https://www.inegi.org.mx/temas/uma/>

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

16	2037	30.12	28.55	26.48	\$110,355,052.91	\$6,365,525.27	\$50,892,364.60	\$167,612,942.78
17	2038	29.98	28.42	26.35	\$111,409,320.97	\$6,426,337.80	\$51,378,560.68	\$169,214,219.45
18	2039	29.83	28.28	26.23	\$112,473,660.90	\$6,487,731.30	\$51,869,401.60	\$170,830,793.80
19	2040	29.69	28.15	26.10	\$113,548,168.91	\$6,549,711.31	\$52,364,931.73	\$172,462,811.95
20	2041	29.55	28.02	25.98	\$114,632,942.14	\$6,612,283.45	\$52,865,195.86	\$174,110,421.45

MEDIA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$5.08	\$15.33	\$10.09	\$45,043,148.39	\$646,275.14	\$4,648,859.81	\$50,338,283.33
2	2023	\$5.23	\$15.77	\$10.37	\$46,537,493.14	\$667,715.87	\$4,803,089.68	\$52,008,298.69
3	2024	\$5.37	\$16.21	\$10.67	\$48,081,414.06	\$689,867.91	\$4,962,436.27	\$53,733,718.24
4	2025	\$5.53	\$16.67	\$10.97	\$49,676,555.86	\$712,754.86	\$5,127,069.31	\$55,516,380.04
5	2026	\$5.68	\$17.14	\$11.28	\$51,324,617.85	\$736,401.11	\$5,297,164.20	\$57,358,183.16
6	2027	\$5.84	\$17.63	\$11.60	\$53,027,355.70	\$760,831.85	\$5,472,902.13	\$59,261,089.67
7	2028	\$6.01	\$18.13	\$11.93	\$54,786,583.33	\$786,073.09	\$5,654,470.31	\$61,227,126.73
8	2029	\$6.18	\$18.64	\$12.26	\$56,604,174.83	\$812,151.73	\$5,842,062.17	\$63,258,388.73
9	2030	\$6.35	\$19.17	\$12.61	\$58,482,066.47	\$839,095.56	\$6,035,877.55	\$65,357,039.58
10	2031	\$6.53	\$19.71	\$12.97	\$60,422,258.76	\$866,933.27	\$6,236,122.92	\$67,525,314.95
11	2032	\$6.72	\$20.27	\$13.33	\$62,426,818.59	\$895,694.51	\$6,443,011.60	\$69,765,524.70
12	2033	\$6.91	\$20.84	\$13.71	\$64,497,881.39	\$925,409.94	\$6,656,763.99	\$72,080,055.32
13	2034	\$7.10	\$21.43	\$14.10	\$66,637,653.46	\$956,111.20	\$6,877,607.80	\$74,471,372.46
14	2035	\$7.30	\$22.04	\$14.50	\$68,848,414.29	\$987,831.01	\$7,105,778.29	\$76,942,023.58
15	2036	\$7.51	\$22.66	\$14.91	\$71,132,518.98	\$1,020,603.14	\$7,341,518.53	\$79,494,640.65
16	2037	\$7.72	\$23.30	\$15.33	\$73,492,400.80	\$1,054,462.52	\$7,585,079.65	\$82,131,942.97
17	2038	\$7.94	\$23.96	\$15.76	\$75,930,573.70	\$1,089,445.21	\$7,836,721.12	\$84,856,740.03
18	2039	\$8.17	\$24.64	\$16.21	\$78,449,635.06	\$1,125,588.48	\$8,096,711.01	\$87,671,934.55
19	2040	\$8.40	\$25.33	\$16.67	\$81,052,268.43	\$1,162,930.83	\$8,365,326.28	\$90,580,525.54
20	2041	\$8.63	\$26.05	\$17.14	\$83,741,246.37	\$1,201,512.05	\$8,642,853.09	\$93,585,611.52

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	36.85	35.33	32.37	\$38,315,474.02	\$2,185,493.76	\$17,684,171.14	\$58,185,138.93
2	2023	36.67	35.16	32.22	\$38,681,517.80	\$2,206,372.70	\$17,853,115.44	\$58,741,005.94
3	2024	36.50	34.99	32.06	\$39,051,058.55	\$2,227,451.10	\$18,023,673.73	\$59,302,183.38
4	2025	36.33	34.83	31.91	\$39,424,129.67	\$2,248,730.88	\$18,195,861.44	\$59,868,721.99
5	2026	36.15	34.66	31.76	\$39,800,764.90	\$2,270,213.95	\$18,369,694.13	\$60,440,672.98
6	2027	35.98	34.50	31.61	\$40,180,998.29	\$2,291,902.25	\$18,545,187.51	\$61,018,088.05
7	2028	35.81	34.33	31.46	\$40,564,864.20	\$2,313,797.75	\$18,722,357.46	\$61,601,019.41
8	2029	35.64	34.17	31.31	\$40,952,397.34	\$2,335,902.43	\$18,901,219.98	\$62,189,519.76
9	2030	35.47	34.01	31.16	\$41,343,632.76	\$2,358,218.29	\$19,081,791.26	\$62,783,642.30
10	2031	35.30	33.85	31.01	\$41,738,605.80	\$2,380,747.34	\$19,264,087.61	\$63,383,440.74
11	2032	35.14	33.69	30.86	\$42,137,352.19	\$2,403,491.61	\$19,448,125.51	\$63,988,969.31
12	2033	34.97	33.53	30.72	\$42,539,907.97	\$2,426,453.18	\$19,633,921.60	\$64,600,282.75
13	2034	34.80	33.37	30.57	\$42,946,309.54	\$2,449,634.10	\$19,821,492.68	\$65,217,436.32
14	2035	34.64	33.21	30.43	\$43,356,593.63	\$2,473,036.48	\$20,010,855.70	\$65,840,485.81
15	2036	34.47	33.05	30.28	\$43,770,797.34	\$2,496,662.43	\$20,202,027.79	\$66,469,487.56
16	2037	34.31	32.89	30.14	\$44,188,958.10	\$2,520,514.10	\$20,395,026.23	\$67,104,498.43
17	2038	34.14	32.74	29.99	\$44,611,113.74	\$2,544,593.62	\$20,589,868.46	\$67,745,575.82
18	2039	33.98	32.58	29.85	\$45,037,302.40	\$2,568,903.19	\$20,786,572.10	\$68,392,777.69

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

19	2040	33.82	32.43	29.71	\$45,467,562.62	\$2,593,445.00	\$20,985,154.93	\$69,046,162.55
20	2041	33.66	32.27	29.57	\$45,901,933.30	\$2,618,221.27	\$21,185,634.91	\$69,705,789.47

BAJA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$4.87	\$15.00	\$9.77	\$6,955,388.10	\$101,807.16	\$724,814.29	\$7,782,009.55
2	2023	\$5.01	\$15.42	\$10.04	\$7,186,139.01	\$105,184.70	\$748,860.62	\$8,040,184.33
3	2024	\$5.15	\$15.86	\$10.33	\$7,424,545.28	\$108,674.29	\$773,704.71	\$8,306,924.29
4	2025	\$5.30	\$16.31	\$10.62	\$7,670,860.89	\$112,279.66	\$799,373.02	\$8,582,513.56
5	2026	\$5.45	\$16.77	\$10.92	\$7,925,348.22	\$116,004.63	\$825,892.90	\$8,867,245.75
6	2027	\$5.60	\$17.25	\$11.23	\$8,188,278.39	\$119,853.18	\$853,292.60	\$9,161,424.17
7	2028	\$5.76	\$17.73	\$11.55	\$8,459,931.49	\$123,829.41	\$881,601.31	\$9,465,362.21
8	2029	\$5.92	\$18.23	\$11.87	\$8,740,596.91	\$127,937.56	\$910,849.18	\$9,779,383.65
9	2030	\$6.09	\$18.75	\$12.21	\$9,030,573.65	\$132,182.00	\$941,067.38	\$10,103,823.02
10	2031	\$6.26	\$19.28	\$12.56	\$9,330,170.61	\$136,567.25	\$972,288.09	\$10,439,025.94
11	2032	\$6.44	\$19.83	\$12.91	\$9,639,706.96	\$141,097.98	\$1,004,544.57	\$10,785,349.51
12	2033	\$6.62	\$20.39	\$13.28	\$9,959,512.43	\$145,779.03	\$1,037,871.19	\$11,143,162.65
13	2034	\$6.81	\$20.96	\$13.65	\$10,289,927.73	\$150,615.37	\$1,072,303.45	\$11,512,846.55
14	2035	\$7.00	\$21.56	\$14.04	\$10,631,304.83	\$155,612.16	\$1,107,878.03	\$11,894,795.02
15	2036	\$7.20	\$22.17	\$14.43	\$10,984,007.41	\$160,774.73	\$1,144,632.83	\$12,289,414.97
16	2037	\$7.41	\$22.79	\$14.84	\$11,348,411.20	\$166,108.57	\$1,182,606.99	\$12,697,126.76
17	2038	\$7.61	\$23.44	\$15.26	\$11,724,904.39	\$171,619.36	\$1,221,840.99	\$13,118,364.74
18	2039	\$7.83	\$24.10	\$15.69	\$12,113,888.07	\$177,312.98	\$1,262,376.60	\$13,553,577.65
19	2040	\$8.05	\$24.78	\$16.14	\$12,515,776.61	\$183,195.49	\$1,304,257.02	\$14,003,229.11
20	2041	\$8.28	\$25.48	\$16.59	\$12,930,998.14	\$189,273.15	\$1,347,526.85	\$14,467,798.15

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	41.46	39.55	36.46	\$5,483,841.83	\$314,375.90	\$2,528,210.71	\$8,326,428.45
2	2023	41.26	39.36	36.29	\$5,536,231.27	\$317,379.26	\$2,552,363.77	\$8,405,974.31
3	2024	41.07	39.17	36.11	\$5,589,121.21	\$320,411.32	\$2,576,747.57	\$8,486,280.10
4	2025	40.87	38.99	35.94	\$5,642,516.43	\$323,472.34	\$2,601,364.32	\$8,567,353.09
5	2026	40.68	38.80	35.77	\$5,696,421.75	\$326,562.61	\$2,626,216.24	\$8,649,200.60
6	2027	40.48	38.62	35.60	\$5,750,842.05	\$329,682.40	\$2,651,305.59	\$8,731,830.04
7	2028	40.29	38.44	35.43	\$5,805,782.26	\$332,831.99	\$2,676,634.62	\$8,815,248.87
8	2029	40.10	38.25	35.26	\$5,861,247.33	\$336,011.68	\$2,702,205.63	\$8,899,464.64
9	2030	39.91	38.07	35.10	\$5,917,242.28	\$339,221.74	\$2,728,020.93	\$8,984,484.95
10	2031	39.72	37.89	34.93	\$5,973,772.17	\$342,462.47	\$2,754,082.86	\$9,070,317.50
11	2032	39.53	37.71	34.76	\$6,030,842.12	\$345,734.15	\$2,780,393.77	\$9,156,970.05
12	2033	39.34	37.53	34.60	\$6,088,457.29	\$349,037.10	\$2,806,956.04	\$9,244,450.42
13	2034	39.16	37.35	34.43	\$6,146,622.87	\$352,371.59	\$2,833,772.06	\$9,332,766.53
14	2035	38.97	37.17	34.27	\$6,205,344.13	\$355,737.95	\$2,860,844.27	\$9,421,926.36
15	2036	38.78	37.00	34.11	\$6,264,626.39	\$359,136.46	\$2,888,175.12	\$9,511,937.97
16	2037	38.60	36.82	33.94	\$6,324,474.99	\$362,567.44	\$2,915,767.07	\$9,602,809.49
17	2038	38.42	36.65	33.78	\$6,384,895.35	\$366,031.20	\$2,943,622.61	\$9,694,549.16
18	2039	38.23	36.47	33.62	\$6,445,892.93	\$369,528.05	\$2,971,744.27	\$9,787,165.25
19	2040	38.05	36.30	33.46	\$6,507,473.24	\$373,058.31	\$3,000,134.59	\$9,880,666.14
20	2041	37.87	36.13	33.30	\$6,569,641.86	\$376,622.29	\$3,028,796.13	\$9,975,060.28

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 55 SSP Costos de Operación Vehicular y Costo Valor del Tiempo - Tramo 2

TRAMO 2								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)					Situación Sin Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$4.82	\$16.28	\$11.28	\$59,965,379.68	\$1,472,247.29	\$4,431,686.38	\$65,869,313.35
2	2023	\$4.96	\$16.74	\$11.60	\$61,954,782.15	\$1,521,090.34	\$4,578,711.35	\$68,054,583.84
3	2024	\$5.10	\$17.21	\$11.93	\$64,010,184.74	\$1,571,553.81	\$4,730,613.99	\$70,312,352.54
4	2025	\$5.24	\$17.70	\$12.27	\$66,133,777.06	\$1,623,691.44	\$4,887,556.13	\$72,645,024.63
5	2026	\$5.39	\$18.20	\$12.61	\$68,327,821.36	\$1,677,558.79	\$5,049,704.96	\$75,055,085.11
6	2027	\$5.54	\$18.71	\$12.97	\$70,594,654.95	\$1,733,213.23	\$5,217,233.22	\$77,545,101.39
7	2028	\$5.70	\$19.24	\$13.34	\$72,936,692.66	\$1,790,714.05	\$5,390,319.37	\$80,117,726.08
8	2029	\$5.86	\$19.79	\$13.71	\$75,356,429.48	\$1,850,122.51	\$5,569,147.80	\$82,775,699.79
9	2030	\$6.03	\$20.35	\$14.10	\$77,856,443.12	\$1,911,501.90	\$5,753,909.01	\$85,521,854.03
10	2031	\$6.20	\$20.92	\$14.50	\$80,439,396.83	\$1,974,917.60	\$5,944,799.84	\$88,359,114.27
11	2032	\$6.37	\$21.51	\$14.91	\$83,108,042.24	\$2,040,437.17	\$6,142,023.63	\$91,290,503.04
12	2033	\$6.55	\$22.12	\$15.33	\$85,865,222.22	\$2,108,130.41	\$6,345,790.49	\$94,319,143.12
13	2034	\$6.74	\$22.75	\$15.77	\$88,713,874.00	\$2,178,069.43	\$6,556,317.48	\$97,448,260.91
14	2035	\$6.93	\$23.39	\$16.21	\$91,657,032.22	\$2,250,328.74	\$6,773,828.89	\$100,681,189.85
15	2036	\$7.12	\$24.05	\$16.67	\$94,697,832.22	\$2,324,985.31	\$6,998,556.43	\$104,021,373.95
16	2037	\$7.33	\$24.73	\$17.14	\$97,839,513.34	\$2,402,118.67	\$7,230,739.49	\$107,472,371.50
17	2038	\$7.53	\$25.43	\$17.63	\$101,085,422.41	\$2,481,811.00	\$7,470,625.42	\$111,037,858.83
18	2039	\$7.75	\$26.15	\$18.13	\$104,439,017.27	\$2,564,147.19	\$7,718,469.77	\$114,721,634.23
19	2040	\$7.97	\$26.89	\$18.64	\$107,903,870.49	\$2,649,214.96	\$7,974,536.57	\$118,527,622.02
20	2041	\$8.19	\$27.65	\$19.17	\$111,483,673.17	\$2,737,104.92	\$8,239,098.60	\$122,459,876.69

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)					Situación Sin Proyecto			
					Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	42.99	35.14	27.97	\$46,089,718.85	\$4,715,413.36	\$17,445,612.22	\$68,250,744.43
2	2023	42.79	34.97	27.84	\$46,530,033.24	\$4,760,461.68	\$17,612,277.46	\$68,902,772.39
3	2024	42.58	34.81	27.70	\$46,974,554.15	\$4,805,940.37	\$17,780,534.93	\$69,561,029.45
4	2025	42.38	34.64	27.57	\$47,423,321.75	\$4,851,853.53	\$17,950,399.83	\$70,225,575.11
5	2026	42.18	34.48	27.44	\$47,876,376.61	\$4,898,205.32	\$18,121,887.52	\$70,896,469.45
6	2027	41.98	34.31	27.31	\$48,333,759.70	\$4,944,999.93	\$18,295,013.51	\$71,573,773.13
7	2028	41.78	34.15	27.18	\$48,795,512.35	\$4,992,241.58	\$18,469,793.44	\$72,257,547.37
8	2029	41.58	33.99	27.05	\$49,261,676.33	\$5,039,934.56	\$18,646,243.11	\$72,947,854.00
9	2030	41.38	33.83	26.92	\$49,732,293.76	\$5,088,083.17	\$18,824,378.49	\$73,644,755.42
10	2031	41.19	33.66	26.80	\$50,207,407.21	\$5,136,691.76	\$19,004,215.66	\$74,348,314.62
11	2032	40.99	33.50	26.67	\$50,687,059.60	\$5,185,764.72	\$19,185,770.90	\$75,058,595.22
12	2033	40.79	33.35	26.54	\$51,171,294.32	\$5,235,306.51	\$19,369,060.60	\$75,775,661.43
13	2034	40.60	33.19	26.42	\$51,660,155.14	\$5,285,321.58	\$19,554,101.36	\$76,499,578.08
14	2035	40.41	33.03	26.29	\$52,153,686.25	\$5,335,814.48	\$19,740,909.88	\$77,230,410.60
15	2036	40.22	32.87	26.16	\$52,651,932.26	\$5,386,789.75	\$19,929,503.06	\$77,968,225.08
16	2037	40.02	32.72	26.04	\$53,154,938.23	\$5,438,252.01	\$20,119,897.96	\$78,713,088.20
17	2038	39.83	32.56	25.92	\$53,662,749.63	\$5,490,205.91	\$20,312,111.77	\$79,465,067.31
18	2039	39.64	32.41	25.79	\$54,175,412.36	\$5,542,656.14	\$20,506,161.89	\$80,224,230.40
19	2040	39.46	32.25	25.67	\$54,692,972.78	\$5,595,607.46	\$20,702,065.84	\$80,990,646.08
20	2041	39.27	32.10	25.55	\$55,215,477.66	\$5,649,064.64	\$20,899,841.35	\$81,764,383.66

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)					Situación Sin Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$4.65	\$16.03	\$10.76	\$26,397,993.46	\$661,660.45	\$1,928,216.38	\$28,987,870.29
2	2023	\$4.78	\$16.49	\$11.06	\$27,273,769.34	\$683,611.60	\$1,992,186.60	\$29,949,567.54
3	2024	\$4.92	\$16.95	\$11.38	\$28,178,599.84	\$706,290.99	\$2,058,279.09	\$30,943,169.92
4	2025	\$5.06	\$17.43	\$11.70	\$29,113,448.85	\$729,722.80	\$2,126,564.25	\$31,969,735.90
5	2026	\$5.20	\$17.93	\$12.03	\$30,079,312.28	\$753,931.97	\$2,197,114.82	\$33,030,359.08
6	2027	\$5.35	\$18.43	\$12.37	\$31,077,219.05	\$778,944.31	\$2,270,005.98	\$34,126,169.33
7	2028	\$5.50	\$18.95	\$12.72	\$32,108,232.22	\$804,786.45	\$2,345,315.36	\$35,258,334.02
8	2029	\$5.65	\$19.49	\$13.08	\$33,173,450.13	\$831,485.92	\$2,423,123.19	\$36,428,059.24
9	2030	\$5.81	\$20.04	\$13.45	\$34,274,007.55	\$859,071.17	\$2,503,512.36	\$37,636,591.09
10	2031	\$5.98	\$20.61	\$13.83	\$35,411,076.90	\$887,571.59	\$2,586,568.51	\$38,885,217.01
11	2032	\$6.15	\$21.19	\$14.22	\$36,585,869.50	\$917,017.53	\$2,672,380.12	\$40,175,267.15
12	2033	\$6.32	\$21.79	\$14.62	\$37,799,636.83	\$947,440.37	\$2,761,038.60	\$41,508,115.81
13	2034	\$6.50	\$22.41	\$15.04	\$39,053,671.94	\$978,872.51	\$2,852,638.41	\$42,885,182.85
14	2035	\$6.68	\$23.04	\$15.46	\$40,349,310.72	\$1,011,347.44	\$2,947,277.11	\$44,307,935.27
15	2036	\$6.87	\$23.69	\$15.90	\$41,687,933.42	\$1,044,899.75	\$3,045,055.54	\$45,777,888.71
16	2037	\$7.07	\$24.36	\$16.35	\$43,070,966.06	\$1,079,565.19	\$3,146,077.85	\$47,296,609.10
17	2038	\$7.27	\$25.05	\$16.81	\$44,499,881.99	\$1,115,380.68	\$3,250,451.65	\$48,865,714.33
18	2039	\$7.47	\$25.76	\$17.29	\$45,976,203.43	\$1,152,384.38	\$3,358,288.15	\$50,486,875.96
19	2040	\$7.69	\$26.49	\$17.77	\$47,501,503.08	\$1,190,615.72	\$3,469,702.22	\$52,161,821.01
20	2041	\$7.90	\$27.24	\$18.28	\$49,077,405.84	\$1,230,115.41	\$3,584,812.54	\$53,892,333.79

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)					Situación Sin Proyecto			
					Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	48.37	38.65	33.19	\$18,690,321.53	\$1,956,110.50	\$6,707,995.84	\$27,354,427.87
2	2023	48.14	38.47	33.03	\$18,868,878.00	\$1,974,798.05	\$6,772,080.14	\$27,615,756.18
3	2024	47.91	38.28	32.88	\$19,049,140.30	\$1,993,664.12	\$6,836,776.66	\$27,879,581.07
4	2025	47.68	38.10	32.72	\$19,231,124.72	\$2,012,710.43	\$6,902,091.25	\$28,145,926.39
5	2026	47.46	37.92	32.56	\$19,414,847.71	\$2,031,938.69	\$6,968,029.82	\$28,414,816.22
6	2027	47.23	37.74	32.41	\$19,600,325.89	\$2,051,350.66	\$7,034,598.33	\$28,686,274.87
7	2028	47.01	37.56	32.25	\$19,787,576.01	\$2,070,948.07	\$7,101,802.79	\$28,960,326.87
8	2029	46.78	37.38	32.10	\$19,976,615.02	\$2,090,732.70	\$7,169,649.29	\$29,236,997.01
9	2030	46.56	37.20	31.95	\$20,167,459.99	\$2,110,706.35	\$7,238,143.95	\$29,516,310.29
10	2031	46.34	37.03	31.80	\$20,360,128.19	\$2,130,870.81	\$7,307,292.98	\$29,798,291.97
11	2032	46.12	36.85	31.65	\$20,554,637.02	\$2,151,227.91	\$7,377,102.61	\$30,082,967.54
12	2033	45.90	36.68	31.50	\$20,751,004.08	\$2,171,779.49	\$7,447,579.16	\$30,370,362.74
13	2034	45.68	36.50	31.35	\$20,949,247.12	\$2,192,527.41	\$7,518,729.00	\$30,660,503.54
14	2035	45.46	36.33	31.20	\$21,149,384.05	\$2,213,473.55	\$7,590,558.57	\$30,953,416.17
15	2036	45.25	36.16	31.05	\$21,351,432.98	\$2,234,619.79	\$7,663,074.36	\$31,249,127.13
16	2037	45.03	35.98	30.90	\$21,555,412.17	\$2,255,968.04	\$7,736,282.92	\$31,547,663.13
17	2038	44.82	35.81	30.75	\$21,761,340.05	\$2,277,520.25	\$7,810,190.87	\$31,849,051.18
18	2039	44.61	35.64	30.61	\$21,969,235.25	\$2,299,278.36	\$7,884,804.90	\$32,153,318.51
19	2040	44.39	35.47	30.46	\$22,179,116.56	\$2,321,244.33	\$7,960,131.74	\$32,460,492.63
20	2041	44.18	35.30	30.32	\$22,391,002.96	\$2,343,420.15	\$8,036,178.22	\$32,770,601.32

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

BAJA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)					Situación Sin Proyecto			
Costo de Operación (\$/veh/km)					Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$4.59	\$15.74	\$10.43	\$4,067,703.70	\$101,477.49	\$292,046.59	\$4,461,227.78
2	2023	\$4.72	\$16.19	\$10.73	\$4,202,653.23	\$104,844.09	\$301,735.49	\$4,609,232.81
3	2024	\$4.85	\$16.64	\$11.03	\$4,342,079.82	\$108,322.39	\$311,745.82	\$4,762,148.02
4	2025	\$4.99	\$17.11	\$11.34	\$4,486,132.01	\$111,916.07	\$322,088.25	\$4,920,136.34
5	2026	\$5.13	\$17.60	\$11.66	\$4,634,963.26	\$115,628.98	\$332,773.80	\$5,083,366.04
6	2027	\$5.27	\$18.10	\$11.99	\$4,788,732.11	\$119,465.07	\$343,813.85	\$5,252,011.03
7	2028	\$5.42	\$18.61	\$12.33	\$4,947,602.37	\$123,428.43	\$355,220.17	\$5,426,250.97
8	2029	\$5.58	\$19.13	\$12.68	\$5,111,743.28	\$127,523.27	\$367,004.90	\$5,606,271.46
9	2030	\$5.74	\$19.68	\$13.04	\$5,281,329.71	\$131,753.97	\$379,180.60	\$5,792,264.28
10	2031	\$5.90	\$20.23	\$13.41	\$5,456,542.32	\$136,125.02	\$391,760.24	\$5,984,427.58
11	2032	\$6.06	\$20.80	\$13.79	\$5,637,567.75	\$140,641.08	\$404,757.22	\$6,182,966.05
12	2033	\$6.24	\$21.39	\$14.18	\$5,824,598.86	\$145,306.97	\$418,185.39	\$6,388,091.21
13	2034	\$6.41	\$22.00	\$14.58	\$6,017,834.88	\$150,127.65	\$432,059.04	\$6,600,021.57
14	2035	\$6.59	\$22.62	\$14.99	\$6,217,481.67	\$155,108.26	\$446,392.97	\$6,818,982.90
15	2036	\$6.78	\$23.26	\$15.41	\$6,423,751.91	\$160,254.11	\$461,202.43	\$7,045,208.45
16	2037	\$6.97	\$23.92	\$15.85	\$6,636,865.34	\$165,570.68	\$476,503.22	\$7,278,939.24
17	2038	\$7.17	\$24.59	\$16.30	\$6,857,048.99	\$171,063.62	\$492,311.62	\$7,520,424.23
18	2039	\$7.37	\$25.29	\$16.76	\$7,084,537.43	\$176,738.80	\$508,644.47	\$7,769,920.71
19	2040	\$7.58	\$26.01	\$17.23	\$7,319,572.98	\$182,602.26	\$525,519.19	\$8,027,694.43
20	2041	\$7.80	\$26.74	\$17.72	\$7,562,406.04	\$188,660.25	\$542,953.73	\$8,294,020.02

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)					Situación Sin Proyecto			
					Valor Tiempo (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	50.91	44.94	38.39	\$2,774,063.61	\$262,806.72	\$905,959.07	\$3,942,829.40
2	2023	50.67	44.73	38.21	\$2,800,565.40	\$265,317.42	\$914,614.08	\$3,980,496.91
3	2024	50.43	44.51	38.03	\$2,827,320.38	\$267,852.11	\$923,351.77	\$4,018,524.26
4	2025	50.19	44.30	37.85	\$2,854,330.96	\$270,411.02	\$932,172.94	\$4,056,914.91
5	2026	49.95	44.09	37.67	\$2,881,599.58	\$272,994.37	\$941,078.37	\$4,095,672.31
6	2027	49.71	43.88	37.49	\$2,909,128.70	\$275,602.40	\$950,068.89	\$4,134,799.99
7	2028	49.47	43.67	37.31	\$2,936,920.83	\$278,235.34	\$959,145.30	\$4,174,301.47
8	2029	49.24	43.47	37.13	\$2,964,978.46	\$280,893.44	\$968,308.41	\$4,214,180.32
9	2030	49.01	43.26	36.95	\$2,993,304.15	\$283,576.93	\$977,559.07	\$4,254,440.15
10	2031	48.77	43.05	36.78	\$3,021,900.43	\$286,286.06	\$986,898.10	\$4,295,084.60
11	2032	48.54	42.85	36.60	\$3,050,769.92	\$289,021.07	\$996,326.35	\$4,336,117.34
12	2033	48.31	42.64	36.43	\$3,079,915.20	\$291,782.21	\$1,005,844.67	\$4,377,542.08
13	2034	48.08	42.44	36.26	\$3,109,338.92	\$294,569.73	\$1,015,453.93	\$4,419,362.58
14	2035	47.85	42.24	36.08	\$3,139,043.74	\$297,383.88	\$1,025,154.99	\$4,461,582.60
15	2036	47.62	42.04	35.91	\$3,169,032.34	\$300,224.91	\$1,034,948.72	\$4,504,205.97
16	2037	47.40	41.84	35.74	\$3,199,307.43	\$303,093.08	\$1,044,836.02	\$4,547,236.54
17	2038	47.17	41.64	35.57	\$3,229,871.76	\$305,988.66	\$1,054,817.78	\$4,590,678.19
18	2039	46.95	41.44	35.40	\$3,260,728.07	\$308,911.90	\$1,064,894.89	\$4,634,534.86
19	2040	46.73	41.25	35.23	\$3,291,879.17	\$311,863.06	\$1,075,068.28	\$4,678,810.52
20	2041	46.50	41.05	35.07	\$3,323,327.88	\$314,842.42	\$1,085,338.86	\$4,723,509.16

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 56 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor de Tiempo- Tramo 3

TRAMO 3								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.49	\$14.84	\$9.78	\$8,244,201.78	\$372,893.24	\$124,803.82	\$8,741,898.84
2	2023	\$4.61	\$15.25	\$10.06	\$8,517,710.18	\$385,264.29	\$128,944.30	\$9,031,918.77
3	2024	\$4.74	\$15.69	\$10.35	\$8,800,292.46	\$398,045.76	\$133,222.13	\$9,331,560.36
4	2025	\$4.88	\$16.13	\$10.64	\$9,092,249.65	\$411,251.27	\$137,641.89	\$9,641,142.81
5	2026	\$5.02	\$16.59	\$10.94	\$9,393,892.76	\$424,894.88	\$142,208.28	\$9,960,995.92
6	2027	\$5.16	\$17.06	\$11.25	\$9,705,543.15	\$438,991.13	\$146,926.16	\$10,291,460.43
7	2028	\$5.30	\$17.54	\$11.57	\$10,027,532.79	\$453,555.03	\$151,800.56	\$10,632,888.39
8	2029	\$5.45	\$18.03	\$11.89	\$10,360,204.72	\$468,602.11	\$156,836.67	\$10,985,643.50
9	2030	\$5.61	\$18.54	\$12.23	\$10,703,913.33	\$484,148.38	\$162,039.86	\$11,350,101.57
10	2031	\$5.77	\$19.07	\$12.58	\$11,059,024.75	\$500,210.41	\$167,415.67	\$11,726,650.84
11	2032	\$5.93	\$19.61	\$12.93	\$11,425,917.31	\$516,805.32	\$172,969.83	\$12,115,692.46
12	2033	\$6.10	\$20.16	\$13.30	\$11,804,981.83	\$533,950.78	\$178,708.25	\$12,517,640.86
13	2034	\$6.27	\$20.73	\$13.67	\$12,196,622.14	\$551,665.05	\$184,637.05	\$12,932,924.24
14	2035	\$6.45	\$21.32	\$14.06	\$12,601,255.46	\$569,967.00	\$190,762.54	\$13,361,985.00
15	2036	\$6.63	\$21.92	\$14.46	\$13,019,312.82	\$588,876.14	\$197,091.25	\$13,805,280.22
16	2037	\$6.82	\$22.54	\$14.87	\$13,451,239.60	\$608,412.61	\$203,629.92	\$14,263,282.13
17	2038	\$7.01	\$23.18	\$15.29	\$13,897,495.91	\$628,597.22	\$210,385.51	\$14,736,478.65
18	2039	\$7.21	\$23.84	\$15.72	\$14,358,557.16	\$649,451.46	\$217,365.23	\$15,225,373.86
19	2040	\$7.41	\$24.51	\$16.17	\$14,834,914.51	\$670,997.57	\$224,576.51	\$15,730,488.58
20	2041	\$7.62	\$25.20	\$16.62	\$15,327,075.41	\$693,258.48	\$232,027.03	\$16,252,360.92

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	63.22	51.97	45.85	\$4,631,088.45	\$886,033.32	\$345,580.44	\$5,862,702.21
2	2023	62.92	51.72	45.63	\$4,675,331.18	\$894,497.97	\$348,881.92	\$5,918,711.06
3	2024	62.62	51.48	45.42	\$4,719,996.57	\$903,043.48	\$352,214.93	\$5,975,254.99
4	2025	62.32	51.23	45.20	\$4,765,088.68	\$911,670.63	\$355,579.79	\$6,032,339.10
5	2026	62.03	50.99	44.98	\$4,810,611.57	\$920,380.21	\$358,976.79	\$6,089,968.56
6	2027	61.73	50.75	44.77	\$4,856,569.36	\$929,172.98	\$362,406.25	\$6,148,148.59
7	2028	61.44	50.51	44.56	\$4,902,966.20	\$938,049.76	\$365,868.47	\$6,206,884.43
8	2029	61.15	50.27	44.35	\$4,949,806.29	\$947,011.34	\$369,363.76	\$6,266,181.39
9	2030	60.86	50.03	44.13	\$4,997,093.86	\$956,058.54	\$372,892.45	\$6,326,044.85
10	2031	60.57	49.79	43.93	\$5,044,833.19	\$965,192.17	\$376,454.84	\$6,386,480.21
11	2032	60.28	49.55	43.72	\$5,093,028.60	\$974,413.05	\$380,051.28	\$6,447,492.93
12	2033	59.99	49.32	43.51	\$5,141,684.43	\$983,722.03	\$383,682.06	\$6,509,088.53
13	2034	59.71	49.08	43.30	\$5,190,805.10	\$993,119.94	\$387,347.54	\$6,571,272.58
14	2035	59.42	48.85	43.10	\$5,240,395.04	\$1,002,607.63	\$391,048.03	\$6,634,050.70
15	2036	59.14	48.62	42.89	\$5,290,458.73	\$1,012,185.96	\$394,783.88	\$6,697,428.57
16	2037	58.86	48.38	42.69	\$5,341,000.70	\$1,021,855.80	\$398,555.42	\$6,761,411.91
17	2038	58.58	48.15	42.48	\$5,392,025.51	\$1,031,618.01	\$402,362.98	\$6,826,006.51
18	2039	58.30	47.93	42.28	\$5,443,537.79	\$1,041,473.49	\$406,206.92	\$6,891,218.21
19	2040	58.02	47.70	42.08	\$5,495,542.19	\$1,051,423.12	\$410,087.59	\$6,957,052.90
20	2041	57.75	47.47	41.88	\$5,548,043.41	\$1,061,467.81	\$414,005.33	\$7,023,516.55

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.45	\$14.80	\$9.73	\$29,606,079.18	\$1,346,084.60	\$449,001.72	\$31,401,165.50
2	2023	\$4.58	\$15.22	\$10.00	\$30,588,286.03	\$1,390,742.10	\$463,897.74	\$32,442,925.88
3	2024	\$4.71	\$15.65	\$10.29	\$31,603,078.44	\$1,436,881.16	\$479,287.94	\$33,519,247.53
4	2025	\$4.84	\$16.09	\$10.58	\$32,651,537.44	\$1,484,550.91	\$495,188.73	\$34,631,277.08
5	2026	\$4.98	\$16.55	\$10.88	\$33,734,779.97	\$1,533,802.15	\$511,617.03	\$35,780,199.15
6	2027	\$5.12	\$17.02	\$11.18	\$34,853,959.99	\$1,584,687.34	\$528,590.36	\$36,967,237.69
7	2028	\$5.26	\$17.50	\$11.50	\$36,010,269.75	\$1,637,260.69	\$546,126.80	\$38,193,657.24
8	2029	\$5.41	\$17.99	\$11.83	\$37,204,941.08	\$1,691,578.21	\$564,245.02	\$39,460,764.30
9	2030	\$5.57	\$18.50	\$12.16	\$38,439,246.64	\$1,747,697.75	\$582,964.33	\$40,769,908.72
10	2031	\$5.72	\$19.02	\$12.51	\$39,714,501.34	\$1,805,679.11	\$602,304.66	\$42,122,485.12
11	2032	\$5.88	\$19.56	\$12.86	\$41,032,063.70	\$1,865,584.05	\$622,286.63	\$43,519,934.39
12	2033	\$6.05	\$20.12	\$13.22	\$42,393,337.31	\$1,927,476.39	\$642,931.52	\$44,963,745.22
13	2034	\$6.22	\$20.69	\$13.60	\$43,799,772.33	\$1,991,422.06	\$664,261.32	\$46,455,455.71
14	2035	\$6.40	\$21.27	\$13.98	\$45,252,867.03	\$2,057,489.18	\$686,298.76	\$47,996,654.97
15	2036	\$6.58	\$21.87	\$14.38	\$46,754,169.38	\$2,125,748.13	\$709,067.30	\$49,588,984.81
16	2037	\$6.77	\$22.49	\$14.78	\$48,305,278.71	\$2,196,271.63	\$732,591.21	\$51,234,141.56
17	2038	\$6.96	\$23.13	\$15.20	\$49,907,847.42	\$2,269,134.81	\$756,895.55	\$52,933,877.78
18	2039	\$7.15	\$23.78	\$15.63	\$51,563,582.70	\$2,344,415.29	\$782,006.20	\$54,690,004.20
19	2040	\$7.36	\$24.45	\$16.07	\$53,274,248.42	\$2,422,193.26	\$807,949.92	\$56,504,391.60
20	2041	\$7.56	\$25.15	\$16.53	\$55,041,666.92	\$2,502,551.58	\$834,754.35	\$58,378,972.85

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	66.73	54.33	48.41	\$15,875,017.11	\$3,066,626.08	\$1,184,271.21	\$20,125,914.40
2	2023	66.41	54.07	48.18	\$16,026,677.80	\$3,095,922.85	\$1,195,585.05	\$20,318,185.70
3	2024	66.10	53.81	47.95	\$16,179,787.37	\$3,125,499.50	\$1,207,006.98	\$20,512,293.84
4	2025	65.78	53.56	47.72	\$16,334,359.65	\$3,155,358.70	\$1,218,538.02	\$20,708,256.38
5	2026	65.47	53.30	47.50	\$16,490,408.64	\$3,185,503.17	\$1,230,179.22	\$20,906,091.03
6	2027	65.16	53.05	47.27	\$16,647,948.42	\$3,215,935.61	\$1,241,931.64	\$21,105,815.68
7	2028	64.85	52.80	47.05	\$16,806,993.25	\$3,246,658.79	\$1,253,796.34	\$21,307,448.38
8	2029	64.54	52.55	46.82	\$16,967,557.50	\$3,277,675.49	\$1,265,774.38	\$21,511,007.36
9	2030	64.23	52.30	46.60	\$17,129,655.68	\$3,308,988.49	\$1,277,866.85	\$21,716,511.02
10	2031	63.93	52.05	46.38	\$17,293,302.46	\$3,340,600.65	\$1,290,074.85	\$21,923,977.95
11	2032	63.62	51.80	46.16	\$17,458,512.62	\$3,372,514.80	\$1,302,399.47	\$22,133,426.90
12	2033	63.32	51.56	45.94	\$17,625,301.11	\$3,404,733.85	\$1,314,841.84	\$22,344,876.80
13	2034	63.02	51.31	45.72	\$17,793,683.00	\$3,437,260.70	\$1,327,403.08	\$22,558,346.77
14	2035	62.72	51.07	45.50	\$17,963,673.51	\$3,470,098.29	\$1,340,084.31	\$22,773,856.11
15	2036	62.42	50.82	45.29	\$18,135,288.01	\$3,503,249.59	\$1,352,886.70	\$22,991,424.30
16	2037	62.13	50.58	45.07	\$18,308,542.01	\$3,536,717.61	\$1,365,811.39	\$23,211,071.01
17	2038	61.83	50.34	44.86	\$18,483,451.19	\$3,570,505.35	\$1,378,859.56	\$23,432,816.10
18	2039	61.54	50.10	44.64	\$18,660,031.34	\$3,604,615.88	\$1,392,032.39	\$23,656,679.61
19	2040	61.24	49.86	44.43	\$18,838,298.44	\$3,639,052.29	\$1,405,331.06	\$23,882,681.78
20	2041	60.95	49.63	44.22	\$19,018,268.60	\$3,673,817.68	\$1,418,756.77	\$24,110,843.05

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

BAJA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Sin Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.40	\$14.78	\$9.67	\$4,338,939.08	\$199,105.97	\$66,151.32	\$4,604,196.37
2	2023	\$4.53	\$15.20	\$9.95	\$4,482,887.08	\$205,711.48	\$68,345.94	\$4,756,944.50
3	2024	\$4.66	\$15.63	\$10.23	\$4,631,610.67	\$212,536.14	\$70,613.38	\$4,914,760.18
4	2025	\$4.79	\$16.07	\$10.52	\$4,785,268.29	\$219,587.20	\$72,956.04	\$5,077,811.53
5	2026	\$4.92	\$16.52	\$10.82	\$4,944,023.64	\$226,872.20	\$75,376.42	\$5,246,272.25
6	2027	\$5.06	\$16.99	\$11.12	\$5,108,045.83	\$234,398.87	\$77,877.09	\$5,420,321.79
7	2028	\$5.21	\$17.47	\$11.44	\$5,277,509.59	\$242,175.26	\$80,460.73	\$5,600,145.58
8	2029	\$5.35	\$17.96	\$11.76	\$5,452,595.46	\$250,209.63	\$83,130.08	\$5,785,935.17
9	2030	\$5.51	\$18.47	\$12.09	\$5,633,489.95	\$258,510.54	\$85,888.00	\$5,977,888.49
10	2031	\$5.66	\$18.99	\$12.44	\$5,820,385.77	\$267,086.85	\$88,737.40	\$6,176,210.03
11	2032	\$5.82	\$19.53	\$12.79	\$6,013,482.02	\$275,947.68	\$91,681.34	\$6,381,111.05
12	2033	\$5.99	\$20.08	\$13.15	\$6,212,984.40	\$285,102.48	\$94,722.95	\$6,592,809.83
13	2034	\$6.16	\$20.65	\$13.52	\$6,419,105.44	\$294,561.00	\$97,865.46	\$6,811,531.91
14	2035	\$6.33	\$21.24	\$13.90	\$6,632,064.73	\$304,333.31	\$101,112.23	\$7,037,510.27
15	2036	\$6.51	\$21.84	\$14.30	\$6,852,089.11	\$314,429.83	\$104,466.72	\$7,270,985.66
16	2037	\$6.69	\$22.46	\$14.70	\$7,079,413.00	\$324,861.31	\$107,932.49	\$7,512,206.79
17	2038	\$6.88	\$23.09	\$15.12	\$7,314,278.54	\$335,638.86	\$111,513.24	\$7,761,430.64
18	2039	\$7.08	\$23.74	\$15.55	\$7,556,935.96	\$346,773.96	\$115,212.79	\$8,018,922.70
19	2040	\$7.28	\$24.42	\$15.98	\$7,807,643.73	\$358,278.48	\$119,035.07	\$8,284,957.28
20	2041	\$7.48	\$25.11	\$16.44	\$8,066,668.95	\$370,164.67	\$122,984.16	\$8,559,817.79

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	72.37	56.91	52.62	\$2,168,567.68	\$433,718.72	\$161,410.45	\$2,763,696.85
2	2023	72.03	56.64	52.37	\$2,189,284.92	\$437,862.22	\$162,952.47	\$2,790,099.61
3	2024	71.68	56.37	52.12	\$2,210,200.07	\$442,045.30	\$164,509.22	\$2,816,754.60
4	2025	71.34	56.10	51.87	\$2,231,315.04	\$446,268.35	\$166,080.85	\$2,843,664.24
5	2026	71.00	55.84	51.63	\$2,252,631.73	\$450,531.74	\$167,667.49	\$2,870,830.95
6	2027	70.67	55.57	51.38	\$2,274,152.06	\$454,835.85	\$169,269.28	\$2,898,257.20
7	2028	70.33	55.31	51.14	\$2,295,877.99	\$459,181.09	\$170,886.38	\$2,925,945.47
8	2029	70.00	55.04	50.89	\$2,317,811.48	\$463,567.84	\$172,518.93	\$2,953,898.25
9	2030	69.66	54.78	50.65	\$2,339,954.50	\$467,996.50	\$174,167.08	\$2,982,118.08
10	2031	69.33	54.52	50.41	\$2,362,309.07	\$472,467.46	\$175,830.97	\$3,010,607.50
11	2032	69.00	54.26	50.17	\$2,384,877.19	\$476,981.14	\$177,510.76	\$3,039,369.10
12	2033	68.67	54.00	49.93	\$2,407,660.93	\$481,537.95	\$179,206.59	\$3,068,405.46
13	2034	68.35	53.75	49.70	\$2,430,662.32	\$486,138.28	\$180,918.63	\$3,097,719.23
14	2035	68.02	53.49	49.46	\$2,453,883.46	\$490,782.56	\$182,647.02	\$3,127,313.04
15	2036	67.70	53.24	49.22	\$2,477,326.43	\$495,471.21	\$184,391.92	\$3,157,189.57
16	2037	67.38	52.98	48.99	\$2,500,993.37	\$500,204.66	\$186,153.50	\$3,187,351.52
17	2038	67.06	52.73	48.76	\$2,524,886.41	\$504,983.32	\$187,931.90	\$3,217,801.63
18	2039	66.74	52.48	48.53	\$2,549,007.70	\$509,807.64	\$189,727.29	\$3,248,542.63
19	2040	66.42	52.23	48.29	\$2,573,359.44	\$514,678.05	\$191,539.84	\$3,279,577.32
20	2041	66.11	51.98	48.07	\$2,597,943.82	\$519,594.98	\$193,369.70	\$3,310,908.50

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 57 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo – Longitud total

LONGITUD TOTAL					
ALTA CONGESTIÓN					
Costos de Operación Vehicular					
Situación Sin Proyecto					
Costo de Operación (\$)					
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$172,180,271.98	\$3,310,352.71	\$15,202,117.12	\$190,692,741.81
2	2023	\$177,892,498.94	\$3,420,176.48	\$15,706,460.28	\$197,019,135.70
3	2024	\$183,794,233.89	\$3,533,643.74	\$16,227,535.46	\$203,555,413.10
4	2025	\$189,891,763.92	\$3,650,875.38	\$16,765,897.75	\$210,308,537.05
5	2026	\$196,191,584.69	\$3,771,996.28	\$17,322,120.67	\$217,285,701.63
6	2027	\$202,700,407.37	\$3,897,135.46	\$17,896,796.75	\$224,494,339.59
7	2028	\$209,425,165.78	\$4,026,426.24	\$18,490,538.21	\$231,942,130.24
8	2029	\$216,373,023.78	\$4,160,006.36	\$19,103,977.54	\$239,637,007.67
9	2030	\$223,551,382.87	\$4,298,018.11	\$19,737,768.24	\$247,587,169.21
10	2031	\$230,967,890.12	\$4,440,608.51	\$20,392,585.49	\$255,801,084.13
11	2032	\$238,630,446.32	\$4,587,929.48	\$21,069,126.86	\$264,287,502.65
12	2033	\$246,547,214.33	\$4,740,137.94	\$21,768,113.06	\$273,055,465.33
13	2034	\$254,726,627.85	\$4,897,396.05	\$22,490,288.72	\$282,114,312.62
14	2035	\$263,177,400.38	\$5,059,871.33	\$23,236,423.18	\$291,473,694.88
15	2036	\$271,908,534.47	\$5,227,736.86	\$24,007,311.28	\$301,143,582.61
16	2037	\$280,929,331.36	\$5,401,171.48	\$24,803,774.25	\$311,134,277.09
17	2038	\$290,249,400.85	\$5,580,359.94	\$25,626,660.56	\$321,456,421.35
18	2039	\$299,878,671.59	\$5,765,493.12	\$26,476,846.82	\$332,121,011.53
19	2040	\$309,827,401.56	\$5,956,768.26	\$27,355,238.73	\$343,139,408.55
20	2041	\$320,106,189.12	\$6,154,389.12	\$28,262,772.04	\$354,523,350.27
Valor tiempo					
Situación Sin Proyecto					
Valor Tiempo					
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$146,407,746.85	\$11,120,882.50	\$61,919,073.42	\$219,447,702.77
2	2023	\$147,806,441.41	\$11,227,124.95	\$62,510,612.27	\$221,544,178.62
3	2024	\$149,218,498.27	\$11,334,382.38	\$63,107,802.34	\$223,660,682.99
4	2025	\$150,644,045.11	\$11,442,664.48	\$63,710,697.62	\$225,797,407.21
5	2026	\$152,083,210.80	\$11,551,981.05	\$64,319,352.61	\$227,954,544.45
6	2027	\$153,536,125.43	\$11,662,341.97	\$64,933,822.33	\$230,132,289.73
7	2028	\$155,002,920.37	\$11,773,757.20	\$65,554,162.35	\$232,330,839.92
8	2029	\$156,483,728.22	\$11,886,236.84	\$66,180,428.73	\$234,550,393.79
9	2030	\$157,978,682.84	\$11,999,791.04	\$66,812,678.09	\$236,791,151.98
10	2031	\$159,487,919.39	\$12,114,430.07	\$67,450,967.60	\$239,053,317.07
11	2032	\$161,011,574.31	\$12,230,164.30	\$68,095,354.96	\$241,337,093.57
12	2033	\$162,549,785.35	\$12,347,004.18	\$68,745,898.42	\$243,642,687.95
13	2034	\$164,102,691.56	\$12,464,960.29	\$69,402,656.79	\$245,970,308.64
14	2035	\$165,670,433.33	\$12,584,043.28	\$70,065,689.45	\$248,320,166.06
15	2036	\$167,253,152.40	\$12,704,263.92	\$70,735,056.34	\$250,692,472.65
16	2037	\$168,850,991.84	\$12,825,633.07	\$71,410,817.97	\$253,087,442.89

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

17	2038	\$170,464,096.12	\$12,948,161.72	\$72,093,035.44	\$255,505,293.27
18	2039	\$172,092,611.06	\$13,071,860.93	\$72,781,770.41	\$257,946,242.40
19	2040	\$173,736,683.88	\$13,196,741.90	\$73,477,085.16	\$260,410,510.94
20	2041	\$175,396,463.22	\$13,322,815.90	\$74,179,042.54	\$262,898,321.66

MEDIA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

Situación Sin Proyecto

Costo de Operación (\$)

Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$101,047,221.02	\$2,654,020.19	\$7,026,077.91	\$110,727,319.13
2	2023	\$104,399,548.52	\$2,742,069.57	\$7,259,174.02	\$114,400,792.11
3	2024	\$107,863,092.33	\$2,833,040.06	\$7,500,003.30	\$118,196,135.69
4	2025	\$111,441,542.16	\$2,927,028.57	\$7,748,822.28	\$122,117,393.02
5	2026	\$115,138,710.10	\$3,024,135.23	\$8,005,896.05	\$126,168,741.39
6	2027	\$118,958,534.73	\$3,124,463.49	\$8,271,498.47	\$130,354,496.69
7	2028	\$122,905,085.30	\$3,228,120.23	\$8,545,912.46	\$134,679,117.99
8	2029	\$126,982,566.03	\$3,335,215.86	\$8,829,430.38	\$139,147,212.27
9	2030	\$131,195,320.66	\$3,445,864.48	\$9,122,354.24	\$143,763,539.38
10	2031	\$135,547,837.01	\$3,560,183.97	\$9,424,996.10	\$148,533,017.07
11	2032	\$140,044,751.78	\$3,678,296.10	\$9,737,678.36	\$153,460,726.24
12	2033	\$144,690,855.53	\$3,800,326.70	\$10,060,734.12	\$158,551,916.35
13	2034	\$149,491,097.72	\$3,926,405.77	\$10,394,507.53	\$163,812,011.03
14	2035	\$154,450,592.03	\$4,056,667.62	\$10,739,354.16	\$169,246,613.82
15	2036	\$159,574,621.78	\$4,191,251.02	\$11,095,641.37	\$174,861,514.17
16	2037	\$164,868,645.58	\$4,330,299.34	\$11,463,748.71	\$180,662,693.63
17	2038	\$170,338,303.12	\$4,473,960.70	\$11,844,068.32	\$186,656,332.14
18	2039	\$175,989,421.20	\$4,622,388.15	\$12,237,005.36	\$192,848,814.71
19	2040	\$181,828,019.92	\$4,775,739.81	\$12,642,978.42	\$199,246,738.16
20	2041	\$187,860,319.13	\$4,934,179.04	\$13,062,419.98	\$205,856,918.15

Valor tiempo

Situación Sin Proyecto

Valor Tiempo

Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$72,880,812.66	\$7,208,230.35	\$25,576,438.20	\$105,665,481.21
2	2023	\$73,577,073.60	\$7,277,093.60	\$25,820,780.63	\$106,674,947.82
3	2024	\$74,279,986.21	\$7,346,614.72	\$26,067,457.36	\$107,694,058.30
4	2025	\$74,989,614.05	\$7,416,800.01	\$26,316,490.71	\$108,722,904.76
5	2026	\$75,706,021.25	\$7,487,655.81	\$26,567,903.17	\$109,761,580.23
6	2027	\$76,429,272.59	\$7,559,188.52	\$26,821,717.48	\$110,810,178.59
7	2028	\$77,159,433.46	\$7,631,404.62	\$27,077,956.59	\$111,868,794.66
8	2029	\$77,896,569.86	\$7,704,310.62	\$27,336,643.65	\$112,937,524.13
9	2030	\$78,640,748.43	\$7,777,913.13	\$27,597,802.06	\$114,016,463.62
10	2031	\$79,392,036.45	\$7,852,218.79	\$27,861,455.43	\$115,105,710.67
11	2032	\$80,150,501.84	\$7,927,234.33	\$28,127,627.59	\$116,205,363.75
12	2033	\$80,916,213.17	\$8,002,966.52	\$28,396,342.60	\$117,315,522.29
13	2034	\$81,689,239.66	\$8,079,422.21	\$28,667,624.76	\$118,436,286.63
14	2035	\$82,469,651.19	\$8,156,608.32	\$28,941,498.59	\$119,567,758.10
15	2036	\$83,257,518.33	\$8,234,531.81	\$29,217,988.85	\$120,710,038.99

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

16	2037	\$84,052,912.28	\$8,313,199.75	\$29,497,120.54	\$121,863,232.57
17	2038	\$84,855,904.97	\$8,392,619.23	\$29,778,918.89	\$123,027,443.10
18	2039	\$85,666,568.99	\$8,472,797.44	\$30,063,409.38	\$124,202,775.81
19	2040	\$86,484,977.62	\$8,553,741.62	\$30,350,617.73	\$125,389,336.97
20	2041	\$87,311,204.85	\$8,635,459.10	\$30,640,569.90	\$126,587,233.84

BAJA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

Situación Sin Proyecto

Costo de Operación (\$)

Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$15,362,030.88	\$402,390.63	\$1,083,012.20	\$16,847,433.70
2	2023	\$15,871,679.32	\$415,740.28	\$1,118,942.05	\$17,406,361.64
3	2024	\$16,398,235.78	\$429,532.82	\$1,156,063.90	\$17,983,832.49
4	2025	\$16,942,261.19	\$443,782.93	\$1,194,417.31	\$18,580,461.43
5	2026	\$17,504,335.12	\$458,505.81	\$1,234,043.12	\$19,196,884.04
6	2027	\$18,085,056.32	\$473,717.13	\$1,274,983.55	\$19,833,757.00
7	2028	\$18,685,043.45	\$489,433.10	\$1,317,282.21	\$20,491,758.75
8	2029	\$19,304,935.66	\$505,670.46	\$1,360,984.17	\$21,171,590.28
9	2030	\$19,945,393.32	\$522,446.50	\$1,406,135.97	\$21,873,975.79
10	2031	\$20,607,098.70	\$539,779.11	\$1,452,785.73	\$22,599,663.54
11	2032	\$21,290,756.73	\$557,686.74	\$1,500,983.13	\$23,349,426.60
12	2033	\$21,997,095.69	\$576,188.47	\$1,550,779.52	\$24,124,063.69
13	2034	\$22,726,868.05	\$595,304.02	\$1,602,227.95	\$24,924,400.02
14	2035	\$23,480,851.23	\$615,053.73	\$1,655,383.23	\$25,751,288.19
15	2036	\$24,259,848.44	\$635,458.66	\$1,710,301.98	\$26,605,609.08
16	2037	\$25,064,689.54	\$656,540.55	\$1,767,042.70	\$27,488,272.79
17	2038	\$25,896,231.93	\$678,321.84	\$1,825,665.84	\$28,400,219.61
18	2039	\$26,755,361.45	\$700,825.74	\$1,886,233.86	\$29,342,421.05
19	2040	\$27,642,993.32	\$724,076.23	\$1,948,811.27	\$30,315,880.83
20	2041	\$28,560,073.14	\$748,098.08	\$2,013,464.74	\$31,321,635.96

Valor tiempo

Situación Sin Proyecto

Valor Tiempo

Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$10,426,473.13	\$1,010,901.34	\$3,595,580.23	\$15,032,954.70
2	2023	\$10,526,081.60	\$1,020,558.91	\$3,629,930.32	\$15,176,570.82
3	2024	\$10,626,641.66	\$1,030,308.74	\$3,664,608.56	\$15,321,558.96
4	2025	\$10,728,162.42	\$1,040,151.71	\$3,699,618.10	\$15,467,932.23
5	2026	\$10,830,653.05	\$1,050,088.71	\$3,734,962.10	\$15,615,703.87
6	2027	\$10,934,122.82	\$1,060,120.65	\$3,770,643.76	\$15,764,887.23
7	2028	\$11,038,581.08	\$1,070,248.43	\$3,806,666.30	\$15,915,495.81
8	2029	\$11,144,037.27	\$1,080,472.96	\$3,843,032.98	\$16,067,543.21
9	2030	\$11,250,500.93	\$1,090,795.17	\$3,879,747.08	\$16,221,043.18
10	2031	\$11,357,981.68	\$1,101,215.99	\$3,916,811.93	\$16,376,009.60
11	2032	\$11,466,489.23	\$1,111,736.37	\$3,954,230.88	\$16,532,456.48
12	2033	\$11,576,033.41	\$1,122,357.25	\$3,992,007.30	\$16,690,397.97
13	2034	\$11,686,624.11	\$1,133,079.60	\$4,030,144.62	\$16,849,848.33
14	2035	\$11,798,271.32	\$1,143,904.39	\$4,068,646.28	\$17,010,821.99

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

15	2036	\$11,910,985.15	\$1,154,832.58	\$4,107,515.76	\$17,173,333.50
16	2037	\$12,024,775.79	\$1,165,865.18	\$4,146,756.58	\$17,337,397.55
17	2038	\$12,139,653.51	\$1,177,003.18	\$4,186,372.29	\$17,503,028.98
18	2039	\$12,255,628.70	\$1,188,247.59	\$4,226,366.46	\$17,670,242.75
19	2040	\$12,372,711.86	\$1,199,599.41	\$4,266,742.71	\$17,839,053.98
20	2041	\$12,490,913.56	\$1,211,059.69	\$4,307,504.69	\$18,009,477.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58 SSP Costos Generalizados de Viaje – Longitud total

CGV's Anuales (\$)					
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$518,304,556.52	\$25,706,777.73	\$114,402,299.07	\$658,413,633.31
2	2023	\$530,073,323.38	\$26,102,763.78	\$116,045,899.56	\$672,221,986.72
3	2024	\$542,180,688.15	\$26,507,522.45	\$117,723,470.92	\$686,411,681.53
4	2025	\$554,637,388.85	\$26,921,303.08	\$119,435,943.77	\$700,994,635.70
5	2026	\$567,454,515.01	\$27,344,362.89	\$121,184,277.72	\$715,983,155.62
6	2027	\$580,643,519.28	\$27,776,967.22	\$122,969,462.34	\$731,389,948.83
7	2028	\$594,216,229.44	\$28,219,389.81	\$124,792,518.11	\$747,228,137.37
8	2029	\$608,184,860.81	\$28,671,913.10	\$126,654,497.44	\$763,511,271.34
9	2030	\$622,562,029.04	\$29,134,828.43	\$128,556,485.69	\$780,253,343.16
10	2031	\$637,360,763.35	\$29,608,436.45	\$130,499,602.28	\$797,468,802.08
11	2032	\$652,594,520.21	\$30,093,047.32	\$132,485,001.77	\$815,172,569.31
12	2033	\$668,277,197.48	\$30,588,981.07	\$134,513,875.02	\$833,380,053.57
13	2034	\$684,423,148.95	\$31,096,567.94	\$136,587,450.38	\$852,107,167.27
14	2035	\$701,047,199.48	\$31,616,148.67	\$138,706,994.89	\$871,370,343.04
15	2036	\$718,164,660.56	\$32,148,074.86	\$140,873,815.58	\$891,186,551.01
16	2037	\$735,791,346.39	\$32,692,709.37	\$143,089,260.76	\$911,573,316.51
17	2038	\$753,943,590.51	\$33,250,426.61	\$145,354,721.34	\$932,548,738.45
18	2039	\$772,638,262.98	\$33,821,612.97	\$147,671,632.29	\$954,131,508.25
19	2040	\$791,892,788.17	\$34,406,667.24	\$150,041,474.02	\$976,340,929.42
20	2041	\$811,725,163.01	\$35,006,000.92	\$152,465,773.90	\$999,196,937.83

Fuente: Elaboración propia

f) Alternativas de Solución

Para la evaluación se consideró una tasa social de descuento de 10% conforme a lo señalado por la Unidad de Inversiones en su oficio circular número 400.1.410.14.009 de fecha 13 de enero de 2014.¹⁰

La selección de alternativas es parte del proceso de decisión de proyectos. Normalmente es necesaria la evaluación comparativa de los costos y beneficios de las alternativas mutuamente excluyentes. Si las alternativas tienen diferencias en los beneficios y calidad de servicio, entonces se debe considerar un análisis de costo – beneficio para cada una de ellas.

Desde el punto de vista de que se pudiera considerar una alternativa a las vialidades en proyecto, de iguales prestaciones en conectividad, trazo y alcance no se encontró ninguna mutuamente excluyente a la del proyecto, ya que todas las posibles alternativas presentan aspectos en que se encuentran en una red incompleta o con interferencias o en las mismas condiciones que las del proyecto. Se podrían mencionar las siguientes posibles alternativas:

Las alternativas de solución analizadas para el proyecto son:

Alternativas de Material de Estructura.

Alternativa A.-Realizar trabajos en el camino de referencia con carpeta asfáltica tiene como **ventajas** su bajo costo y una vida útil prolongada siempre y cuando se realicen los trabajos de mantenimiento necesarios periódicamente además de ser buena opción de desplazamiento durante todo el año y con la consecuente reducción de los costos generalizados de viaje de los usuarios. **Desventajas** menor tiempo de vida útil sino se da un adecuado mantenimiento en la superficie de rodamiento implicaría un mayor gasto en su mantenimiento anual y requeriría de nuevas inversiones a mediano plazo, lo cual representaría un sobre costo para la sociedad. Derivado de lo anterior, se considera que esta alternativa es la técnica y económicamente más conveniente. **Tiempo de Ejecución:** 5 meses

Las actividades del proceso constructivo serán las siguientes:

Tabla 59 Actividades proceso constructivo y calendario de ejecución. Alternativa A

REHABILITACIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Terracerías	50%	50%			
Drenaje y Subdrenaje	50%	50%			
Pavimentos: Carpeta asfáltica		20%	40%	40%	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad					100%
Alumbrado Publico					100%

RECONSTRUCCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Terracerías	100%				
Pavimentos: Carpeta asfáltica		30%	40%	30%	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad					100%
Alumbrado Publico					100%

¹⁰ Publicado en el DOF el 15 de mayo de 2014

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MODERNIZACIÓN					
Terracerías	50%	50%			
Estructuras	60%	40%			
Drenaje y Subdrenaje		75%	25%		
Pavimentos: Carpeta asfáltica		10%	40%	40%	10%
Señalamiento y dispositivos de Seguridad					100%
Alumbrado Publico					100%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Chalco- San Pedro Tláhuac:

✓ **Conservación Rutinaria (Cada año)**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.¹¹

*Limpieza de la superficie de rodadura consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Bacheo aislado consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

Se considera un bacheo aislado de 5 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 10 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

✓ **Conservación Periódica**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

Las actividades principales que constituyen la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, tratamientos superficiales, bacheo profundo, reconstrucción de terraplenes, rehabilitación de bases, reconstrucción de carpetas, riegos de sello, restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.¹²

Dentro de la conservación periódica se consideran 2 tipos siendo estas las siguientes:

¹¹ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

¹² GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

✓ Conservación Periódica (Riego de Sello) (Cada 3 años)

*Bacheo aislado consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

Se considera un bacheo aislado de 7 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 10 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.

*Renivelaciones consistente en realizar actividades sobre la superficie de una carpeta asfáltica para corregir deformaciones permanentes, tales como roderas, depresiones y corrugaciones, entre otras, con el propósito de restablecer las características geométricas, de drenaje superficial, de seguridad y de comodidad de la carretera.

*Riego de sello son las actividades para construir una la superficie de una carpeta asfáltica, mediante la aplicación de un riego de material asfáltico y una capa de material pétreo triturado, de una composición granulométrica determinada, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento y la seguridad de la superficie de rodadura.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

✓ Conservación Periódica (Sobrecarpeta) Cada 10 años:

*Carpeta asfáltica de 5 cm de espesor que son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura.

Se considera una Sobrecarpeta de 5 cm de espesor debido a que solo se sustituirá parcialmente el espesor de la carpeta de 10 cm de espesor considerada en la situación con proyecto.

*Fresado de la carpeta asfáltica que son el conjunto de actividades que se realizan con una fresadora para eliminar las deformaciones superficiales en carpetas asfálticas o para retirar capas de rodadura deterioradas.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

Estos trabajos son diferentes a una reconstrucción ya que se considera como reconstrucción a la modificación parcial o total de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento.

Los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014 la cual nos dice "Para determinar las acciones de mantenimiento es necesario auscultar la red de carreteras para conocer sus condiciones actuales. Los resultados de la evaluación permiten conocer el estado físico de cada tramo y clasificarlos, determinando sus niveles de atención. Con base en esto, las

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

áreas responsables pueden determinar las acciones de conservación de la red, previa la formulación de los estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramo, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,".¹³

Con base en lo anterior y en datos obtenidos en campo de proyectos similares la subdirección de Estudios y Proyectos de la Junta de Caminos del Estado de México, ha determinado que los tiempos de ejecución serán los siguientes:

- Conservación rutinaria: Anualmente
- Conservación periódica:
 - ✓ Riego de Sello: Cada 3 años
 - ✓ Sobrecarpeta: Cada 10 años

Para el presente proyecto no se consideran trabajos de reconstrucción en el análisis de estudio ya que el periodo de evaluación es de 20 años, y los trabajos de reconstrucción serán tomados en cuenta en el año 21.

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado para la longitud total de 7.8 km; para mayor detalle de los costos de mantenimiento por cada tramo a intervenir ver Anexo 1. Memoria de Cálculo Chalco- Tláhuac V 3.0.

Tabla 60 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 1 Km 0+000 al Km 5+760				
DATOS				
LONGITUD =		5760.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		74880		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	74880.00	\$1.85	\$138,528.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	7488.00	\$220.00	\$1,647,360.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$2,632,900.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)		3 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	7488.00	\$305.00	\$2,283,840.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	917.28	\$160.00	\$146,764.80
RIEGO DE SELLO	m2	74880.00	\$65.00	\$4,867,200.00
SEÑALAMIENTO	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$9,026,700.00

¹³ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	74880.00	\$220.00	\$16,473,600.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	74880.00	\$35.00	\$2,620,800.00
SEÑALAMIENTO	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$22,710,800.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 2 Km 5+760 al Km 6+260				
DATOS				
LONGITUD =			500.00	M
ANCHO =			13.00	M
ÁREA =			6500	M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			ANUAL	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	6500.00	\$1.85	\$12,025.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	650.00	\$220.00	\$143,000.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$228,500.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello) 3 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	650.00	\$305.00	\$198,250.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	79.63	\$160.00	\$12,740.00
RIEGO DE SELLO	m2	6500.00	\$65.00	\$422,500.00
SEÑALAMIENTO	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$783,600.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	6500.00	\$220.00	\$1,430,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	6500.00	\$35.00	\$227,500.00
SEÑALAMIENTO	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$1,971,400.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 3 Km 6+260 al Km 7+800				
DATOS				
LONGITUD =		1540.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		20020		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	20020.00	\$1.85	\$37,037.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	2002.00	\$220.00	\$440,440.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$703,900.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)		3 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	2002.00	\$305.00	\$610,610.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	245.25	\$160.00	\$39,239.20
RIEGO DE SELLO	m2	20020.00	\$65.00	\$1,301,300.00
SEÑALAMIENTO	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$2,413,400.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)		10 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	20020.00	\$220.00	\$4,404,400.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	20020.00	\$35.00	\$700,700.00
SEÑALAMIENTO	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$6,072,000.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
DATOS				
LONGITUD =		7800.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		101400		M ²

CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	101,400.00	\$1.85	\$187,590.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	10,140.00	\$220.00	\$2,230,800.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$3,565,300.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello) 3 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	10,140.00	\$305.00	\$3,092,700.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	1,242.15	\$160.00	\$198,744.00
RIEGO DE SELLO	m2	101,400.00	\$65.00	\$6,591,000.00
SEÑALAMIENTO	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$12,223,700.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	101,400.00	\$220.00	\$22,308,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	101,400.00	\$35.00	\$3,549,000.00
SEÑALAMIENTO	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$30,754,200.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Alternativa B.-Realizar trabajos de mejoramiento de la superficie de rodamiento del camino con concreto hidráulico. Tiene como **ventajas**, un material con mayor resistencia y adaptación a los vehículos que circulen por la carretera. **Desventajas** mayor costo, sumado a un mantenimiento más constante que implicaría un mayor gasto total en el proyecto a realizar. **Tiempo de Ejecución:** 7 meses.

Los trabajos a ejecutar son los siguientes:

Tabla 61 Actividades proceso constructivo y calendario de ejecución. Alternativa B

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Km 0+000 al Km 5+760							
Terracerías	40%	40%	20%				
Drenaje y Subdrenaje	50%	50%					
Pavimentos: Losa de concreto Hidráulico			20%	30%	30%	20%	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad							100%
Alumbrado Publico							100%
Km 5+760 al Km 6+260							
Terracerías	60%	40%					
Pavimentos: Losa de concreto Hidráulico			20%	30%	30%	20%	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad							100%
Alumbrado Publico							100%
Km 6+260 al Km 7+800							
Terracerías	40%	40%	20%				
Estructuras	60%	40%					
Drenaje y Subdrenaje			75%	25%			
Pavimentos: Losa de concreto Hidráulico			20%	30%	30%	20%	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad							100%
Alumbrado Publico							100%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Chalco- San Pedro Tláhuac construido con carpeta de concreto hidráulico:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

- ✓ **Conservación Rutinaria (Cada año)**
 - * Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

- ✓ **Conservación Periódica (Cada 3 años)**
 - * Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.
 - * Reparación de desconchamientos: consiste en reparar desconchaduras mayores de 15 cm x 4 cm en planta, mediante la remoción parcial de la losa en la zona de la desconchadura, el rasante y, en su caso, el remplazo del sello de la junta, a fin de restablecer las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodadura y evitar la degradación de la losa.
 - * Reposición parcial de losas de concreto de 20 cm: reposición parcial de losas con solo una fractura transversal a fin de restablecer o mejorar las características de comodidad y seguridad de la superficie de rodadura.
 - * Sellado de juntas que son las actividades que se realizan para sellar las grietas y juntas en carpetas de concreto hidráulico, con el propósito de evitar la entrada de cuerpos extraños entre las losas, así como de prevenir la infiltración del agua proveniente de escurrimientos superficiales, hacia las capas inferiores que integran la estructura del pavimento, evitando su consecuente pérdida de resistencia, así como la degradación o deterioro de dicha estructura o de la grieta o junta en sí, debido a la concentración de esfuerzos.

- ✓ **Rehabilitación (Cada 15 años)**
 - *Base hidráulica: se coloca sobre la subbase o la subrasante, para formar una capa de apoyo para la carpeta de concreto hidráulico.
 - *Losa de concreto hidráulico de 20 cm de espesor que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento Portland y agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Se repondrán totalmente aquellas losas con dos o más fracturas transversales.
 - *Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

Al igual que en la alternativa A los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014.

Con base en lo anterior y en datos obtenidos en campo de proyectos similares la subdirección de Estudios y Proyectos de la Junta de Caminos del Estado de México, ha determinado que los tiempos de ejecución serán los siguientes:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

- Conservación rutinaria: Anualmente
- Conservación periódica:
 - ✓ Sellado de Juntas: Cada 3 años
 - ✓ Reposición parcial de losas de concreto: Cada 15 años

Para el presente proyecto no se consideran trabajos de reconstrucción en el análisis de estudio ya que el periodo de evaluación es de 30 años, y los trabajos de reconstrucción serán tomados en cuentas en el año 31.

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado para la longitud total de 7.8 km; para mayor detalle de los costos de mantenimiento por cada tramo a intervenir ver Anexo 1. Memoria de Cálculo Chalco- Tláhuac V 3.0.

Tabla 62 Mantenimiento alternativa B

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 1 Km 0+000 al Km 5+760				
DATOS				
LONGITUD =			5760.00	M
ANCHO =			13.00	M
ÁREA =			74880	M ²
LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$561,300.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sellado de Juntas)		3 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560	\$14.00	\$483,840.00
REPARACIÓN DE DESCONCHAMIENTOS (10CM)	m2	7488	\$360.00	\$2,695,680.00
REPOSICIÓN PARCIAL DE LOSAS DE CONCRETO (20 CM)	m2	5616	\$690.00	\$3,875,040.00
SELLADO DE JUNTAS	m	18720	\$68.92	\$1,290,182.40
TOTAL + IVA=				\$9,679,900.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Losa de concreto)		15 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
REPOSICIÓN DE LOSA				
BASE HIDRÁULICA	m2	26208	\$90.00	\$2,358,720.00
REPOSICIÓN TOTAL DE LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (20 CM)	m2	26208	\$690.00	\$18,083,520.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$24,274,300.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 2 Km 5+760 al Km 6+260				
DATOS				
LONGITUD =			500.00	M
ANCHO =			13.00	M
ÁREA =			6500	M ²
LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			ANUAL	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$48,700.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sellado de Juntas)			3 AÑOS	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000	\$14.00	\$42,000.00
REPARACIÓN DE DESCONCHAMIENTOS (10CM)	m2	650	\$360.00	\$234,000.00
REPOSICIÓN PARCIAL DE LOSAS DE CONCRETO (20 CM)	m2	487.5	\$690.00	\$336,375.00
SELLADO DE JUNTAS	m	1625	\$68.92	\$111,995.00
TOTAL + IVA=				\$840,300.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Losa de concreto)			15 AÑOS	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
REPOSICIÓN DE LOSA				
BASE HIDRÁULICA	m2	2275	\$90.00	\$204,750.00
REPOSICIÓN TOTAL DE LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (20 CM)	m2	2275	\$690.00	\$1,569,750.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$2,107,100.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 3 Km 6+260 al Km 7+800				
DATOS				
LONGITUD =			1540.00	M
ANCHO =			7.00	M
ÁREA =			10780	M ²
LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			ANUAL	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	4620	\$14.00	\$64,680.00
TOTAL + IVA=				\$75,000.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sellado de Juntas)				3 AÑOS
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	4620	\$14.00	\$64,680.00
REPARACIÓN DE DESCONCHAMIENTOS (10CM)	m2	1078	\$360.00	\$388,080.00
REPOSICIÓN PARCIAL DE LOSAS DE CONCRETO (20 CM)	m2	808.5	\$690.00	\$557,865.00
SELLADO DE JUNTAS	m	2695	\$68.92	\$185,739.40
TOTAL + IVA=				\$1,387,800.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Losa de concreto)				15 AÑOS
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
REPOSICIÓN DE LOSA				
BASE HIDRÁULICA	m2	3773	\$90.00	\$339,570.00
REPOSICIÓN TOTAL DE LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (20 CM)	m2	3773	\$690.00	\$2,603,370.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	4620	\$14.00	\$64,680.00
TOTAL + IVA=				\$3,488,800.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO			
LONGITUD TOTAL			
DATOS			
LONGITUD =		7800.00	M
ANCHO =		11.82	M
ÁREA =		92160	M ²

LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO				
CONSERVACIÓN RUTINARIA				ANUAL
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	42180	\$14.00	\$590,520.00
TOTAL + IVA=				\$685,000.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sellado de Juntas)				3 AÑOS
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	42180	\$14.00	\$590,520.00
REPARACIÓN DE DESCONCHAMIENTOS (10CM)	m2	9216	\$360.00	\$3,317,760.00
REPOSICIÓN PARCIAL DE LOSAS DE CONCRETO (20 CM)	m2	6912	\$690.00	\$4,769,280.00
SELLADO DE JUNTAS	m	23040	\$68.92	\$1,587,916.80
TOTAL + IVA=				\$11,908,000.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Losa de concreto)				15 AÑOS
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
REPOSICIÓN DE LOSA				
BASE HIDRÁULICA	m2	32256	\$90.00	\$2,903,040.00
REPOSICIÓN TOTAL DE LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO (20 CM)	m2	32256	\$690.00	\$22,256,640.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	42180	\$14.00	\$590,520.00
TOTAL + IVA=				\$29,870,200.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

El diseño del tipo de estructura del camino cumple con la condición de que los beneficios del material son iguales y crecientes en el tiempo, por lo que resta decidir cuál es la manera menos costosa de edificar y mantener: (i) Carpeta Asfáltica (ii) Concreto Hidráulico.

Así mismo la diferencia en los tiempos de ejecución se debe al proceso de construcción al colocar la carpeta asfáltica o losa de concreto hidráulico, mismos que se presentan a continuación

Carpetas asfálticas con mezcla en caliente / N-CSV-CAR-1-04-006/14

Aplicado y fraguado el riego de liga, se construirá mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, una carpeta asfáltica de diez centímetros (10 cm) de espesor, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura, capaz de soportar distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

CONSIDERACIONES GENERALES

- Después de elaborada la mezcla asfáltica, se extenderá en forma continua y se conformará con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme.
- la cara expuesta de las juntas transversales se recortará aproximadamente a cuarenta y cinco (45) grados antes de iniciar el siguiente tendido, ligando las juntas con emulsión.
- Cuando el tendido se haga por capas, la capa sucesiva no se tenderá hasta que la temperatura de la capa anterior sea menor de setenta (70) grados Celsius en su punto medio.
- La mezcla asfáltica se elaborará en caliente con material pétreo triturado a tamaño máximo de 3/4" y cemento asfáltico.
- **Cada capa de mezcla asfáltica se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.**
- La capa extendida se compactará al 95% mínimo de su P.V.S.M. Marshall, con máquina Finisher a una temperatura de 140 a 130° C (en función de las temperaturas de compactación determinadas para el asfalto seleccionado) y se compactará con temperatura entre 120 y 110° C empleando rodillo metálico tipo tándem y compactador de neumáticos autopropulsado, evitando fracturar las partículas de grava de la superficie de la capa asfáltica.

Carpetas de Concreto Hidráulico / N-CTR-CAR-1-04-009/06

Fraguado el asfalto de impregnación, con la superficie húmeda, barrida, sin polvo ni material extraño, se colocará en sentido longitudinal la cimbra metálica machihembrada, la cual debe ser rígida, resistente, impermeable y hermética.

La losa de concreto tendrá un refuerzo continuo por medio de malla electro soldada, colocada al centro de la losa que deberá ser fijada a fin de evitar el desplazamiento durante el colado.

El concreto hidráulico se acomodará con vibrador de inmersión y el acomodo final se dará con una regla metálica o de madera, corrigiendo con una llana metálica las imperfecciones superficiales.

CONSIDERACIONES GENERALES

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

I. Características del concreto hidráulico

- El concreto hidráulico de losas se elaborará para un módulo de ruptura a la flexión $MR = 45 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad. Si se requiere obtener la resistencia a menor edad, deberá emplearse un aditivo acelerante. El tamaño máximo del agregado será de $1 \frac{1}{2}''$ y el revenimiento de 8 cm.
- **La apertura al tránsito vehicular no podrá realizarse antes de 7 días contados a partir de la terminación del pavimento hidráulico**, siempre que el concreto haya alcanzado una resistencia a la tensión por flexión del 75% como mínimo, en relación a la resistencia hacia los surcos formados por el peine. Estos equipos tendrán las dimensiones suficientes para accionarlos manualmente desde afuera de la superficie colada.
- La operación del curado del concreto, se efectuará aplicando en la superficie una membrana base agua, a razón de un litro por metro cuadrado (1 Lt/m^2), la aplicación se hará mediante un equipo de aspersion que produzca un rociado fino, para no causarle daño al concreto recién colado.
- Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas, del paso de equipo o de seres vivos.

II. Corte transversal y longitudinal del concreto hidráulico

- Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales, los cortes se realizan con equipo de corte con discos de diamante.
- El corte de las juntas comenzará por las transversales de contracción. En todos los casos se deberá respetar una modulación de losas no mayor de 1.4 ni menor de 0.71 en su relación largo entre ancho.
- Deberá realizarse un primer corte para garantizar la inducción adecuada de las grietas de contracción, con un ancho de 3 mm ($1/8''$) a una profundidad de un tercio del espesor de la losa, posteriormente se deberá hacer un ensanche de las juntas con otro disco de corte de 6 mm ($1/4''$) y la profundidad de este corte será de tres cuartos de pulgada ($3/4''$) (2 cm). Este ensanchado se deberá realizar a una profundidad para alojar la tirilla de respaldo y sellado e inmediatamente después continuar con los cortes longitudinales.
- Los cortes deberán efectuarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados.
- El tiempo que debe transcurrir entre el colado de las franjas y el corte es variable, pero puede considerarse que debe iniciar entre 4 y 6 horas después de colada la losa y que debe terminar antes de las 12 horas después del inicio del proceso. El polvo del interior de las juntas deberá extraerse mediante agua o aire a presión.
- El sellado de las juntas transversales y longitudinales se realizará mediante sellador de poliuretano autonivelante o similar incluyendo la junta entre guarnición y losa.

Conforme a lo anterior y dado que el procedimiento de colocación de losas de concreto hidráulico requiere mayor cantidad de mano de obra en comparación con el proceso de carpeta asfáltica el cual en su mayoría se realiza con maquinaria, se concluye que los tiempos de ejecución son los siguientes:

Carpeta Asfáltica	5 meses
Losa de Concreto Hidráulico	7 meses

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto ya que se procederá a cerrar la circulación de un carril por sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido.

Sin embargo, debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomara como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras para los **costos por molestia**.

Los costos por molestias son resultado del incremento temporal del CGV provocado por la congestión existente durante la construcción del proyecto. De acuerdo a la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera:

¹⁴

$$\text{Costos por Molestias} = \text{CGV}_c - \text{CGV}_0$$

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV₀ es el costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto

Los costos por molestias se presentan debido a que durante la construcción del proyecto se procederá a cerrar la circulación de un carril por sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido, esto ocasiona que las velocidades de recorrido se disminuyan en un 5% supuesto por la Junta de Caminos del Estado de México en proyectos similares.

Dichos costos serán determinados por la diferencia de los CGV's de la situación sin proyecto y los CGV's calculados con las velocidades promedios que se presentarían durante la construcción, presentando así un costo anual por molestias.

En la siguiente tabla se muestra el costo por molestias mencionado para la longitud total de 7.8 km; para mayor detalle de los costos de mantenimiento por cada tramo a intervenir ver Anexo 1. Memoria de Cálculo Chalco- Tláhuac V 3.0

Tabla 63. Costos por molestia

		Molestias Anuales (\$)				
		Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
CGV's Sin Proyecto	0	2021	\$518,304,556.52	\$25,706,777.73	\$114,402,299.07	\$658,413,633.31
CGV's En Construcción	0	2021	\$544,824,297.59	\$27,043,011.39	\$120,362,127.42	\$692,229,436.40
Molestias	0	2021	\$26,519,741.07	\$1,336,233.66	\$5,959,828.35	\$33,815,803.08

LONGITUD TOTAL	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$33,815,803.08
Molestias Mensuales	1 Mes	\$2,817,983.59
Alternativa A	5 Meses	\$14,089,917.95
Alternativa B	7 Meses	\$19,725,885.13

Fuente: Elaboración propia

¹⁴ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Debido a que el periodo de ejecución de la Alternativa A (Carpeta de pavimento asfáltico) es menor, los costos por molestia para este caso se reducen a efecto del tiempo de la realización de los trabajos, ya que solamente se cerrara la circulación de un carril por sentido vehicular por 5 meses. En caso contrario sucede con la alternativa B, la cual presenta mayor costo por molestia a causa de que el periodo de ejecución para realizar una carpeta con concreto hidráulico es mayor.

Para ello se realizó la comparación entre el costo anual equivalente de mejorar el camino con superficie de rodadura de concreto hidráulico o realizar el proyecto con carpeta asfáltica.

Tabla 64 Costo Anual Equivalente de las Alternativas (CAE)

Costo Anual Equivalente		
Indicador	Valor	Tramo
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1 Carpeta asfáltica	\$11,245,515.82	Tramo 1
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	\$11,507,633.14	
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1 Carpeta asfáltica	\$1,600,547.84	Tramo 2
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	\$1,732,013.62	
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1 Carpeta asfáltica	\$4,549,902.13	Tramo 3
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	\$5,045,366.91	
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1 Carpeta asfáltica	\$17,296,073.33	Longitud Total
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	\$18,285,013.67	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis comparativo del CAE arrojan que la mejor alternativa para la edificación lo constituye la carpeta asfáltica es la mejor propuesta. Adicionalmente, este material es de larga vida útil y su mantenimiento no es tan costoso.

Costo Anual Equivalente – Propuesta Aceptada

Tabla 65 Costo Anual Equivalente de las Alternativa A

TRAMO 1						
Inversión c/IVA		\$55,460,169.54		Tasa de descuento		10%
				Años de vida útil		20.00
AÑO	Alternativa A - Aceptada					
	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$47,810,490.98		\$8,274,946.38	\$56,085,437.36	\$56,085,437.36	
1		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$2,063,401.25	
2		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$1,875,819.32	
3		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93	\$5,846,459.75	
4		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$1,550,263.90	
5		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$1,409,330.82	
6		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93	\$4,392,531.75	
7		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$1,164,736.22	
8		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$1,058,851.10	
9		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93	\$3,300,174.11	
10		\$19,578,275.86		\$19,578,275.86	\$7,548,272.88	
11		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$795,530.51	
12		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93	\$2,479,469.66	
13		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$657,463.23	
14		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$597,693.84	
15		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93	\$1,862,862.25	
16		\$2,269,741.38		\$2,269,741.38	\$493,961.85	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

17	\$2,269,741.38	\$2,269,741.38	\$449,056.23
18	\$7,781,637.93	\$7,781,637.93	\$1,399,595.98
19	\$2,269,741.38	\$2,269,741.38	\$371,120.85
20	\$2,269,741.38	\$2,269,741.38	\$337,382.59
\$151,860,178.74			\$95,739,415.47
\$11,245,515.82			

TRAMO 2

Inversión c/IVA	\$5,894,795.20	Tasa de descuento	10%
		Años de vida útil	20.00

Alternativa A - Aceptada						
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$5,081,720.00		\$5,102,644.54	\$10,184,364.54	\$10,184,364.54	
1		\$196,982.76		\$196,982.76	\$179,075.24	
2		\$196,982.76		\$196,982.76	\$162,795.67	
3		\$675,517.24		\$675,517.24	\$507,526.10	
4		\$196,982.76		\$196,982.76	\$134,541.87	
5		\$196,982.76		\$196,982.76	\$122,310.80	
6		\$675,517.24		\$675,517.24	\$381,311.87	
7		\$196,982.76		\$196,982.76	\$101,083.30	
8		\$196,982.76		\$196,982.76	\$91,893.91	
9		\$675,517.24		\$675,517.24	\$286,485.25	
10		\$1,699,482.76		\$1,699,482.76	\$655,224.17	
11		\$196,982.76		\$196,982.76	\$69,041.26	
12		\$675,517.24		\$675,517.24	\$215,240.61	
13		\$196,982.76		\$196,982.76	\$57,058.89	
14		\$196,982.76		\$196,982.76	\$51,871.72	
15		\$675,517.24		\$675,517.24	\$161,713.46	
16		\$196,982.76		\$196,982.76	\$42,869.19	
17		\$196,982.76		\$196,982.76	\$38,971.99	
18		\$675,517.24		\$675,517.24	\$121,497.71	
19		\$196,982.76		\$196,982.76	\$32,208.26	
20		\$196,982.76		\$196,982.76	\$29,280.23	
\$18,497,726.61				\$13,626,366.03	\$1,600,547.84	

TRAMO 3

Inversión c/IVA	\$30,822,735.26	Tasa de descuento	10%
		Años de vida útil	20.00

Alternativa A - Aceptada						
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$26,571,323.50		\$1,562,767.79	\$28,134,091.29	\$28,134,091.29	
1		\$606,810.34		\$606,810.34	\$551,645.77	
2		\$606,810.34		\$606,810.34	\$501,496.15	
3		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24	\$1,563,123.40	
4		\$606,810.34		\$606,810.34	\$414,459.63	
5		\$606,810.34		\$606,810.34	\$376,781.48	
6		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24	\$1,174,397.74	
7		\$606,810.34		\$606,810.34	\$311,389.65	
8		\$606,810.34		\$606,810.34	\$283,081.50	
9		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24	\$882,342.41	
10		\$5,234,482.76		\$5,234,482.76	\$2,018,119.70	
11		\$606,810.34		\$606,810.34	\$212,683.32	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

12	\$2,080,517.24	\$2,080,517.24	\$662,916.91
13	\$606,810.34	\$606,810.34	\$175,771.34
14	\$606,810.34	\$606,810.34	\$159,792.13
15	\$2,080,517.24	\$2,080,517.24	\$498,059.29
16	\$606,810.34	\$606,810.34	\$132,059.61
17	\$606,810.34	\$606,810.34	\$120,054.19
18	\$2,080,517.24	\$2,080,517.24	\$374,199.31
19	\$606,810.34	\$606,810.34	\$99,218.34
20	\$606,810.34	\$606,810.34	\$90,198.49
\$53,740,211.98			\$38,735,881.67
\$4,549,902.13			

LONGITUD TOTAL

Inversión c/IVA	\$92,177,700.00	Tasa de descuento	10%
		Años de vida útil	20.00

Alternativa A - Aceptada						
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$79,463,534.48		\$14,089,917.95	\$93,553,452.43	\$93,553,452.43	
1		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$2,794,122.26	
2		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$2,540,111.14	
3		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41	\$7,917,109.25	
4		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$2,099,265.41	
5		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$1,908,423.10	
6		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41	\$5,948,241.36	
7		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$1,577,209.17	
8		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$1,433,826.52	
9		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41	\$4,469,001.77	
10		\$26,512,241.38		\$26,512,241.38	\$10,221,616.75	
11		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$1,077,255.09	
12		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41	\$3,357,627.18	
13		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$890,293.46	
14		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$809,357.69	
15		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41	\$2,522,634.99	
16		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$668,890.65	
17		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$608,082.41	
18		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41	\$1,895,293.01	
19		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$502,547.45	
20		\$3,073,534.48		\$3,073,534.48	\$456,861.32	
\$223,247,676.57				\$147,251,222.42	\$17,296,073.33	

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Costo Anual Equivalente – Propuesta Descartada

Tabla 66 Costo Anual Equivalente de las Alternativa B

TRAMO 1						
Inversión c/ IVA	\$78,167,591.78				Años de vida útil	30
Alternativa B - Descartada						
COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)						
AÑO	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$67,385,854.98		\$11,584,924.93	\$78,970,779.91	\$78,970,779.91	
1		\$483,879.31		\$483,879.31	\$439,890.28	
2		\$483,879.31		\$483,879.31	\$399,900.26	
3		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$6,269,527.71	
4		\$483,879.31		\$483,879.31	\$330,496.08	
5		\$483,879.31		\$483,879.31	\$300,450.98	
6		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$4,710,388.96	
7		\$483,879.31		\$483,879.31	\$248,306.60	
8		\$483,879.31		\$483,879.31	\$225,733.27	
9		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$3,538,984.94	
10		\$483,879.31		\$483,879.31	\$186,556.42	
11		\$483,879.31		\$483,879.31	\$169,596.75	
12		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$2,658,891.77	
13		\$483,879.31		\$483,879.31	\$140,162.60	
14		\$483,879.31		\$483,879.31	\$127,420.55	
15		\$20,926,120.69		\$20,926,120.69	\$5,009,546.92	
16		\$483,879.31		\$483,879.31	\$105,306.24	
17		\$483,879.31		\$483,879.31	\$95,732.94	
18		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$1,500,875.09	
19		\$483,879.31		\$483,879.31	\$79,118.13	
20		\$483,879.31		\$483,879.31	\$71,925.58	
21		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$1,127,629.67	
22		\$483,879.31		\$483,879.31	\$59,442.62	
23		\$483,879.31		\$483,879.31	\$54,038.75	
24		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$847,204.86	
25		\$483,879.31		\$483,879.31	\$44,660.12	
26		\$483,879.31		\$483,879.31	\$40,600.11	
27		\$8,344,741.38		\$8,344,741.38	\$636,517.55	
28		\$483,879.31		\$483,879.31	\$33,553.81	
29		\$483,879.31		\$483,879.31	\$30,503.47	
30		\$483,879.31		\$483,879.31	\$27,730.42	
\$176,816,297.15					\$108,481,473.36	\$11,507,633.14

TRAMO 2						
Inversión c/ IVA	\$9,062,900.20				Años de vida útil	30
Alternativa B - Descartada						
COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)						
AÑO	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$7,812,845.00		\$5,953,085.30	\$13,765,930.30	\$13,765,930.30	
1		\$41,982.76		\$41,982.76	\$38,166.14	
2		\$41,982.76		\$41,982.76	\$34,696.49	
3		\$724,396.55		\$724,396.55	\$544,249.85	
4		\$41,982.76		\$41,982.76	\$28,674.79	
5		\$41,982.76		\$41,982.76	\$26,067.99	
6		\$724,396.55		\$724,396.55	\$408,902.97	
7		\$41,982.76		\$41,982.76	\$21,543.79	
8		\$41,982.76		\$41,982.76	\$19,585.27	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9	\$724,396.55	\$724,396.55	\$307,214.85
10	\$41,982.76	\$41,982.76	\$16,186.17
11	\$41,982.76	\$41,982.76	\$14,714.70
12	\$724,396.55	\$724,396.55	\$230,815.07
13	\$41,982.76	\$41,982.76	\$12,160.91
14	\$41,982.76	\$41,982.76	\$11,055.37
15	\$1,816,465.52	\$1,816,465.52	\$434,847.40
16	\$41,982.76	\$41,982.76	\$9,136.67
17	\$41,982.76	\$41,982.76	\$8,306.06
18	\$724,396.55	\$724,396.55	\$130,289.09
19	\$41,982.76	\$41,982.76	\$6,864.52
20	\$41,982.76	\$41,982.76	\$6,240.47
21	\$724,396.55	\$724,396.55	\$97,888.12
22	\$41,982.76	\$41,982.76	\$5,157.41
23	\$41,982.76	\$41,982.76	\$4,688.56
24	\$724,396.55	\$724,396.55	\$73,544.79
25	\$41,982.76	\$41,982.76	\$3,874.84
26	\$41,982.76	\$41,982.76	\$3,522.58
27	\$724,396.55	\$724,396.55	\$55,255.29
28	\$41,982.76	\$41,982.76	\$2,911.23
29	\$41,982.76	\$41,982.76	\$2,646.57
30	\$41,982.76	\$41,982.76	\$2,405.97
\$22,259,206.16			\$16,327,544.24
			\$1,732,013.62

TRAMO 3

Inversión c/ IVA \$47,760,651.46 Años de vida útil 30

Alternativa B - Descartada

AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)					
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE
0	\$41,172,975.40		\$2,187,874.90	\$43,360,850.30	\$43,360,850.30	
1		\$64,655.17		\$64,655.17	\$58,777.43	
2		\$64,655.17		\$64,655.17	\$53,434.03	
3		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$898,857.48	
4		\$64,655.17		\$64,655.17	\$44,160.35	
5		\$64,655.17		\$64,655.17	\$40,145.78	
6		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$675,324.93	
7		\$64,655.17		\$64,655.17	\$33,178.33	
8		\$64,655.17		\$64,655.17	\$30,162.12	
9		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$507,381.62	
10		\$64,655.17		\$64,655.17	\$24,927.37	
11		\$64,655.17		\$64,655.17	\$22,661.24	
12		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$381,203.32	
13		\$64,655.17		\$64,655.17	\$18,728.30	
14		\$64,655.17		\$64,655.17	\$17,025.73	
15		\$3,007,586.21		\$3,007,586.21	\$719,992.23	
16		\$64,655.17		\$64,655.17	\$14,070.85	
17		\$64,655.17		\$64,655.17	\$12,791.68	
18		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$215,179.34	
19		\$64,655.17		\$64,655.17	\$10,571.64	
20		\$64,655.17		\$64,655.17	\$9,610.58	
21		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$161,667.42	
22		\$64,655.17		\$64,655.17	\$7,942.63	
23		\$64,655.17		\$64,655.17	\$7,220.57	
24		\$1,196,379.31		\$1,196,379.31	\$121,463.12	
25		\$64,655.17		\$64,655.17	\$5,967.41	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

26	\$64,655.17	\$64,655.17	\$5,424.92
27	\$1,196,379.31	\$1,196,379.31	\$91,257.04
28	\$64,655.17	\$64,655.17	\$4,483.41
29	\$64,655.17	\$64,655.17	\$4,075.82
30	\$64,655.17	\$64,655.17	\$3,705.29
\$57,297,229.61			\$47,562,242.27
			\$5,045,366.91

LONGITUD TOTAL							
Inversión c/ IVA		\$134,991,143.44			Años de vida útil		30
Alternativa B - Descartada							
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)						
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE	
0	\$116,371,675.38		\$19,725,885.13	\$136,097,560.51	\$136,097,560.51		
1		\$590,517.24		\$590,517.24	\$536,833.86		
2		\$590,517.24		\$590,517.24	\$488,030.78		
3		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$7,712,635.04		
4		\$590,517.24		\$590,517.24	\$403,331.22		
5		\$590,517.24		\$590,517.24	\$366,664.75		
6		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$5,794,616.86		
7		\$590,517.24		\$590,517.24	\$303,028.72		
8		\$590,517.24		\$590,517.24	\$275,480.65		
9		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$4,353,581.41		
10		\$590,517.24		\$590,517.24	\$227,669.96		
11		\$590,517.24		\$590,517.24	\$206,972.69		
12		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$3,270,910.15		
13		\$590,517.24		\$590,517.24	\$171,051.81		
14		\$590,517.24		\$590,517.24	\$155,501.65		
15		\$25,750,172.41		\$25,750,172.41	\$6,164,386.55		
16		\$590,517.24		\$590,517.24	\$128,513.76		
17		\$590,517.24		\$590,517.24	\$116,830.69		
18		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$1,846,343.51		
19		\$590,517.24		\$590,517.24	\$96,554.29		
20		\$590,517.24		\$590,517.24	\$87,776.63		
21		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$1,387,185.21		
22		\$590,517.24		\$590,517.24	\$72,542.67		
23		\$590,517.24		\$590,517.24	\$65,947.88		
24		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$1,042,212.78		
25		\$590,517.24		\$590,517.24	\$54,502.38		
26		\$590,517.24		\$590,517.24	\$49,547.62		
27		\$10,265,517.24		\$10,265,517.24	\$783,029.88		
28		\$590,517.24		\$590,517.24	\$40,948.44		
29		\$590,517.24		\$590,517.24	\$37,225.86		
30		\$590,517.24		\$590,517.24	\$33,841.69		
\$256,372,732.93			\$172,371,259.87	\$18,285,013.67			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de alternativas concluye que con base a un análisis costo anual equivalente **se descarta** la "Alternativa B" basada en un método constructivo basado en concreto hidráulico (CAE **\$18,285,013.67** longitud total) ya que registra un CAE mayor a la alternativa que emplea pavimentos de carpeta asfáltica (CAE **\$17,296,073.33** longitud total). La alternativa de carpeta asfáltica no solo resulta más económica, sino que debido a su procedimiento constructivo estos trabajos se realizaran en un menor tiempo. Teniendo como fundamento técnico:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

- Procedimiento constructivo mejor aplicable a la zona del proyecto.
- Las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, son las adecuadas para el tipo de vehículos que circulan por el camino, siendo más cómodo el viaje debido a las condiciones del asfalto (baja rugosidad).
- Mejor resistencia a la fatiga.
- El pavimento presenta flexibilidad, por lo que se evitan las fallas frágiles.
- Resistencia al daño por humedad.

Al tararse con concreto asfáltico las molestias por la ejecución de la obra serán menores ya que el proyecto se ejecutará en un menor tiempo.

IV. Situación con el Proyecto

a) Descripción General

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

El principal objetivo consiste en resolver la problemática que está dada por las malas condiciones del camino Chalco- San Pedro Tláhuac en una longitud de 7.8 km, así mismo debido a la diferencia de secciones que presenta el camino ocasiona bajas velocidades de operación de los usuarios y elevados tiempos de recorrido, consecuencia de las fallas presentes en la superficie de rodamiento del camino, la concentración de agua en los baches ocasiona problemas de erosiones, encharcamientos, deformación y grietas tipo piel de cocodrilo en la capa de rodamiento en terreno plano. Lo anterior provoca que los usuarios incurran en altos costos generalizados de viaje, aunado a las condiciones de transitabilidad antes descritas se suma la problemática del transporte de pasajeros, mercancías y víveres a la población, así como el acceso a servicios básicos de salud, educación, vivienda etc., afectando así la calidad de vida de los habitantes de los municipios por donde atraviesa esta vialidad.

El presente estudio analiza la factibilidad socioeconómica del proyecto de infraestructura denominado "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac", localizado en los municipios de Chalco y Valle de Chalco solidaridad en el Estado de México, con el cual se mejora la superficie de rodamiento para los usuarios de la red vial existente disminuyendo los costos generalizados de viaje, y reduciendo las demoras en el tiempo de recorrido.

El objetivo de este proyecto es contribuir al mejoramiento de la red vial urbana que comunica al Estado de México:

- Disminuir costos generalizados de viaje.
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

El proyecto mejorará la comunicación intraurbana e interurbana en la zona oriente del Estado que permitan la integración del crecimiento urbano, industrial y demográfico futuro, así como el desarrollo económico y social del área. Permitiendo así, cumplir con los objetivos y estrategias

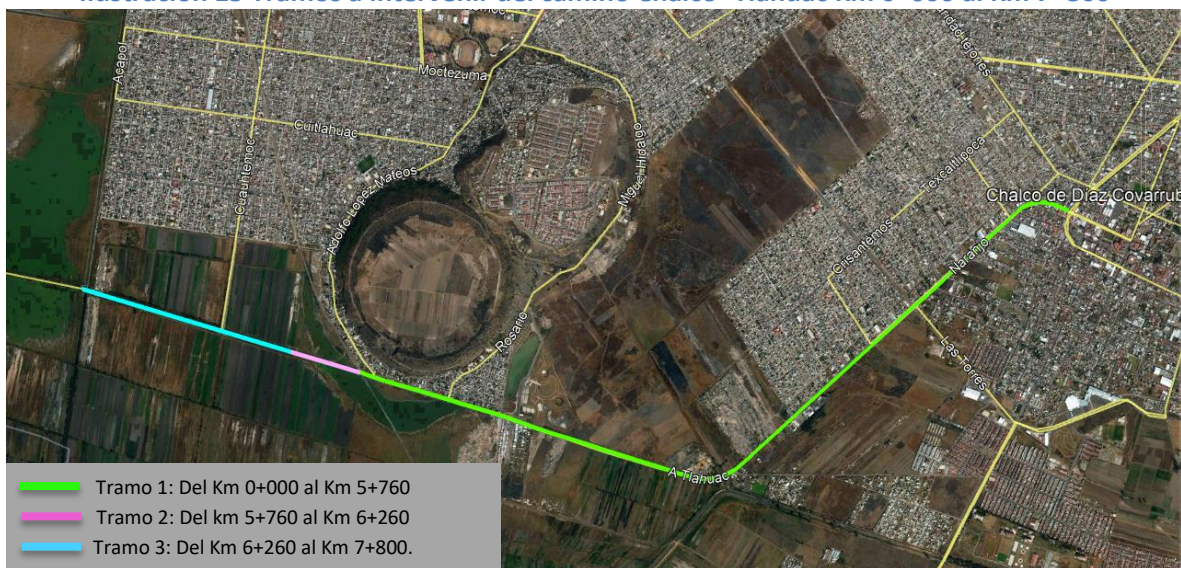
Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024, Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, el Plan Municipal de Desarrollo de Chalco 2019-2021y el Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Chalco Solidaridad 2019-2021.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Rehabilitación del camino Chalco- San Pedro Tláhuac del Km 0+000 al Km 5+760 a lo largo de una longitud de 5.76 km con dos cuerpos de circulación cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m la cual aloja 2 carriles de circulación separados por un camellón de ancho variable, estos trabajos mejoraran la superficie de rodamiento y se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar. Así mismo se nivelarán los pozos de visita existentes a fin de evitar encharcamientos que causen daños a la estructura del pavimento.
- Reconstrucción del camino Chalco – San Pedro Tláhuac en el tramo del Km 5+760 al Km 6+260 a lo largo de una longitud de 0.50 km con dos cuerpos de circulación cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m la cual aloja 2 carriles de circulación separados por un camellón de ancho variable, estos trabajos mejoraran la superficie de rodamiento y se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.
- Modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac del Km 6+260 al Km 7+800 a lo largo de 1.54 km, se modernizara la sección del camino pasando de un cuerpo con un carril por sentido de circulación a dos cuerpos, uno para cada sentido de circulación , cada cuerpo con dos carriles separados por un camellón de 0.60 m de ancho, sustituyendo la carpeta actual del camino lo que mejorar la superficie de rodamiento, así mismo se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.

Ilustración 15 Tramos a intervenir del camino Chalco- Tláhuac Km 0+000 al Km 7+800



Fuente: Elaboración propia con Google

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Por la función que ha de cumplir la rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac, es necesario asegurar que existan los espacios suficientes para la circulación de todo tipo de vehículos, así como las maniobras a realizar por los mismos, tomando en cuenta la seguridad y el desarrollo en infraestructura no solo vial, para propiciar condiciones de desarrollo adecuadas que se llevan a cabo en proyectos de tal magnitud. Tomando como premisa lo antes mencionado se busca mejorar la interconexión de estos tratando de ocasionar la mínima afectación debido a que seguirán circulando por la vía y a los pobladores en la zona, y así contribuyendo a que exista el menor rechazo social posible para la realización del proyecto.

La implementación del proyecto se traduce en una mayor seguridad de recorrido, velocidad promedio de viaje, así como una disminución de los COV, CTR, y costos de transporte para los vehículos que utilizan el camino. De mismo modo se atienden demandas sociales y creación de infraestructura.

La carretera forma parte de la red vial municipal y regional de la zona, teniendo trabajos consistentes en pavimentos y señalamientos cuyos beneficios son:

- Disminuir costos generalizados de viaje.
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

Propósito y componentes del proyecto (Marco lógico)

	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES DE DESEMPEÑO	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	*Contribuir a mejorar las condiciones de transitabilidad en las vialidades del Estado de México.	*Porcentaje de disminución de los tiempos de recorrido en la vialidad	*Encuestas de Satisfacción de Usuarios y Calificación anual de la Red.	*Dar mantenimiento rutinario por el Estado de acuerdo al Programa Anual
PROPÓSITO	*Contribuir a mejorar la conectividad entre los habitantes de la zona de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad. *Fortalecer la infraestructura vial de la zona	*Disminución del tiempo de traslado por la conclusión del mejoramiento del camino. *Incremento de la velocidad de los vehículos	*Estudios de Velocidad de punto y tiempos de traslado, y Encuestas de satisfacción del usuario.	*Contar con los recursos necesarios previo a la temporada de lluvia, a fin de evitar mayor deterioro y requerimiento de mayor inversión.
COMPONENTES	*Mejoramiento de la superficie de rodamiento que suma 7.80 km	*Ahorro en costos totales de operación y en tiempo	*Estudios de transporte y vialidad	*Proceso de licitación en tiempo y forma

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> *Realización de estudios *Realización de proyecto ejecutivo *Asignación de presupuesto. *Realización de programa de obra *Ejecución de obra *Supervisión de obra 	<ul style="list-style-type: none"> *Costo por mejoramiento de la seguridad vial del camino. *Costo de estudios *Tiempo de ejecución de estudio *Tiempo de realización de obra 	<ul style="list-style-type: none"> *Bitácora de obra *Órdenes de pago 	<ul style="list-style-type: none"> *Presupuestos autorizados *Autorizaciones de pago a tiempo *Apoyo de autoridades municipales
--------------------	---	---	---	--

Fuente: Elaboración propia

CUADROS Y ESQUEMAS – Análisis de involucrados

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
Municipios de Chalco y valle de Chalco solidaridad	Se quiere mejorar la superficie de rodamiento en el camino Chalco – San Pedro Tláhuac	El tiempo que se lleva un vehículo en atravesar esta vialidad, desgaste de los vehículos.	Proyecto ejecutivo de Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac Apoyo del Programa de Acciones para el Desarrollo.
Equipo de la Junta de Caminos del Estado de México	Se propone el mejoramiento de la superficie de rodamiento del camino, que solucione el problema de circulación de los vehículos de la zona	Deficiencias en rutas alternas de traslado	Realización de un proyecto ejecutivo que integre el área de construcción y conservación de Junta de Caminos. Presupuesto para la pavimentación y posterior continuación de la rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino que dé solución inmediata al problema.

Fuente: Elaboración propia

La zona de influencia del proyecto incide de manera directa a la población de los municipios de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad, así como municipios vecinos lo que beneficiaría a 667,775 habitantes y a los usuarios de largo itinerario por la importancia de estos municipios.

Tipo de estudio: De acuerdo a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los estudios costo y beneficio de los programas de inversión, publicado en DOF, con fecha 30 de diciembre del 2013, el tipo de proyecto es *Infraestructura Económica* y por la inversión el estudio es **Costo Beneficio nivel perfil**, por corresponder a un proyecto de inversión cuyo monto total es mayor a 50 millones de pesos y menor a 500 millones de pesos.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Con base en el Procedimiento constructivo de la Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac consiste en la rehabilitación a lo largo de 5.76 km de la superficie de rodamiento manteniendo dos cuerpos de circulación, cada uno con dos carriles dando un ancho de calzada promedio de 13.00 metros separados por un camellón de ancho variable y marcas en el pavimento.

Así mismo se reconstruirán 0.50 km de la superficie de camino manteniendo dos cuerpos de circulación, cada uno con dos carriles dando un ancho de calzada promedio de 13.00 metros separados por un camellón de ancho variable y marcas en el pavimento.

Aunado a lo anterior se modernizará 1.54 km consistentes en la ampliación de 2 a 4 carriles de circulación, 2 para cada sentido separados por un camellón de 0.6 m de ancho. Adicionalmente se colocará alumbrado público a lo largo del camino.

El proyecto en cuestión pretende brindar una vía con capacidades adecuadas para la circulación de vehículos automotores y no motores que interconecte las principales vialidades y mejore el nivel de seguridad y velocidad. El camino Chalco- San Pedro Tláhuac además de ser una vialidad de alta demanda local, también se incorporan usuarios de largo itinerario.

Dadas las características del proyecto se clasificará de acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes como una carretera tipo A4, con terreno plano de la zona del proyecto, cuya velocidad promedio de proyecto será de 45.71 km/h mejorando la velocidad de circulación actual para los conductores.

Resumen de procedimientos constructivos

Se realizarán las siguientes actividades dentro del proceso constructivo conforme a las disposiciones y normas vigentes de la S.C.T.

Tabla 67 Actividades proceso constructivo

Tipo de Trabajo	Actividad que realizar
Rehabilitación	Limpieza
	Fresado de la superficie de rodamiento
	Recompactación de la capa de desplante
	Riego de liga
	Carpeta asfáltica de 10 cm de espesor
	Obras de drenaje
Reconstrucción	Limpieza
	Recuperación en frio de pavimentos (base modificada)
	Recompactación de la capa de desplante
	Riego de impregnación
	Carpeta asfáltica de 10 cm de espesor
Modernización	Despalme
	Cortes
	Escalones de liga
	Geotextil
	Zonas inestables

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Modernización	Subrasante
	Sub base
	Base tratada
	Riego de impregnación
	Riego de liga
	Carpeta asfáltica de 10 cm de espesor
	Guarniciones y banquetas del camellón central
Trabajos a lo largo de todo el camino	Riego de sello
	Cunetas y lavaderos (en tramos aislados)
	Marcas en el pavimento
	Marcas en guarniciones
	Violetas y botones
	Señales verticales bajas
	Colocación de luminarias solares

Los procedimientos de construcción que se apliquen y la calidad de los materiales que se empleen, se registrarán por lo indicado en los capítulos anteriores y los conceptos no considerados en los mismos, se registrarán por lo que indiquen para cada caso en Las Normas de Calidad de los Materiales y Las Normas de Construcción vigentes de la S.C.T. Federal.

b) Alineación Estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

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.

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.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de México.

2.5 Objetivo: Desarrollar infraestructura con una visión de conectividad integral.

Estrategia 2.5.2: Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad.

Líneas de Acción.

- Incrementar, mantener y mejorar la red de vialidades primarias, carreteras y vialidades interregionales que faciliten la conectividad de la entidad.
- Ampliar la infraestructura de transporte carretero secundario.
- Fomentar las acciones inherentes a la construcción, modernización, ampliación, conservación, Reconstrucción y reconstrucción de la infraestructura carretera.
- Propiciar el buen funcionamiento de la red estatal de autopistas en la entidad.
- Mantener la Infraestructura Vial Primaria Libre de Peaje en óptimas condiciones de tránsito para facilitar el intercambio de productos y la movilidad de la población.

Programa de Desarrollo de la Infraestructura Carretera del Estado de México.

Con una visión a largo plazo, para contar con una adecuada planeación de las estrategias de construcción, conservación y modernización de la infraestructura carretera. Así mismo, consolidar el sistema carretero estatal, concluir las obras en proceso y complementarlas con programas de nueva infraestructura para mejorar la conectividad inter e intrarregional.

Plan de Desarrollo Municipal Chalco 2019-2021

Objetivo: Desarrollar y rehabilitar la infraestructura urbana e imagen urbana.

Estrategias. Garantizar un desarrollo urbano ordenado que fomente el progreso y buena imagen municipal.

Líneas de acción:

Pavimentar y bachear vialidades municipales.

Plan de Desarrollo Municipal Valle de Chalco Solidaridad 2019-2021

Objetivo: Ordenar y regular el crecimiento urbano municipal vinculándolo a un desarrollo regional sostenible, replanteando los mecanismos de planeación urbana y fortaleciendo el papel del municipio en la materia como responsable de su planeación y operación.

Estrategias. No se cuenta con estrategias alineadas al proyecto

Líneas de acción: no se cuenta con líneas de acción alineadas al proyecto

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

c) Localización Geográfica

Los dos municipios por los que atraviesa el camino Chalco – San Pedro Tláhuac, son el municipio de Chalco y Valle de Chalco Solidaridad, los cuales se localizan en la región I “Amecameca”, junto con los municipios de Amecameca, Atlautla, Ayapango, Cocotitlan, Ecatzingo, Juchitepec, Ozumba, Temamatla, Tenango del Aire, Tepetlixpa y Tlalmanalco en la siguiente ilustración se muestra la división regional del estado de México.

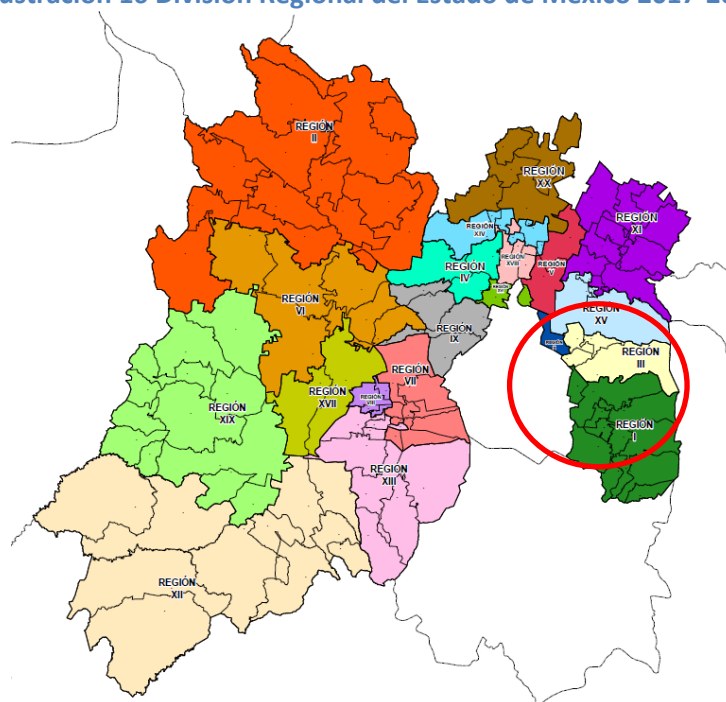
Las localidades beneficiadas con la Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 68 Localidades Beneficiadas con el proyecto

Municipio	Localidad	Población (2010)	Grado de Marginación	Grado de Rezago Social
Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias	168,720	Bajo	Muy bajo
	Las Colonias	41	Alto	Bajo
	El Naranjo	11	ND	ND
Valle de Chalco Solidaridad	Xico	356,352	Bajo	Muy Bajo
	El Invernadero	3	ND	ND
	Ejido Tulyehualco	8	ND	ND
Total		525,135	-	-

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos con Microrregiones SEDESOL

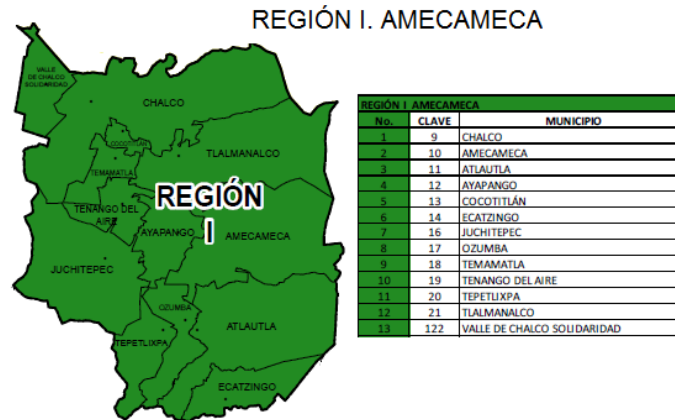
Ilustración 16 División Regional del Estado de México 2017-2023



Fuente: http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Ilustración 17. Región I "Amecameca" Estado de México



Fuente: http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

La Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac se ejecutará sobre 7.8 km de longitud, contara con dos cuerpos, uno para cada sentido de circulación separados por un camellón de ancho variable, cada cuerpo contara con dos carriles de circulación y tendrán un ancho de calzada promedio de 6.50 m. Se pretende mejorar la superficie de rodamiento y señalización para los automovilistas que circulan por esta vialidad así mismo se colocara alumbrado público a lo largo del camino.

Tabla 69 Coordenadas geográficas del tramo completo

Camino Chalco- San Pedro Tláhuac		
Localización	Latitud	Longitud
Inicio Camino Km 0+000	19.264110	-98.899656
Final Camino Km 7+800	19.259241	-98.964794

Fuente: www.cordenadas/gps/com, con información de google maps.

Ilustración 18 Tramo a intervenir del camino Chalco- Tláhuac Km 0+000 al Km 7+800



Fuente: Elaboración propia con Google

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

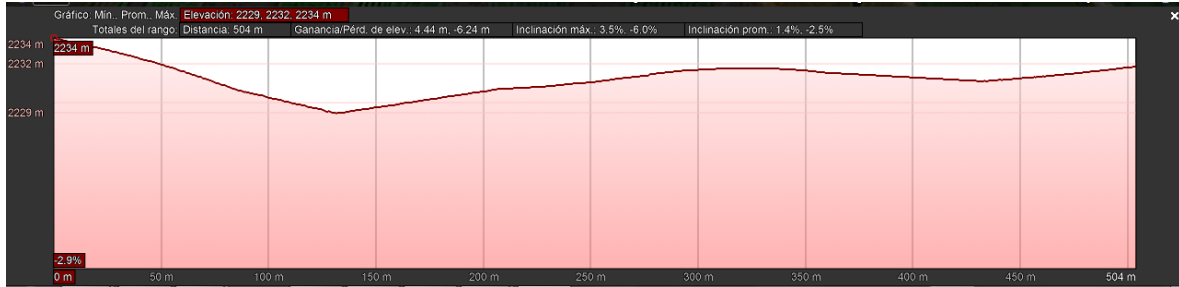
Por otra parte, se presenta el perfil de altitud del proyecto que es una variable importante para determinar los costos generalizados de viaje, para la rehabilitación (tramo 1), reconstrucción (tramo 2) y modernización (tramo 3) del camino Chalco- San Pedro Tláhuac que tendrá una longitud total de 7.8 km.

Ilustración 19 Perfil de elevación Tramo 1 Km 0+000 al Km 5+760



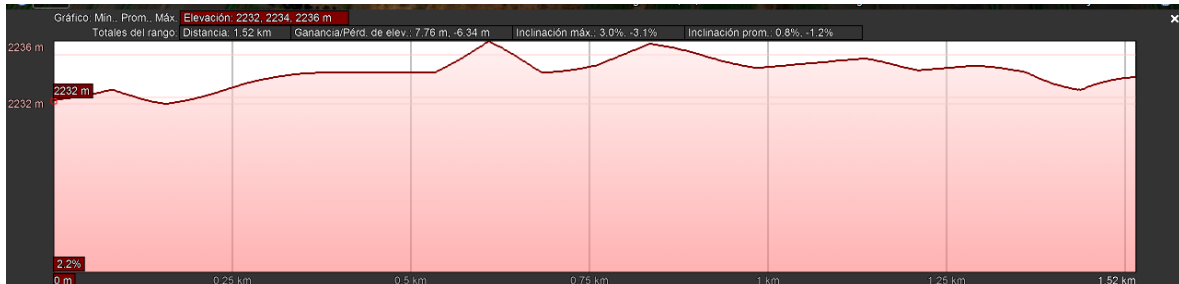
Fuente: Elaboración propia con Google

Ilustración 20 Perfil de elevación Tramo 2 Km 5+760 al Km 6+260



Fuente: Elaboración propia con Google

Ilustración 21 Perfil de elevación Tramo 3 Km 6+260 al Km 7+800



Fuente: Elaboración propia con Google

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

d) Calendario de Actividades

El siguiente calendario corresponde al calendario de avance físico y financiero de los 5 meses correspondientes al monto solicitado para el camino Chalco- San Pedro Tláhuac

Los importes incluyen IVA

CONCEPTO	IMPORTE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
REHABILITACIÓN						
Terracerías	\$3,935,874.20	\$1,967,937.10	\$1,967,937.10			
Drenaje y Subdrenaje	\$450,399.00	\$225,199.50	\$225,199.50			
Pavimentos	\$47,811,228.16		\$9,562,245.63	\$19,124,491.26	\$19,124,491.26	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,696,668.18					\$1,696,668.18
Alumbrado Publico	\$1,566,000.00					\$1,566,000.00
RECONSTRUCCIÓN						
Terracerías	\$1,317,818.00	\$1,317,818.00				
Pavimentos	\$4,322,682.00		\$1,296,804.60	\$1,729,072.80	\$1,296,804.60	
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$149,895.20					\$149,895.20
Alumbrado Publico	\$104,400.00					\$104,400.00
MODERNIZACIÓN						
Terracerías	\$2,721,660.79	\$1,360,830.39	\$1,360,830.39			
Estructuras	\$1,464,848.00	\$878,908.80	\$585,939.20			
Drenaje y Subdrenaje	\$7,753,208.00		\$5,814,906.00	\$1,938,302.00		
Pavimentos	\$18,012,653.07		\$1,801,265.31	\$7,205,061.23	\$7,205,061.23	\$1,801,265.31
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$452,765.40					\$452,765.40
Alumbrado Publico	\$417,600.00					\$417,600.00
TOTAL, MENSUAL	\$92,177,700.00	\$5,750,693.79	\$22,615,127.73	\$29,996,927.29	\$27,626,357.09	\$6,188,594.09
TOTAL, ACUMULADO	\$92,177,700.00	\$5,750,693.79	\$28,365,821.53	\$58,362,748.82	\$85,989,105.91	\$92,177,700.00
Avance financiero						
PORCENTAJE MENSUAL		6%	25%	33%	30%	7%
PORCENTAJE ACUMULADO		6%	31%	63%	93%	100%
Avance físico						
PORCENTAJE MENSUAL		6%	25%	33%	30%	7%
PORCENTAJE ACUMULADO		6%	31%	63%	93%	100%

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

e) Monto Total de Inversión

TRAMO 1 Rehabilitación					
CONCEPTO	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
Terracerías	Excavación para estructuras	m3	285	\$226.20	\$64,467.00
	Relleno de las excavaciones con materiales producto de las mismas compactada al 95% AASTHO, estándar	m3	220	\$533.60	\$117,392.00
Drenaje y Subdrenaje	Alcantarilla tubular de concreto de 60 cm de diámetro.	m	32	\$2,900.00	\$92,800.00
	Plantilla de arena con espesor de 10 cm para alojamiento de tubería	m3	22	\$638.00	\$14,036.00
	Suministro y colocación de tubo de concreto para drenaje de aguas pluviales de 45 cm. de diámetro	m	190	\$580.00	\$110,200.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro, de 1.50 m hasta 2.00 m. de altura	Pza.	4	\$11,600.00	\$46,400.00
	Acostillado de tubería con material producto del corte	m3	55	\$493.00	\$27,115.00
	Renivelación de pozos de visita, a base de tabique rojo recocido, junteado con cemento-arena 1;4 y aplanado pulido	Pza.	4	\$3,306.00	\$13,224.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 40 cm. x 60 cm	Pza.	8	\$2,842.00	\$22,736.00
	Instalación de coladera pluvial, con pozo de absorción y conexión pluvial con tubería de polietileno de alta densidad (P.A.D.) de 30 cm de diámetro,	Pza.	3	\$17,400.00	\$52,200.00
	Limpieza de cunetas y contracuneta	m	800	\$87.00	\$69,600.00
	Limpieza de alcantarillas	m	12	\$174.00	\$2,088.00
Pavimentos	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos	m3	7,488.00	\$4,988.00	\$37,350,144.00
	Limpieza general del pavimento	m2	9.86	\$21,460.00	\$211,509.76
	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ²	m2	74,880.00	\$81.20	\$6,080,256.00
	Recorte de carpetas asfálticas en todo el espesor existente con una fresadora.	m3	8,989.50	\$417.60	\$3,754,015.20
	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar	m3	74,880.00	\$55.68	\$4,169,318.40
Señalamiento y	Raya separadora de carriles	m	11,520.00	\$16.24	\$187,084.80

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Dispositivos de Seguridad	discontinua de 15 cm de ancho				
	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho	m	23,040.00	\$16.24	\$374,169.60
	Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho	Pza.	2	\$133.40	\$266.80
	Marcas para delinear guarniciones	m	23,040.00	\$40.60	\$935,424.00
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	385.00	\$197.20	\$75,922.00
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color blanco en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	770	\$49.30	\$37,961.00
	Señales preventivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	3	\$3,306.00	\$9,918.00
	Señales restrictivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	7	\$3,306.00	\$23,142.00
	Señales Informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante	Pza.	3	\$4,060.00	\$12,180.00
	Alumbrado público: Suministro y colocación de luminaria solar 50 watts, panel solar MONOCRISTALINO 60 W	Pza.	30	\$52,200.00	\$1,566,000.00
	Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m	Pza.	1	\$40,599.98	\$40,599.98
	TOTAL CON IVA				

TRAMO 2 Reconstrucción					
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE	
Terracerías	Limpieza general del pavimento	m2	0.80	\$21,460.00	\$17,168.00
	Recuperación en frio de la carpeta y parte de la base para la construcción de una base tratada al 3% con cemento Portland: Producto de material de banco	m3	812.50	\$788.80	\$640,900.00
	Recuperación en frio de la carpeta y parte de la base para la construcción de una base tratada al 3% con cemento Portland: Producto de material de recuperado	m3	812.5	\$394.40	\$320,450.00
	Recuperación en frio de la carpeta y parte de la base para la construcción de una base tratada al 3% con cemento Portland: Producto estabilizador (Cemento Portland CPO-30R)	m3	73125	\$4.64	\$339,300.00
Pavimentos	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en	m2	6,500.00	\$25.52	\$165,880.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	proporción de 1.5 Lt/m ²				
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ²	m ³	\$39.00	\$638.00	\$24,882.00
	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos	m ³	\$650.00	\$4,988.00	\$3,242,200.00
	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ²	m ²	\$6,500.00	\$81.20	\$527,800.00
	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar	m ³	\$6,500.00	\$55.68	\$361,920.00
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Raya separadora de carriles discontinua de 15 cm de ancho	m	\$1,000.00	\$16.24	\$16,240.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho	m	2,000.00	\$16.24	\$32,480.00
	Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho	Pza.	1	\$133.40	\$133.40
	Marcas para delinear guarniciones	m	2,000.00	\$40.60	\$81,200.00
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	31.00	\$98.60	\$3,056.60
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color blanco en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	62	\$98.60	\$6,113.20
	Señales preventivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	1	\$3,306.00	\$3,306.00
	Señales restrictivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	1	\$3,306.00	\$3,306.00
	Señales Informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante	Pza.	1	\$4,060.00	\$4,060.00
	Alumbrado público: Suministro y colocación de luminaria solar 50 watts, panel solar MONOCRISTALINO 60 W	Pza.	2	\$52,200.00	\$104,400.00
TOTAL CON IVA					\$5,894,795.20

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

TRAMO 3 Modernización					
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
Terracerías	Despalmes	m3	2,340.80	\$116.00	\$271,532.80
	Cortes	m3	5,266.80	\$145.00	\$763,686.00
	Escalones de Liga en capa de base en la ampliación	m3	192.50	\$168.20	\$32,378.50
	Recompactación al 100% AASTHO, estándar del terreno natural en la superficie descubierta al despallar	m3	2,340.80	\$55.68	\$130,335.74
	Formación de terraplenes de banqueta en camellón compactados al 95% de su PVSM AASHTO Estándar	m3	332.64	\$417.60	\$138,910.46
	Formación de capa subrasante compactada al 100% de su PVSM AASHTO Estándar	m3	3,511.20	\$394.40	\$1,384,817.28
Estructuras	Guarniciones de concreto hidráulico f'c=150 Kg/cm ² , de 0.09 m ² de sección transversal	m	3,080.00	\$371.20	\$1,143,296.00
	Banquetas de concreto hidráulico f'c=100 Kg/cm ² , de 0.60 m de ancho y 0.10 m de espesor en camellón central.	m ²	924.00	\$348.00	\$321,552.00
Drenaje y Subdrenaje	Cuneta, según su tipo y sección f'c=150 kg/cm ²	m	3,080.00	\$417.60	\$1,286,208.00
	Lavaderos de concreto hidráulico simple f'c=150 kg/cm ² , con un área en su sección transversal de 0.1264 m ²	m	250.00	\$406.00	\$101,500.00
	Construcción de Geodrenes	m ²	21,250.00	\$290.00	\$6,162,500.00
	Construcción de capas drenantes (tomando la función de capa rompedora de capilaridad)	m ³	350.00	\$580.00	\$203,000.00
Pavimentos	Subbase hidráulica, compactada al 100% AASTHO modificada, formada con material proveniente de banco	m ³	2,650.52	\$533.60	\$1,414,317.47
	Producto estabilizador (Cemento Portland tipo CPO-30-CR)	Kg	225,225.00	\$4.64	\$1,045,044.00
	Base estabilizada al 3% con cemento portland, compactado al 100% AASHTO	m ³	5,005.00	\$556.80	\$2,786,784.00
	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ²	m ²	20,020.00	\$25.52	\$510,910.40
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m ³ , 6 Lt/m ²	m ³	120.12	\$638.00	\$76,636.56
	Carpetas asfálticas de	m ³	2,002.00	\$4,988.00	\$9,985,976.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos				
	Limpieza general del pavimento	m2	2.46	\$21,460.00	\$52,877.44
	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ²	m2	20,020.00	\$81.20	\$1,625,624.00
	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar	m3	9,240.00	\$55.68	\$514,483.20
	Raya separadora de carriles discontinua de 15 cm de ancho	m	3,080.00	\$16.24	\$50,019.20
	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho	m	6,160.00	\$16.24	\$100,038.40
	Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho	Pza.	1.00	\$133.40	\$133.40
	Marcas para cruce de ferrocarril.	Pza.	2.00	\$185.60	\$371.20
	Marcas para delinear guarniciones	m	6,160.00	\$40.60	\$250,096.00
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	104.00	\$98.60	\$10,254.40
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color blanco en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	208.00	\$98.60	\$20,508.80
	Señales preventivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	2.00	\$3,306.00	\$6,612.00
	Señales restrictivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	2.00	\$3,306.00	\$6,612.00
	Señales Informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante	Pza.	2.00	\$4,060.00	\$8,120.00
	Alumbrado público: Suministro y colocación de luminaria solar 50 watts, panel solar MONOCRISTALINO 60 W	Pza.	8.00	\$52,200.00	\$417,600.00
	TOTAL CON IVA				

Fuente: Elaboración propia

Tramo	Longitud	Monto
Rehabilitación	5.76 Km	\$ 55,460,169.54
Reconstrucción	0.50 Km	\$ 5,894,795.20
Modernización	1.54 Km	\$ 30,822,735.26
Total	7.80 km	\$ 92,177,700.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

g) Financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Proceso	Monto	Porcentaje
Federales				
Estatales	PAD	Por ejercer	\$92,177,700.00	100.00%
Municipales				
Fideicomisos				
Otros				
Total			\$92,177,700.00	100%

Fuente: Elaboración propia

h) Capacidad Instalada

La capacidad instalada resultante de la implementación del proyecto permitirá incrementar el nivel de servicios y seguridad operativa en el camino. El diseño operacional permitirá incrementar la seguridad de los 14,869 vehículos motorizados que circulan diariamente en la situación actual en el tramo T-01; también se incrementa la seguridad de los 9,344 vehículos motorizados que circulan diariamente en la situación actual en el tramo T-02; y por último se incrementa la seguridad de los 4,577 vehículos motorizados que circulan diariamente en la situación actual en el tramo T-03. Para tal efecto se toman como tasa de crecimiento el 0.48% obtenida mediante los datos Viales de la SCT. Además, el camino presentará un Nivel de servicio Tipo B, de acuerdo al Manual de Proyecto geométrico 2018 publicado por la SCT.

Tabla 70 Capacidad instalada Tramo 1

TRAMO 1						
ALTA CONGESTIÓN						
		Demanda (TDPA)		9,721		
		Crecimiento Anual		0.48%		
		Clasificación vehicular				
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
		94.63%	0.45%	4.92%	100%	365
0	2021	9,199	44	478	9,721	3,548,165
1	2022	9,243	44	481	9,767	3,565,033
2	2023	9,287	44	483	9,814	3,581,981
3	2024	9,331	44	485	9,860	3,599,010
4	2025	9,375	45	487	9,907	3,616,120
5	2026	9,420	45	490	9,954	3,633,311
6	2027	9,465	45	492	10,002	3,650,583
7	2028	9,510	45	494	10,049	3,667,938
8	2029	9,555	45	497	10,097	3,685,376
9	2030	9,600	46	499	10,145	3,702,896
10	2031	9,646	46	502	10,193	3,720,499
11	2032	9,692	46	504	10,242	3,738,187
12	2033	9,738	46	506	10,290	3,755,958
13	2034	9,784	47	509	10,339	3,773,814
14	2035	9,831	47	511	10,388	3,791,755

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

15	2036	9,877	47	514	10,438	3,809,781
16	2037	9,924	47	516	10,487	3,827,892
17	2038	9,971	47	518	10,537	3,846,090
18	2039	10,019	48	521	10,587	3,864,374
19	2040	10,066	48	523	10,638	3,882,746
20	2041	10,114	48	526	10,688	3,901,204

MEDIA CONGESTION	
Demanda (TDPA)	4,434
Crecimiento Anual	0.48%

Clasificación vehicular						
Año	A	B	C	Total Día	Total Anual	
	94.63%	0.45%	4.92%	100%	365	
0	2021	4,196	20	218	4,434	1,618,410
1	2022	4,216	20	219	4,455	1,626,104
2	2023	4,236	20	220	4,476	1,633,834
3	2024	4,256	20	221	4,498	1,641,602
4	2025	4,276	20	222	4,519	1,649,406
5	2026	4,297	20	223	4,540	1,657,247
6	2027	4,317	21	224	4,562	1,665,126
7	2028	4,338	21	226	4,584	1,673,042
8	2029	4,358	21	227	4,605	1,680,995
9	2030	4,379	21	228	4,627	1,688,987
10	2031	4,400	21	229	4,649	1,697,016
11	2032	4,421	21	230	4,671	1,705,084
12	2033	4,442	21	231	4,694	1,713,190
13	2034	4,463	21	232	4,716	1,721,334
14	2035	4,484	21	233	4,738	1,729,518
15	2036	4,505	21	234	4,761	1,737,740
16	2037	4,527	22	235	4,784	1,746,001
17	2038	4,548	22	236	4,806	1,754,301
18	2039	4,570	22	238	4,829	1,762,641
19	2040	4,592	22	239	4,852	1,771,021
20	2041	4,613	22	240	4,875	1,779,440

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	714
Crecimiento Anual	0.48%

Clasificación vehicular						
Año	A	B	C	Total Día	Total Anual	
	94.63%	0.45%	4.92%	100%	365	
0	2021	676	3	35	714	260,610
1	2022	679	3	35	717	261,849
2	2023	682	3	35	721	263,094
3	2024	685	3	36	724	264,345
4	2025	689	3	36	728	265,601
5	2026	692	3	36	731	266,864

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

6	2027	695	3	36	735	268,133
7	2028	698	3	36	738	269,407
8	2029	702	3	36	742	270,688
9	2030	705	3	37	745	271,975
10	2031	708	3	37	749	273,268
11	2032	712	3	37	752	274,567
12	2033	715	3	37	756	275,872
13	2034	719	3	37	759	277,184
14	2035	722	3	38	763	278,501
15	2036	725	3	38	767	279,825
16	2037	729	3	38	770	281,156
17	2038	732	3	38	774	282,492
18	2039	736	3	38	778	283,835
19	2040	739	4	38	781	285,185
20	2041	743	4	39	785	286,540

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71 Capacidad instalada Tramo 2

TRAMO 2	
ALTA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	6,117
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C	100%	365
		96.26%	0.70%	3.04%		
0	2021	5,888	43	186	6,117	2,232,705
1	2022	5,916	43	187	6,146	2,243,319
2	2023	5,944	43	188	6,175	2,253,984
3	2024	5,973	43	189	6,205	2,264,699
4	2025	6,001	44	190	6,234	2,275,466
5	2026	6,030	44	190	6,264	2,286,283
6	2027	6,058	44	191	6,294	2,297,152
7	2028	6,087	44	192	6,323	2,308,073
8	2029	6,116	44	193	6,354	2,319,046
9	2030	6,145	45	194	6,384	2,330,070
10	2031	6,174	45	195	6,414	2,341,148
11	2032	6,204	45	196	6,445	2,352,277
12	2033	6,233	45	197	6,475	2,363,460
13	2034	6,263	46	198	6,506	2,374,696
14	2035	6,292	46	199	6,537	2,385,985
15	2036	6,322	46	200	6,568	2,397,328
16	2037	6,352	46	201	6,599	2,408,725
17	2038	6,383	46	202	6,631	2,420,176
18	2039	6,413	47	203	6,662	2,431,682
19	2040	6,443	47	203	6,694	2,443,242

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

20	2041	6,474	47	204	6,726	2,454,857
----	------	-------	----	-----	-------	-----------

MEDIA CONGESTION	
Demanda (TDPA)	2,791
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año				100%	365	
	A	B	C			
0	2021	2,687	20	85	2,791	1,018,715
1	2022	2,699	20	85	2,804	1,023,558
2	2023	2,712	20	86	2,818	1,028,424
3	2024	2,725	20	86	2,831	1,033,313
4	2025	2,738	20	86	2,844	1,038,225
5	2026	2,751	20	87	2,858	1,043,161
6	2027	2,764	20	87	2,872	1,048,120
7	2028	2,777	20	88	2,885	1,053,103
8	2029	2,791	20	88	2,899	1,058,110
9	2030	2,804	20	89	2,913	1,063,140
10	2031	2,817	20	89	2,927	1,068,194
11	2032	2,830	21	89	2,940	1,073,272
12	2033	2,844	21	90	2,954	1,078,375
13	2034	2,857	21	90	2,968	1,083,501
14	2035	2,871	21	91	2,983	1,088,652
15	2036	2,885	21	91	2,997	1,093,828
16	2037	2,898	21	92	3,011	1,099,028
17	2038	2,912	21	92	3,025	1,104,252
18	2039	2,926	21	92	3,040	1,109,502
19	2040	2,940	21	93	3,054	1,114,777
20	2041	2,954	21	93	3,069	1,120,076

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	436
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año				100%	365	
	A	B	C			
0	2021	420	3	13	436	159,140
1	2022	422	3	13	438	159,897
2	2023	424	3	13	440	160,657
3	2024	426	3	13	442	161,420
4	2025	428	3	14	444	162,188
5	2026	430	3	14	446	162,959
6	2027	432	3	14	449	163,734
7	2028	434	3	14	451	164,512
8	2029	436	3	14	453	165,294
9	2030	438	3	14	455	166,080
10	2031	440	3	14	457	166,869

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

11	2032	442	3	14	459	167,663
12	2033	444	3	14	462	168,460
13	2034	446	3	14	464	169,261
14	2035	449	3	14	466	170,065
15	2036	451	3	14	468	170,874
16	2037	453	3	14	470	171,686
17	2038	455	3	14	473	172,502
18	2039	457	3	14	475	173,322
19	2040	459	3	15	477	174,146
20	2041	461	3	15	479	174,974

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72 Capacidad instalada Tramo 3

TRAMO 3	
ALTA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	888
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C		
		97.98%	1.34%	0.68%	100%	365
0	2021	870	12	6	888	324,120
1	2022	874	12	6	892	325,661
2	2023	878	12	6	896	327,209
3	2024	883	12	6	901	328,765
4	2025	887	12	6	905	330,328
5	2026	891	12	6	909	331,898
6	2027	895	12	6	914	333,476
7	2028	899	12	6	918	335,061
8	2029	904	12	6	922	336,654
9	2030	908	12	6	927	338,254
10	2031	912	12	6	931	339,863
11	2032	917	13	6	936	341,478
12	2033	921	13	6	940	343,102
13	2034	925	13	6	944	344,733
14	2035	930	13	6	949	346,372
15	2036	934	13	6	953	348,018
16	2037	939	13	7	958	349,673
17	2038	943	13	7	963	351,335
18	2039	948	13	7	967	353,005
19	2040	952	13	7	972	354,683
20	2041	957	13	7	976	356,370

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTION	
Demanda (TDPA)	3,213
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C		
		97.98%	1.34%	0.68%	100%	365
0	2021	3,148	43	22	3,213	1,172,745
1	2022	3,163	43	22	3,228	1,178,320
2	2023	3,178	43	22	3,244	1,183,922
3	2024	3,193	44	22	3,259	1,189,550
4	2025	3,208	44	22	3,275	1,195,205
5	2026	3,224	44	22	3,290	1,200,887
6	2027	3,239	44	22	3,306	1,206,596
7	2028	3,254	45	23	3,321	1,212,333
8	2029	3,270	45	23	3,337	1,218,096
9	2030	3,285	45	23	3,353	1,223,887
10	2031	3,301	45	23	3,369	1,229,705
11	2032	3,317	45	23	3,385	1,235,551
12	2033	3,332	46	23	3,401	1,241,425
13	2034	3,348	46	23	3,417	1,247,327
14	2035	3,364	46	23	3,434	1,253,257
15	2036	3,380	46	23	3,450	1,259,215
16	2037	3,396	46	24	3,466	1,265,201
17	2038	3,412	47	24	3,483	1,271,216
18	2039	3,429	47	24	3,499	1,277,259
19	2040	3,445	47	24	3,516	1,283,331
20	2041	3,461	47	24	3,533	1,289,432

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	476
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
Año		A	B	C		
		97.98%	1.34%	0.68%	100%	365
0	2021	466	6	3	476	173,740
1	2022	469	6	3	478	174,566
2	2023	471	6	3	481	175,396
3	2024	473	6	3	483	176,230
4	2025	475	7	3	485	177,067
5	2026	478	7	3	487	177,909
6	2027	480	7	3	490	178,755
7	2028	482	7	3	492	179,605
8	2029	484	7	3	494	180,459
9	2030	487	7	3	497	181,317

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

10	2031	489	7	3	499	182,179
11	2032	491	7	3	501	183,045
12	2033	494	7	3	504	183,915
13	2034	496	7	3	506	184,789
14	2035	498	7	3	509	185,668
15	2036	501	7	3	511	186,550
16	2037	503	7	3	514	187,437
17	2038	506	7	4	516	188,328
18	2039	508	7	4	518	189,224
19	2040	510	7	4	521	190,123
20	2041	513	7	4	523	191,027

Fuente: Elaboración propia

i) Vida Útil

Vida útil del PPI	
Vida útil promedio del proyecto	20 años

j) Aspectos más Relevantes

El proyecto está a cargo la Junta de Caminos del Estado de México.

Estudios técnicos

El proyecto se realizó de acuerdo a la normatividad vigente de la SCT y normativa estatal. Además, cuenta con el visto bueno correspondiente.

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades técnicas antes del inicio de la obra.

Estudios legales

Al tratarse de una reconstrucción y en el ámbito jurídico, se cuenta con los permisos necesarios para realizar los trabajos de la vía ya que es de jurisdicción Estatal.

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades legales antes del inicio de la obra.

Estudios ambientales

Al tratarse de trabajos de rehabilitación, reconstrucción y modernización será necesario presentar una Exención o Manifestación de impacto ambiental según lo requiera la instancia encargada. La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades ambientales antes del inicio de la obra.

Estudios de mercado

El mercado del proyecto está dado por su tránsito y las características de la vialidad, en ese sentido el análisis de la demanda llevado a cabo en el camino Chalco – San Pedro Tláhuac se consideran los obtenidos en campo. Ver anexo 2 Estudios de Ingeniería de Tránsito.

k) Análisis de la Oferta Con Proyecto

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Rehabilitación del camino Chalco- San Pedro Tláhuac del Km 0+000 al Km 5+760 a lo largo de una longitud de 5.76 km con dos cuerpos de circulación cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m la cual aloja 2 carriles de circulación separados por un camellón de ancho variable, estos trabajos mejoraran la superficie de rodamiento y se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar. Así mismo se nivelarán los pozos de visita existentes a fin de evitar encharcamientos que causen daños a la estructura del pavimento.

- Reconstrucción del camino Chalco – San Pedro Tláhuac en el tramo del Km 5+760 al Km 6+260 a lo largo de una longitud de 0.50 km con dos cuerpos de circulación cada cuerpo cuenta con un ancho de calzada promedio de 6.5 m la cual aloja 2 carriles de circulación separados por un camellón de ancho variable, estos trabajos mejoraran la superficie de rodamiento y se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.

- Modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac del Km 6+260 al Km 7+800 a lo largo de 1.54 km, se modernizara la sección del camino pasando de un cuerpo con un carril por sentido de circulación a dos cuerpos, uno para cada sentido de circulación , cada cuerpo con dos carriles separados por un camellón de 0.60 m de ancho, sustituyendo la carpeta actual del camino lo que mejorar la superficie de rodamiento, así mismo se colocara el señalamiento horizontal y vertical necesario para ofrecer un camino más cómodo y seguro de transitar.

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas con las que contara el camino Chalco- San Pedro Tláhuac

Tabla 73 Características físicas y geométricas del camino Con proyecto, 2020

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Condiciones del tramo	Buen estado	Buen estado	Buen estado
Inicio (Km)	0+000	5+760	6+260
Fin (Km)	5+760	6+260	7+800
Longitud del tramo (km)	5.76	0.50	1.54
Municipio (s)	<ul style="list-style-type: none"> • Chalco • Valle de Chalco Solidaridad 	Valle de Chalco Solidaridad	Valle de Chalco Solidaridad
Localidad (es)	<ul style="list-style-type: none"> • Chalco de Díaz Covarrubias • Xico 	Xico	Xico
Tipo de terreno	Plano	Plano	Plano
Numero de cuerpos	2	2	2
Sentidos de circulación	2	2	2
Camellón	Si, de ancho variable	Si, de ancho variable	Si, de 0.60 m de ancho

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
Ancho de calzada (m)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)	6.5 cada cuerpo (13.0 total)
Número de carriles	4, 2 para cada sentido de circulación	4, 2 para cada sentido de circulación	4, 2 para cada sentido de circulación
Ancho promedio de carril (m)	3.25	3.25	3.25
Dirección	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²	Chalco- San Pedro Tlahuac ¹ San Pedro Tláhuac- Chalco ²
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en buenas condiciones	Carpeta asfáltica en buenas condiciones	Carpeta asfáltica en buenas condiciones
Índice de rugosidad (m/km)	3 mm/m	3 mm/m	3 mm/m
Obras de drenaje	Se observan pozos de visita distribuidos a lo largo del tramo en buen estado	No se observan obras de drenaje en el tramo	No se observan obras de drenaje en el tramo
Condiciones de señalamiento	En buen estado	En buen estado	En buen estado
Pendiente media ascendente (%)	0.38%	4.00%	1.0%
Pendiente media descendente (%)	0.22%	1.00%	0.35%
Proporción de viaje ascendente (%)	36.46%	20%	25.97%
Altitud promedio (m.s.n.m.)	2237	2232	2234
Curvatura horizontal máx. (grados)	100	0	0

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en trabajo de campo

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica 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 Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio Carretero del camino Chalco- San Pedro Tláhuac, tramo del km 0+000 al km 7+800 es un tipo de servicio Tipo C.

Tabla 74 Nivel de Servicio de carreteras

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
A	Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Nivel de Servicio	Carreteras de dos carriles
B	Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación.
C	Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.
E	El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad.
F	Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

I) Análisis de la Demanda con Proyecto

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino. Para fines del presente proyecto, este análisis vincula el análisis de demanda de los vehículos que utiliza la vialidad en sentido Oriente- Poniente y Poniente- Oriente.

Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Transito Diario Promedio Anual (TDPA), el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda o importancia de dichas calles.

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información, teniendo como resultado los siguientes datos:

Tabla 75 TDPA proyecto

	Tramo	SC	TDPA (2021)
1	Km 0+000 al Km 5+760	Ambos	14,869.00
2	Km 5+760 al Km 6+260	Ambos	9,344.00
3	Km 6+260 al Km 7+800	Ambos	4,577.00

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Periodización

Las horas generalmente se reparten en periodos de alta, media y baja congestión, adicionalmente a partir del estudio de aforos se determinaron los aforos vehiculares para cada uno de los periodos de alta media y baja congestión.

Todo esto con el objetivo de poder tener un panorama del comportamiento por movimiento de los flujos y clasificación del tránsito.

La tabla siguiente presenta el Tránsito Diario Promedio Anual por periodo de congestión de cada uno de los tramos que conforman el camino Claco- San Pedro Tláhuac.

Tabla 76 Periodización Tramo 1

TRAMO 1					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	9721.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
Media Congestión	4434.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
Baja Congestión	714.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%
TDPA	14869.00	94.63%	0.45%	4.92%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77 Periodización Tramo 2

TRAMO 2					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	6117.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
Media Congestión	2791.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
Baja Congestión	436.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%
TDPA	9344.00	96.26%	0.70%	3.04%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78 Periodización Tramo 3

TRAMO 3					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	888.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
Media Congestión	3213.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
Baja Congestión	476.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%
TDPA	4577.00	97.98%	1.34%	0.68%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Composición vehicular

La composición vehicular para la vialidad en estudio se divide a partir de la tramificación antes descrita y con referencia a los datos obtenidos en campo de la siguiente forma:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 79 Composición vehicular

Chalco- San Pedro Tláhuac					
Tramo		TDPA	Clasificación		
			A	B	C
1	Km 0+000 al Km 5+760	14,869.00	94.63%	0.45%	4.92%
2	Km 5+760 al Km 6+260	9,344.00	96.26%	0.70%	3.04%
3	Km 6+260 al Km 7+800	4,577.00	97.98%	1.34%	0.68%

Fuente: Elaboración propia

Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 80 Ocupación Vehicular Promedio

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Con el objeto de conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló un conjunto de aparatos automáticos contadores de vehículos, distribuidos en diferentes tramos de la red carretera. Con este mismo propósito también se dispone de los volúmenes de tránsito que se registran en las casetas de cobro de Autopistas y Puentes de cuota, que constituyen una de las fuentes más completas de información, en virtud de que su sistema de operación exige una clasificación detallada del tipo de vehículos que utilizan las obras a su cargo. Esta información, entre otras aplicaciones, es utilizada para correlacionar sus variaciones con los resultados de los conteos vehiculares que se efectúan en la red de carreteras para hacerlos representativos para todo el año.

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se revisaron los datos históricos de incremento del tráfico en la zona de influencia del proyecto, tomando como reseña los datos históricos del libro de Datos Viales editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los años 2010 al 2019, de la carretera 35 Chalco- Tláhuac en el Km 0+000.

Cabe mencionar que se considera como tasa de crecimiento el promedio de las tasas medias anual registradas, esto con el fin de no sobre valorar los beneficios del proyecto.

La metodología utilizada para calcular la tasa de crecimiento anual es la siguiente:

$$TMACP = \left[\left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{t} \right)} \right] - 1$$

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional.¹⁵

N_i: población en el momento inicial del periodo

¹⁵http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

N_f: población al final del período.

t: tiempo transcurrido entre i y f.

Aunado a lo anterior se obtienen siguientes tasas de crecimiento para cada tramo y año.

Tabla 81 Tasa de crecimiento Sentido 1 Camino Chalco – Tláhuac

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Chalco- Tláhuac Km 0+000 SENTIDO 1	2010	10488	2010-2011	-2.08%
	2011	10270	2011-2012	6.92%
	2012	10981	2012-2013	-0.17%
	2013	10962	2013-2014	-4.44%
	2014	10475	2014-2015	-1.83%
	2015	10283	2015-2016	0.03%
	2016	10286	2016-2017	8.87%
	2017	11198	2017-2018	-7.57%
	2018	10350	2018-2019	4.36%
	2019	10801	Promedio	0.45%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Tabla 82 Tasa de crecimiento Sentido 2 Camino Chalco – Tláhuac

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Chalco- Tláhuac Km 0+000 SENTIDO 2	2010	10526	2010-2011	-8.57%
	2011	9624	2011-2012	3.50%
	2012	9961	2012-2013	0.53%
	2013	10014	2013-2014	-4.50%
	2014	9563	2014-2015	4.78%
	2015	10020	2015-2016	1.02%
	2016	10122	2016-2017	9.63%
	2017	11097	2017-2018	-14.42%
	2018	9497	2018-2019	12.51%
	2019	10685	Promedio	0.50%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Tabla 83 Tasa de crecimiento para análisis

Camino	TMACP Sentido 1	TMACP Sentido 2	Promedio TMACP
Chalco- Tláhuac	0.45%	0.50%	0.48%

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2020/>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa decrecimiento a utilizar será de 0.48% a fin de no sobrevalorar el proyecto.

Esto se considera ya que es necesario reestimar la demanda a lo largo del horizonte de evaluación para que contenga los impactos derivados de las optimizaciones en caso de haberlos, dado que la

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

optimización propuesta únicamente modifica las características de la oferta, la demanda de la situación sin proyecto se considera igual a la demanda de la situación actual. A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación sin proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 84 Proyección del TDPA Tramo 1

TRAMO 1							
ALTA CONGESTIÓN							
Demanda (TDPA)					9,721		
Crecimiento Anual					0.48%		
Clasificación vehicular							
Año				Total Día	Total Anual		
	A	B	C			100%	365
0	2021	9,199	44	478	9,721	3,548,165	
1	2022	9,243	44	481	9,767	3,565,033	
2	2023	9,287	44	483	9,814	3,581,981	
3	2024	9,331	44	485	9,860	3,599,010	
4	2025	9,375	45	487	9,907	3,616,120	
5	2026	9,420	45	490	9,954	3,633,311	
6	2027	9,465	45	492	10,002	3,650,583	
7	2028	9,510	45	494	10,049	3,667,938	
8	2029	9,555	45	497	10,097	3,685,376	
9	2030	9,600	46	499	10,145	3,702,896	
10	2031	9,646	46	502	10,193	3,720,499	
11	2032	9,692	46	504	10,242	3,738,187	
12	2033	9,738	46	506	10,290	3,755,958	
13	2034	9,784	47	509	10,339	3,773,814	
14	2035	9,831	47	511	10,388	3,791,755	
15	2036	9,877	47	514	10,438	3,809,781	
16	2037	9,924	47	516	10,487	3,827,892	
17	2038	9,971	47	518	10,537	3,846,090	
18	2039	10,019	48	521	10,587	3,864,374	
19	2040	10,066	48	523	10,638	3,882,746	
20	2041	10,114	48	526	10,688	3,901,204	
MEDIA CONGESTION							
Demanda (TDPA)					4,434		
Crecimiento Anual					0.48%		
Clasificación vehicular							
Año				Total Día	Total Anual		
	A	B	C			100%	365
0	2021	4,196	20	218	4,434	1,618,410	
1	2022	4,216	20	219	4,455	1,626,104	
2	2023	4,236	20	220	4,476	1,633,834	
3	2024	4,256	20	221	4,498	1,641,602	
4	2025	4,276	20	222	4,519	1,649,406	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

5	2026	4,297	20	223	4,540	1,657,247
6	2027	4,317	21	224	4,562	1,665,126
7	2028	4,338	21	226	4,584	1,673,042
8	2029	4,358	21	227	4,605	1,680,995
9	2030	4,379	21	228	4,627	1,688,987
10	2031	4,400	21	229	4,649	1,697,016
11	2032	4,421	21	230	4,671	1,705,084
12	2033	4,442	21	231	4,694	1,713,190
13	2034	4,463	21	232	4,716	1,721,334
14	2035	4,484	21	233	4,738	1,729,518
15	2036	4,505	21	234	4,761	1,737,740
16	2037	4,527	22	235	4,784	1,746,001
17	2038	4,548	22	236	4,806	1,754,301
18	2039	4,570	22	238	4,829	1,762,641
19	2040	4,592	22	239	4,852	1,771,021
20	2041	4,613	22	240	4,875	1,779,440

BAJA CONGESTIÓN

Demanda (TDPA)		714
Crecimiento Anual		0.48%

Clasificación vehicular

Año	A	B	C	Total Día	Total Anual	
	94.63%	0.45%	4.92%	100%	365	
0	2021	676	3	35	714	260,610
1	2022	679	3	35	717	261,849
2	2023	682	3	35	721	263,094
3	2024	685	3	36	724	264,345
4	2025	689	3	36	728	265,601
5	2026	692	3	36	731	266,864
6	2027	695	3	36	735	268,133
7	2028	698	3	36	738	269,407
8	2029	702	3	36	742	270,688
9	2030	705	3	37	745	271,975
10	2031	708	3	37	749	273,268
11	2032	712	3	37	752	274,567
12	2033	715	3	37	756	275,872
13	2034	719	3	37	759	277,184
14	2035	722	3	38	763	278,501
15	2036	725	3	38	767	279,825
16	2037	729	3	38	770	281,156
17	2038	732	3	38	774	282,492
18	2039	736	3	38	778	283,835
19	2040	739	4	38	781	285,185
20	2041	743	4	39	785	286,540

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 85 Proyección del TDPA Tramo 2

TRAMO 2						
ALTA CONGESTIÓN						
Demanda (TDPA)					6,117	
Crecimiento Anual					0.48%	
Clasificación vehicular						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	96.26%	0.70%	3.04%	100%	365	
0	2021	5,888	43	186	6,117	2,232,705
1	2022	5,916	43	187	6,146	2,243,319
2	2023	5,944	43	188	6,175	2,253,984
3	2024	5,973	43	189	6,205	2,264,699
4	2025	6,001	44	190	6,234	2,275,466
5	2026	6,030	44	190	6,264	2,286,283
6	2027	6,058	44	191	6,294	2,297,152
7	2028	6,087	44	192	6,323	2,308,073
8	2029	6,116	44	193	6,354	2,319,046
9	2030	6,145	45	194	6,384	2,330,070
10	2031	6,174	45	195	6,414	2,341,148
11	2032	6,204	45	196	6,445	2,352,277
12	2033	6,233	45	197	6,475	2,363,460
13	2034	6,263	46	198	6,506	2,374,696
14	2035	6,292	46	199	6,537	2,385,985
15	2036	6,322	46	200	6,568	2,397,328
16	2037	6,352	46	201	6,599	2,408,725
17	2038	6,383	46	202	6,631	2,420,176
18	2039	6,413	47	203	6,662	2,431,682
19	2040	6,443	47	203	6,694	2,443,242
20	2041	6,474	47	204	6,726	2,454,857
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)					2,791	
Crecimiento Anual					0.48%	
Clasificación vehicular						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	96.26%	0.70%	3.04%	100%	365	
0	2021	2,687	20	85	2,791	1,018,715
1	2022	2,699	20	85	2,804	1,023,558
2	2023	2,712	20	86	2,818	1,028,424
3	2024	2,725	20	86	2,831	1,033,313
4	2025	2,738	20	86	2,844	1,038,225
5	2026	2,751	20	87	2,858	1,043,161
6	2027	2,764	20	87	2,872	1,048,120
7	2028	2,777	20	88	2,885	1,053,103
8	2029	2,791	20	88	2,899	1,058,110
9	2030	2,804	20	89	2,913	1,063,140

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

10	2031	2,817	20	89	2,927	1,068,194
11	2032	2,830	21	89	2,940	1,073,272
12	2033	2,844	21	90	2,954	1,078,375
13	2034	2,857	21	90	2,968	1,083,501
14	2035	2,871	21	91	2,983	1,088,652
15	2036	2,885	21	91	2,997	1,093,828
16	2037	2,898	21	92	3,011	1,099,028
17	2038	2,912	21	92	3,025	1,104,252
18	2039	2,926	21	92	3,040	1,109,502
19	2040	2,940	21	93	3,054	1,114,777
20	2041	2,954	21	93	3,069	1,120,076

BAJA CONGESTIÓN	
Demanda (TDPA)	436
Crecimiento Anual	0.48%

		Clasificación vehicular				
Año		A	B	C	Total Día	Total Anual
		96.26%	0.70%	3.04%	100%	365
0	2021	420	3	13	436	159,140
1	2022	422	3	13	438	159,897
2	2023	424	3	13	440	160,657
3	2024	426	3	13	442	161,420
4	2025	428	3	14	444	162,188
5	2026	430	3	14	446	162,959
6	2027	432	3	14	449	163,734
7	2028	434	3	14	451	164,512
8	2029	436	3	14	453	165,294
9	2030	438	3	14	455	166,080
10	2031	440	3	14	457	166,869
11	2032	442	3	14	459	167,663
12	2033	444	3	14	462	168,460
13	2034	446	3	14	464	169,261
14	2035	449	3	14	466	170,065
15	2036	451	3	14	468	170,874
16	2037	453	3	14	470	171,686
17	2038	455	3	14	473	172,502
18	2039	457	3	14	475	173,322
19	2040	459	3	15	477	174,146
20	2041	461	3	15	479	174,974

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 86 Proyección del TDPA Tramo 3

TRAMO 3						
ALTA CONGESTIÓN						
Demanda (TDPA)						888
Crecimiento Anual						0.48%
Clasificación vehicular						
Año				Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	97.98%	1.34%	0.68%	100%	365	
0	2021	870	12	6	888	324,120
1	2022	874	12	6	892	325,661
2	2023	878	12	6	896	327,209
3	2024	883	12	6	901	328,765
4	2025	887	12	6	905	330,328
5	2026	891	12	6	909	331,898
6	2027	895	12	6	914	333,476
7	2028	899	12	6	918	335,061
8	2029	904	12	6	922	336,654
9	2030	908	12	6	927	338,254
10	2031	912	12	6	931	339,863
11	2032	917	13	6	936	341,478
12	2033	921	13	6	940	343,102
13	2034	925	13	6	944	344,733
14	2035	930	13	6	949	346,372
15	2036	934	13	6	953	348,018
16	2037	939	13	7	958	349,673
17	2038	943	13	7	963	351,335
18	2039	948	13	7	967	353,005
19	2040	952	13	7	972	354,683
20	2041	957	13	7	976	356,370
MEDIA CONGESTION						
Demanda (TDPA)						3,213
Crecimiento Anual						0.48%
Clasificación vehicular						
Año				Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	97.98%	1.34%	0.68%	100%	365	
0	2021	3,148	43	22	3,213	1,172,745
1	2022	3,163	43	22	3,228	1,178,320
2	2023	3,178	43	22	3,244	1,183,922
3	2024	3,193	44	22	3,259	1,189,550
4	2025	3,208	44	22	3,275	1,195,205
5	2026	3,224	44	22	3,290	1,200,887
6	2027	3,239	44	22	3,306	1,206,596
7	2028	3,254	45	23	3,321	1,212,333

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

8	2029	3,270	45	23	3,337	1,218,096
9	2030	3,285	45	23	3,353	1,223,887
10	2031	3,301	45	23	3,369	1,229,705
11	2032	3,317	45	23	3,385	1,235,551
12	2033	3,332	46	23	3,401	1,241,425
13	2034	3,348	46	23	3,417	1,247,327
14	2035	3,364	46	23	3,434	1,253,257
15	2036	3,380	46	23	3,450	1,259,215
16	2037	3,396	46	24	3,466	1,265,201
17	2038	3,412	47	24	3,483	1,271,216
18	2039	3,429	47	24	3,499	1,277,259
19	2040	3,445	47	24	3,516	1,283,331
20	2041	3,461	47	24	3,533	1,289,432

BAJA CONGESTIÓN

Demanda (TDPA)		476
Crecimiento Anual		0.48%

Clasificación vehicular

Año	A	B	C	Total Día	Total Anual	
	97.98%	1.34%	0.68%	100%	365	
0	2021	466	6	3	476	173,740
1	2022	469	6	3	478	174,566
2	2023	471	6	3	481	175,396
3	2024	473	6	3	483	176,230
4	2025	475	7	3	485	177,067
5	2026	478	7	3	487	177,909
6	2027	480	7	3	490	178,755
7	2028	482	7	3	492	179,605
8	2029	484	7	3	494	180,459
9	2030	487	7	3	497	181,317
10	2031	489	7	3	499	182,179
11	2032	491	7	3	501	183,045
12	2033	494	7	3	504	183,915
13	2034	496	7	3	506	184,789
14	2035	498	7	3	509	185,668
15	2036	501	7	3	511	186,550
16	2037	503	7	3	514	187,437
17	2038	506	7	4	516	188,328
18	2039	508	7	4	518	189,224
19	2040	510	7	4	521	190,123
20	2041	513	7	4	523	191,027

Fuente: Elaboración propia

m) Diagnóstico De La Interacción de La Oferta-Demanda Con Proyecto

El estado físico y las características geométricas de una carretera o autopista, tienen una influencia directa sobre la velocidad con la que circulan los vehículos en ella, de tal manera que un camino en buen estado y altas especificaciones de diseño, permite la circulación a velocidades más altas que un camino deteriorado. Este incremento en la velocidad de operación permite una reducción en los tiempos de recorrido y así de los costos generalizados de viaje.

Al igual que en la situación sin proyecto las tasas de incremento para las velocidades registradas en la situación con proyecto se determinaron determinadas considerando los datos registrados en la publicación técnica no. 216 "Modernización de caminos rurales: la evaluación económica como herramienta en la toma de decisiones" de Instituto Mexicano del Transporte (Ver pestaña Vel Y COV de la memoria de cálculo) considerando únicamente la disminución en el índice de rugosidad y las velocidades presentada a lo largo de diferentes caminos rurales; obteniendo así un incremento en las velocidades de recorrido del 1.25%, 2.35% y 1.59% para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C respectivamente en un terreno tipo plano y una reducción en el IRI de 4 mm/m a 3 mm/m; un incremento de 3.85%, 4.82% y 5.01% para un terreno tipo plano y una reducción en el IRI de 5mm/m a 3 mm/m.

Para la situación con proyecto las velocidades son las siguientes:

Tabla 87 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 1 Situación Con Proyecto

TRAMO 1				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	32.88	31.50	29.03	31.14
Media Congestión	37.45	36.29	33.04	35.59
Baja Congestión	42.14	40.62	37.22	39.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 2 Situación Con Proyecto

TRAMO 2				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	44.08	36.40	28.88	36.45
Media Congestión	49.59	40.03	34.27	41.30
Baja Congestión	52.20	46.55	39.64	46.13

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 89 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 3 Situación Con Proyecto

TRAMO 3				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	65.65	54.47	48.14	56.09
Media Congestión	69.30	56.95	50.83	59.03
Baja Congestión	75.15	59.65	55.25	63.35

Fuente: Elaboración propia

Costos de Operación vehicular (Situación sin Proyecto)

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado VehicleOperatingCost (VOC) que es parte del modelo HighwayDevelopment and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente se vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Tabla 90 Características Tramo 1 Situación Con Proyecto

SITUACIÓN CON PROYECTO				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 5.76 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	32.88	31.50	29.03	31.14
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,153.66	\$15,377.15	\$9,904.50	
COV's/km -veh	\$5.15	\$15.38	\$9.90	
Tiempo de recorrido	00:10:31	00:10:58	00:11:54	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 5.76 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	37.45	36.29	33.04	35.59
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,890.81	\$14,875.87	\$9,472.10	
COV's/km -veh	\$4.89	\$14.88	\$9.47	
Tiempo de recorrido	00:09:14	00:09:31	00:10:28	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 5.76 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	42.14	40.62	37.22	39.99
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,685.95	\$14,558.66	\$9,156.58	
COV's/km -veh	\$4.69	\$14.56	\$9.16	
Tiempo de recorrido	00:08:12	00:08:30	00:09:17	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91 Características Tramo 2 Situación Con Proyecto

SITUACIÓN CON PROYECTO				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 0.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	44.08	36.40	28.88	36.45
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,612.99	\$15,731.69	\$10,473.78	
COV's/km -veh	\$4.61	\$15.73	\$10.47	
Tiempo de recorrido	00:07:50	00:09:30	00:11:58	
MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 0.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	49.59	40.03	34.27	41.30
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,449.62	\$15,500.10	\$9,975.65	
COV's/km -veh	\$4.45	\$15.50	\$9.98	
Tiempo de recorrido	00:06:58	00:08:38	00:10:05	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 0.5 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	52.20	46.55	39.64	46.13
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,388.73	\$15,232.70	\$9,722.32	
COV's/km -veh	\$4.39	\$15.23	\$9.72	
Tiempo de recorrido	00:06:37	00:07:25	00:08:43	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92 Características Tramo 3 Situación Con Proyecto

SITUACIÓN CON PROYECTO				
ALTA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	65.65	54.47	48.14	56.09
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,175.52	\$14,137.92	\$8,766.33	
COV's/km -veh	\$4.18	\$14.14	\$8.77	
Tiempo de recorrido	00:05:16	00:06:21	00:07:11	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	69.30	56.95	50.83	59.03
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,140.02	\$14,115.13	\$8,725.31	
COV's/km -veh	\$4.14	\$14.12	\$8.73	
Tiempo de recorrido	00:04:59	00:06:04	00:06:48	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 1.54 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	75.15	59.65	55.25	63.35
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,098.65	\$14,104.52	\$8,694.57	
COV's/km -veh	\$4.10	\$14.10	\$8.69	
Tiempo de recorrido	00:04:36	00:05:48	00:06:15	

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran a continuación por tipo de vehículo y para cada uno de los horarios de alta, media y baja congestión.

Tabla 93 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Con Proyecto

Vehículo ligero				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)				
Selección del vehículo, tipo del vehículo		4.00		4.00
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	32.88	44.08	65.65
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16	1.16
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00	4.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00	0.00

Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00	2.00

Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50	0.50

Coefficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.31	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	1.55	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1	1	1
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00	-12.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Autobús Foráneo

Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	5.00		5.00
---	------	--	------

Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	31.50	36.40	54.47
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15

Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00	10.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo				
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00	23.00

Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42	1.42
Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.48	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01	0.01
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00	-50.00

Camión de dos ejes				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)				
Selección del vehículo, tipo del vehículo		8.00		
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	29.03	28.88	48.14
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00	2 100.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89	0.89
Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.37	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12	19.12

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00	-85.00

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)

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. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT.

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 94 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido Con Proyecto

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	141.7
Valor tiempo por motivo de trabajo	80.58
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	48.35
% coeficiente tiempo motivo placer	2.9%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2
Coeficiente de pasajeros por Bus	23
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1
Toneladas promedio (ton/veh)	10
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	117.75

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2021, NOTAS núm. 189, ENERO-FEBRERO 2021, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

Se presenta a continuación el cuadro con los CGV en la Situación sin proyecto, con base en las modificaciones realizadas al IRI y a las velocidades promedio de circulación para los tramos del proyecto:

Tabla 95 SCP Costos de Operación Vehicular Y Costos de Valor Tiempo– Tramo 1

TRAMO 1								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$5.15	\$15.38	\$9.90	\$100,145,375.79	\$1,420,935.25	\$10,006,533.52	\$111,572,844.55
2	2023	\$5.30	\$15.81	\$10.18	\$103,467,783.80	\$1,468,075.98	\$10,338,508.78	\$115,274,368.56
3	2024	\$5.45	\$16.26	\$10.47	\$106,900,415.53	\$1,516,780.65	\$10,681,497.60	\$119,098,693.78
4	2025	\$5.60	\$16.72	\$10.77	\$110,446,927.73	\$1,567,101.14	\$11,035,865.37	\$123,049,894.24

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

5	2026	\$5.76	\$17.19	\$11.07	\$114,111,098.50	\$1,619,091.05	\$11,401,989.59	\$127,132,179.14
6	2027	\$5.93	\$17.68	\$11.39	\$117,896,831.24	\$1,672,805.77	\$11,780,260.29	\$131,349,897.31
7	2028	\$6.09	\$18.18	\$11.71	\$121,808,158.89	\$1,728,302.53	\$12,171,080.45	\$135,707,541.86
8	2029	\$6.26	\$18.69	\$12.04	\$125,849,248.16	\$1,785,640.43	\$12,574,866.39	\$140,209,754.98
9	2030	\$6.44	\$19.22	\$12.38	\$130,024,404.00	\$1,844,880.57	\$12,992,048.28	\$144,861,332.85
10	2031	\$6.62	\$19.77	\$12.73	\$134,338,074.19	\$1,906,086.06	\$13,423,070.53	\$149,667,230.78
11	2032	\$6.81	\$20.32	\$13.09	\$138,794,854.06	\$1,969,322.08	\$13,868,392.31	\$154,632,568.45
12	2033	\$7.00	\$20.90	\$13.46	\$143,399,491.38	\$2,034,656.02	\$14,328,488.02	\$159,762,635.42
13	2034	\$7.20	\$21.49	\$13.84	\$148,156,891.47	\$2,102,157.46	\$14,803,847.80	\$165,062,896.73
14	2035	\$7.41	\$22.10	\$14.23	\$153,072,122.36	\$2,171,898.32	\$15,294,978.04	\$170,538,998.72
15	2036	\$7.62	\$22.72	\$14.64	\$158,150,420.20	\$2,243,952.90	\$15,802,401.94	\$176,196,775.04
16	2037	\$7.83	\$23.37	\$15.05	\$163,397,194.90	\$2,318,397.94	\$16,326,660.07	\$182,042,252.91
17	2038	\$8.05	\$24.03	\$15.48	\$168,818,035.81	\$2,395,312.77	\$16,868,310.90	\$188,081,659.48
18	2039	\$8.28	\$24.71	\$15.91	\$174,418,717.73	\$2,474,779.31	\$17,427,931.46	\$194,321,428.50
19	2040	\$8.51	\$25.41	\$16.36	\$180,205,207.03	\$2,556,882.21	\$18,006,117.91	\$200,768,207.16
20	2041	\$8.76	\$26.12	\$16.83	\$186,183,668.04	\$2,641,708.96	\$18,603,486.19	\$207,428,863.18

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	32.88	31.50	29.03	\$94,144,540.59	\$5,374,003.06	\$43,231,034.40	\$142,749,578.06
1	2022	32.72	31.35	28.89	\$95,043,942.84	\$5,425,343.17	\$43,644,038.58	\$144,113,324.59
2	2023	32.57	31.20	28.75	\$95,951,937.45	\$5,477,173.74	\$44,060,988.37	\$145,490,099.56
3	2024	32.41	31.05	28.62	\$96,868,606.51	\$5,529,499.48	\$44,481,921.46	\$146,880,027.45
4	2025	32.26	30.91	28.48	\$97,794,032.90	\$5,582,325.10	\$44,906,875.89	\$148,283,233.89
5	2026	32.11	30.76	28.35	\$98,728,300.27	\$5,635,655.39	\$45,335,890.09	\$149,699,845.76
6	2027	31.95	30.61	28.21	\$99,671,493.09	\$5,689,495.17	\$45,769,002.85	\$151,129,991.11
7	2028	31.80	30.47	28.08	\$100,623,696.63	\$5,743,849.30	\$46,206,253.31	\$152,573,799.24
8	2029	31.65	30.32	27.94	\$101,584,996.96	\$5,798,722.70	\$46,647,681.01	\$154,031,400.67
9	2030	31.50	30.18	27.81	\$102,555,481.01	\$5,854,120.33	\$47,093,325.85	\$155,502,927.19
10	2031	31.35	30.03	27.68	\$103,535,236.49	\$5,910,047.19	\$47,543,228.12	\$156,988,511.81
11	2032	31.20	29.89	27.55	\$104,524,351.98	\$5,966,508.35	\$47,997,428.50	\$158,488,288.84
12	2033	31.05	29.75	27.42	\$105,522,916.92	\$6,023,508.91	\$48,455,968.05	\$160,002,393.87
13	2034	30.90	29.61	27.29	\$106,531,021.56	\$6,081,054.01	\$48,918,888.22	\$161,530,963.78
14	2035	30.76	29.47	27.16	\$107,548,757.04	\$6,139,148.87	\$49,386,230.85	\$163,074,136.76
15	2036	30.61	29.33	27.03	\$108,576,215.38	\$6,197,798.73	\$49,858,038.21	\$164,632,052.32
16	2037	30.47	29.19	26.90	\$109,613,489.46	\$6,257,008.90	\$50,334,352.94	\$166,204,851.30
17	2038	30.32	29.05	26.77	\$110,660,673.06	\$6,316,784.72	\$50,815,218.10	\$167,792,675.88
18	2039	30.18	28.91	26.64	\$111,717,860.83	\$6,377,131.62	\$51,300,677.17	\$169,395,669.62
19	2040	30.03	28.77	26.52	\$112,785,148.37	\$6,438,055.03	\$51,790,774.04	\$171,013,977.43
20	2041	32.88	31.50	29.03	\$94,144,540.59	\$5,374,003.06	\$43,231,034.40	\$142,749,578.06

MEDIA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.89	\$14.88	\$9.47	\$43,349,101.39	\$626,997.15	\$4,364,980.30	\$48,341,078.84
2	2023	\$5.03	\$15.30	\$9.74	\$44,787,244.69	\$647,798.32	\$4,509,792.23	\$49,944,835.24

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

3	2024	\$5.17	\$15.73	\$10.02	\$46,273,099.63	\$669,289.58	\$4,659,408.42	\$51,601,797.63
4	2025	\$5.32	\$16.17	\$10.30	\$47,808,249.06	\$691,493.83	\$4,813,988.26	\$53,313,731.15
5	2026	\$5.47	\$16.63	\$10.59	\$49,394,328.39	\$714,434.72	\$4,973,696.41	\$55,082,459.53
6	2027	\$5.62	\$17.10	\$10.89	\$51,033,027.24	\$738,136.70	\$5,138,703.02	\$56,909,866.97
7	2028	\$5.78	\$17.59	\$11.20	\$52,726,091.33	\$762,625.02	\$5,309,183.87	\$58,797,900.21
8	2029	\$5.95	\$18.08	\$11.51	\$54,475,324.25	\$787,925.75	\$5,485,320.56	\$60,748,570.55
9	2030	\$6.11	\$18.60	\$11.84	\$56,282,589.46	\$814,065.86	\$5,667,300.73	\$62,763,956.05
10	2031	\$6.29	\$19.12	\$12.18	\$58,149,812.24	\$841,073.18	\$5,855,318.25	\$64,846,203.67
11	2032	\$6.46	\$19.66	\$12.52	\$60,078,981.71	\$868,976.50	\$6,049,573.42	\$66,997,531.63
12	2033	\$6.65	\$20.22	\$12.87	\$62,072,153.03	\$897,805.54	\$6,250,273.16	\$69,220,231.72
13	2034	\$6.84	\$20.79	\$13.24	\$64,131,449.50	\$927,591.00	\$6,457,631.29	\$71,516,671.78
14	2035	\$7.03	\$21.38	\$13.61	\$66,259,064.88	\$958,364.62	\$6,671,868.70	\$73,889,298.20
15	2036	\$7.23	\$21.98	\$14.00	\$68,457,265.71	\$990,159.18	\$6,893,213.62	\$76,340,638.51
16	2037	\$7.43	\$22.60	\$14.39	\$70,728,393.72	\$1,023,008.55	\$7,121,901.84	\$78,873,304.12
17	2038	\$7.64	\$23.24	\$14.80	\$73,074,868.34	\$1,056,947.73	\$7,358,176.99	\$81,489,993.06
18	2039	\$7.86	\$23.90	\$15.22	\$75,499,189.25	\$1,092,012.87	\$7,602,290.77	\$84,193,492.89
19	2040	\$8.08	\$24.58	\$15.65	\$78,003,939.06	\$1,128,241.33	\$7,854,503.23	\$86,986,683.62
20	2041	\$8.31	\$25.27	\$16.09	\$80,591,786.08	\$1,165,671.69	\$8,115,083.06	\$89,872,540.83

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	37.45	36.29	33.04	\$37,701,607.95	\$2,127,679.66	\$17,325,563.55	\$57,154,851.16
2	2023	37.27	36.12	32.88	\$38,061,787.21	\$2,148,006.27	\$17,491,081.92	\$57,700,875.40
3	2024	37.09	35.95	32.73	\$38,425,407.41	\$2,168,527.07	\$17,658,181.56	\$58,252,116.04
4	2025	36.92	35.77	32.57	\$38,792,501.43	\$2,189,243.92	\$17,826,877.56	\$58,808,622.91
5	2026	36.74	35.60	32.42	\$39,163,102.45	\$2,210,158.69	\$17,997,185.20	\$59,370,446.33
6	2027	36.57	35.44	32.26	\$39,537,243.98	\$2,231,273.26	\$18,169,119.85	\$59,937,637.08
7	2028	36.39	35.27	32.11	\$39,914,959.83	\$2,252,589.55	\$18,342,697.06	\$60,510,246.44
8	2029	36.22	35.10	31.96	\$40,296,284.17	\$2,274,109.48	\$18,517,932.53	\$61,088,326.18
9	2030	36.05	34.93	31.80	\$40,681,251.46	\$2,295,835.00	\$18,694,842.10	\$61,671,928.56
10	2031	35.88	34.77	31.65	\$41,069,896.50	\$2,317,768.07	\$18,873,441.76	\$62,261,106.33
11	2032	35.71	34.60	31.50	\$41,462,254.43	\$2,339,910.68	\$19,053,747.66	\$62,855,912.77
12	2033	35.54	34.44	31.35	\$41,858,360.72	\$2,362,264.83	\$19,235,776.09	\$63,456,401.64
13	2034	35.37	34.27	31.20	\$42,258,251.18	\$2,384,832.54	\$19,419,543.52	\$64,062,627.23
14	2035	35.20	34.11	31.06	\$42,661,961.96	\$2,407,615.84	\$19,605,066.56	\$64,674,644.36
15	2036	35.03	33.95	30.91	\$43,069,529.55	\$2,430,616.80	\$19,792,361.97	\$65,292,508.33
16	2037	34.87	33.79	30.76	\$43,480,990.82	\$2,453,837.50	\$19,981,446.70	\$65,916,275.02
17	2038	34.70	33.63	30.61	\$43,896,382.94	\$2,477,280.04	\$20,172,337.83	\$66,546,000.82
18	2039	34.54	33.47	30.47	\$44,315,743.48	\$2,500,946.54	\$20,365,052.63	\$67,181,742.65
19	2040	34.37	33.31	30.32	\$44,739,110.35	\$2,524,839.13	\$20,559,608.51	\$67,823,557.98
20	2041	34.21	33.15	30.18	\$45,166,521.81	\$2,548,959.97	\$20,756,023.07	\$68,471,504.85

BAJA CONGESTIÓN							
Costos de Operación Vehicular							
COV (\$/km)				Situación Actual			
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)			
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	-	-	-	-	-	-

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

1	2022	\$4.69	\$14.56	\$9.16	\$6,688,059.40	\$98,811.46	\$679,472.12	\$7,466,342.97
2	2023	\$4.82	\$14.97	\$9.42	\$6,909,941.46	\$102,089.61	\$702,014.19	\$7,714,045.25
3	2024	\$4.95	\$15.39	\$9.68	\$7,139,184.64	\$105,476.52	\$725,304.10	\$7,969,965.26
4	2025	\$5.09	\$15.83	\$9.96	\$7,376,033.16	\$108,975.79	\$749,366.68	\$8,234,375.64
5	2026	\$5.24	\$16.28	\$10.24	\$7,620,739.34	\$112,591.16	\$774,227.56	\$8,507,558.05
6	2027	\$5.39	\$16.74	\$10.53	\$7,873,563.84	\$116,326.46	\$799,913.22	\$8,789,803.53
7	2028	\$5.54	\$17.21	\$10.82	\$8,134,776.02	\$120,185.69	\$826,451.02	\$9,081,412.73
8	2029	\$5.70	\$17.70	\$11.13	\$8,404,654.13	\$124,172.96	\$853,869.24	\$9,382,696.33
9	2030	\$5.86	\$18.20	\$11.45	\$8,683,485.68	\$128,292.50	\$882,197.07	\$9,693,975.26
10	2031	\$6.02	\$18.71	\$11.77	\$8,971,567.71	\$132,548.71	\$911,464.71	\$10,015,581.13
11	2032	\$6.19	\$19.24	\$12.10	\$9,269,207.10	\$136,946.13	\$941,703.33	\$10,347,856.55
12	2033	\$6.37	\$19.79	\$12.44	\$9,576,720.92	\$141,489.43	\$972,945.14	\$10,691,155.49
13	2034	\$6.55	\$20.35	\$12.80	\$9,894,436.79	\$146,183.46	\$1,005,223.42	\$11,045,843.67
14	2035	\$6.73	\$20.92	\$13.16	\$10,222,693.14	\$151,033.23	\$1,038,572.56	\$11,412,298.93
15	2036	\$6.92	\$21.51	\$13.53	\$10,561,839.68	\$156,043.88	\$1,073,028.09	\$11,790,911.65
16	2037	\$7.12	\$22.12	\$13.91	\$10,912,237.70	\$161,220.77	\$1,108,626.71	\$12,182,085.17
17	2038	\$7.32	\$22.75	\$14.31	\$11,274,260.46	\$166,569.41	\$1,145,406.34	\$12,586,236.21
18	2039	\$7.53	\$23.39	\$14.71	\$11,648,293.64	\$172,095.49	\$1,183,406.17	\$13,003,795.30
19	2040	\$7.74	\$24.05	\$15.13	\$12,034,735.69	\$177,804.90	\$1,222,666.68	\$13,435,207.27
20	2041	\$7.96	\$24.73	\$15.56	\$12,433,998.28	\$183,703.73	\$1,263,229.69	\$13,880,931.70

Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	42.14	40.62	37.22	\$5,395,350.79	\$306,094.70	\$2,476,586.85	\$8,178,032.35
2	2023	41.94	40.43	37.04	\$5,446,894.84	\$309,018.95	\$2,500,246.72	\$8,256,160.52
3	2024	41.74	40.23	36.87	\$5,498,931.31	\$311,971.14	\$2,524,132.63	\$8,335,035.08
4	2025	41.54	40.04	36.69	\$5,551,464.90	\$314,951.53	\$2,548,246.72	\$8,414,663.16
5	2026	41.34	39.85	36.52	\$5,604,500.37	\$317,960.40	\$2,572,591.19	\$8,495,051.96
6	2027	41.15	39.66	36.34	\$5,658,042.51	\$320,998.00	\$2,597,168.23	\$8,576,208.75
7	2028	40.95	39.48	36.17	\$5,712,096.17	\$324,064.63	\$2,621,980.07	\$8,658,140.87
8	2029	40.76	39.29	36.00	\$5,766,666.21	\$327,160.56	\$2,647,028.95	\$8,740,855.72
9	2030	40.56	39.10	35.83	\$5,821,757.59	\$330,286.06	\$2,672,317.12	\$8,824,360.77
10	2031	40.37	38.91	35.66	\$5,877,375.28	\$333,441.42	\$2,697,846.89	\$8,908,663.59
11	2032	40.18	38.73	35.49	\$5,933,524.31	\$336,626.93	\$2,723,620.55	\$8,993,771.79
12	2033	39.99	38.55	35.32	\$5,990,209.75	\$339,842.86	\$2,749,640.44	\$9,079,693.06
13	2034	39.80	38.36	35.15	\$6,047,436.74	\$343,089.53	\$2,775,908.90	\$9,166,435.17
14	2035	39.61	38.18	34.98	\$6,105,210.44	\$346,367.20	\$2,802,428.33	\$9,254,005.96
15	2036	39.42	38.00	34.82	\$6,163,536.07	\$349,676.20	\$2,829,201.10	\$9,342,413.36
16	2037	39.23	37.82	34.65	\$6,222,418.91	\$353,016.80	\$2,856,229.64	\$9,431,665.35
17	2038	39.05	37.64	34.49	\$6,281,864.29	\$356,389.32	\$2,883,516.40	\$9,521,770.00
18	2039	38.86	37.46	34.32	\$6,341,877.57	\$359,794.05	\$2,911,063.84	\$9,612,735.46
19	2040	38.68	37.28	34.16	\$6,402,464.18	\$363,231.32	\$2,938,874.45	\$9,704,569.95
20	2041	38.49	37.10	34.00	\$6,463,629.60	\$366,701.42	\$2,966,950.75	\$9,797,281.77

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 96 SCP Costos de Operación Vehicular y costos de Valor Tiempo- Tramo 2

TRAMO 2								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.61	\$15.73	\$10.47	\$57,377,497.05	\$1,422,941.53	\$4,114,248.35	\$62,914,686.94
2	2023	\$4.74	\$16.18	\$10.77	\$59,281,044.31	\$1,470,148.83	\$4,250,742.04	\$65,001,935.19
3	2024	\$4.88	\$16.63	\$11.07	\$61,247,743.38	\$1,518,922.27	\$4,391,764.03	\$67,158,429.67
4	2025	\$5.02	\$17.10	\$11.39	\$63,279,689.35	\$1,569,313.81	\$4,537,464.53	\$69,386,467.69
5	2026	\$5.16	\$17.59	\$11.71	\$65,379,046.87	\$1,621,377.13	\$4,687,998.78	\$71,688,422.77
6	2027	\$5.30	\$18.09	\$12.04	\$67,548,052.35	\$1,675,167.69	\$4,843,527.12	\$74,066,747.17
7	2028	\$5.45	\$18.60	\$12.38	\$69,789,016.44	\$1,730,742.80	\$5,004,215.26	\$76,523,974.50
8	2029	\$5.61	\$19.12	\$12.73	\$72,104,326.42	\$1,788,161.67	\$5,170,234.35	\$79,062,722.44
9	2030	\$5.77	\$19.66	\$13.09	\$74,496,448.77	\$1,847,485.45	\$5,341,761.27	\$81,685,695.50
10	2031	\$5.93	\$20.22	\$13.46	\$76,967,931.82	\$1,908,777.35	\$5,518,978.75	\$84,395,687.92
11	2032	\$6.10	\$20.79	\$13.84	\$79,521,408.42	\$1,972,102.67	\$5,702,075.56	\$87,195,586.64
12	2033	\$6.27	\$21.38	\$14.24	\$82,159,598.77	\$2,037,528.85	\$5,891,246.77	\$90,088,374.39
13	2034	\$6.45	\$21.99	\$14.64	\$84,885,313.34	\$2,105,125.60	\$6,086,693.89	\$93,077,132.83
14	2035	\$6.63	\$22.61	\$15.05	\$87,701,455.80	\$2,174,964.93	\$6,288,625.14	\$96,165,045.87
15	2036	\$6.82	\$23.25	\$15.48	\$90,611,026.19	\$2,247,121.25	\$6,497,255.62	\$99,355,403.06
16	2037	\$7.01	\$23.91	\$15.92	\$93,617,124.05	\$2,321,671.40	\$6,712,807.61	\$102,651,603.06
17	2038	\$7.21	\$24.58	\$16.37	\$96,722,951.76	\$2,398,694.83	\$6,935,510.71	\$106,057,157.30
18	2039	\$7.41	\$25.28	\$16.83	\$99,931,817.95	\$2,478,273.57	\$7,165,602.17	\$109,575,693.69
19	2040	\$7.62	\$25.99	\$17.30	\$103,247,141.00	\$2,560,492.40	\$7,403,327.12	\$113,210,960.52
20	2041	\$7.84	\$26.73	\$17.79	\$106,672,452.72	\$2,645,438.92	\$7,648,938.79	\$116,966,830.42
Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	44.08	36.40	28.88	\$44,950,022.99	\$4,552,187.52	\$16,895,906.30	\$66,398,116.80
2	2023	43.87	36.23	28.74	\$45,379,449.39	\$4,595,676.47	\$17,057,319.97	\$67,032,445.83
3	2024	43.66	36.05	28.61	\$45,812,978.28	\$4,639,580.89	\$17,220,275.69	\$67,672,834.87
4	2025	43.45	35.88	28.47	\$46,250,648.86	\$4,683,904.75	\$17,384,788.20	\$68,319,341.82
5	2026	43.25	35.71	28.33	\$46,692,500.69	\$4,728,652.06	\$17,550,872.37	\$68,972,025.12
6	2027	43.04	35.54	28.20	\$47,138,573.71	\$4,773,826.85	\$17,718,543.21	\$69,630,943.77
7	2028	42.84	35.37	28.07	\$47,588,908.26	\$4,819,433.22	\$17,887,815.87	\$70,296,157.35
8	2029	42.63	35.21	27.93	\$48,043,545.04	\$4,865,475.29	\$18,058,705.67	\$70,967,726.00
9	2030	42.43	35.04	27.80	\$48,502,525.16	\$4,911,957.21	\$18,231,228.06	\$71,645,710.42
10	2031	42.23	34.87	27.67	\$48,965,890.10	\$4,958,883.20	\$18,405,398.62	\$72,330,171.91
11	2032	42.03	34.71	27.54	\$49,433,681.77	\$5,006,257.48	\$18,581,233.10	\$73,021,172.35
12	2033	41.83	34.54	27.41	\$49,905,942.44	\$5,054,084.36	\$18,758,747.41	\$73,718,774.21
13	2034	41.63	34.38	27.27	\$50,382,714.82	\$5,102,368.15	\$18,937,957.58	\$74,423,040.55
14	2035	41.43	34.21	27.15	\$50,864,042.01	\$5,151,113.21	\$19,118,879.82	\$75,134,035.04
15	2036	41.24	34.05	27.02	\$51,349,967.51	\$5,200,323.95	\$19,301,530.49	\$75,851,821.96
16	2037	41.04	33.89	26.89	\$51,840,535.27	\$5,250,004.82	\$19,485,926.10	\$76,576,466.20
17	2038	40.84	33.73	26.76	\$52,335,789.63	\$5,300,160.32	\$19,672,083.32	\$77,308,033.26

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

18	2039	40.65	33.57	26.63	\$52,835,775.35	\$5,350,794.97	\$19,860,018.97	\$78,046,589.30
19	2040	40.46	33.41	26.51	\$53,340,537.65	\$5,401,913.36	\$20,049,750.06	\$78,792,201.07
20	2041	40.26	33.25	26.38	\$53,850,122.16	\$5,453,520.10	\$20,241,293.72	\$79,544,935.98

MEDIA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.45	\$15.50	\$9.98	\$25,252,455.35	\$639,687.09	\$1,787,926.56	\$27,680,069.00
2	2023	\$4.58	\$15.94	\$10.26	\$26,090,227.04	\$660,909.25	\$1,847,242.54	\$28,598,378.83
3	2024	\$4.70	\$16.39	\$10.55	\$26,955,792.51	\$682,835.48	\$1,908,526.38	\$29,547,154.37
4	2025	\$4.84	\$16.85	\$10.85	\$27,850,073.85	\$705,489.12	\$1,971,843.37	\$30,527,406.35
5	2026	\$4.97	\$17.33	\$11.15	\$28,774,023.74	\$728,894.32	\$2,037,260.95	\$31,540,179.01
6	2027	\$5.12	\$17.82	\$11.47	\$29,728,626.45	\$753,076.01	\$2,104,848.82	\$32,586,551.28
7	2028	\$5.26	\$18.32	\$11.79	\$30,714,898.91	\$778,059.95	\$2,174,678.97	\$33,667,637.83
8	2029	\$5.41	\$18.84	\$12.13	\$31,733,891.81	\$803,872.75	\$2,246,825.79	\$34,784,590.35
9	2030	\$5.56	\$19.38	\$12.47	\$32,786,690.66	\$830,541.91	\$2,321,366.15	\$35,938,598.72
10	2031	\$5.72	\$19.92	\$12.82	\$33,874,417.01	\$858,095.85	\$2,398,379.44	\$37,130,892.30
11	2032	\$5.88	\$20.49	\$13.19	\$34,998,229.60	\$886,563.91	\$2,477,947.72	\$38,362,741.23
12	2033	\$6.05	\$21.07	\$13.56	\$36,159,325.64	\$915,976.42	\$2,560,155.74	\$39,635,457.80
13	2034	\$6.22	\$21.66	\$13.94	\$37,358,942.02	\$946,364.72	\$2,645,091.09	\$40,950,397.82
14	2035	\$6.39	\$22.28	\$14.34	\$38,598,356.69	\$977,761.17	\$2,732,844.23	\$42,308,962.10
15	2036	\$6.58	\$22.91	\$14.74	\$39,878,890.00	\$1,010,199.23	\$2,823,508.67	\$43,712,597.90
16	2037	\$6.76	\$23.55	\$15.16	\$41,201,906.10	\$1,043,713.45	\$2,917,180.97	\$45,162,800.51
17	2038	\$6.95	\$24.22	\$15.59	\$42,568,814.37	\$1,078,339.53	\$3,013,960.93	\$46,661,114.83
18	2039	\$7.15	\$24.90	\$16.03	\$43,981,070.99	\$1,114,114.36	\$3,113,951.64	\$48,209,137.00
19	2040	\$7.35	\$25.61	\$16.48	\$45,440,180.43	\$1,151,076.05	\$3,217,259.64	\$49,808,516.12
20	2041	\$7.56	\$26.33	\$16.95	\$46,947,697.06	\$1,189,263.98	\$3,323,994.96	\$51,460,956.01

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	49.59	40.03	34.27	\$18,230,507.21	\$1,888,675.27	\$6,496,597.08	\$26,615,779.55
2	2023	49.35	39.84	34.11	\$18,404,670.88	\$1,906,718.57	\$6,558,661.80	\$26,870,051.25
3	2024	49.12	39.65	33.94	\$18,580,498.41	\$1,924,934.25	\$6,621,319.44	\$27,126,752.11
4	2025	48.89	39.46	33.78	\$18,758,005.70	\$1,943,323.96	\$6,684,575.68	\$27,385,905.34
5	2026	48.65	39.27	33.62	\$18,937,208.79	\$1,961,889.35	\$6,748,436.23	\$27,647,534.37
6	2027	48.42	39.09	33.46	\$19,118,123.88	\$1,980,632.10	\$6,812,906.87	\$27,911,662.85
7	2028	48.19	38.90	33.30	\$19,300,767.33	\$1,999,553.90	\$6,877,993.42	\$28,178,314.66
8	2029	47.96	38.72	33.15	\$19,485,155.64	\$2,018,656.48	\$6,943,701.78	\$28,447,513.90
9	2030	47.74	38.53	32.99	\$19,671,305.50	\$2,037,941.55	\$7,010,037.87	\$28,719,284.92
10	2031	47.51	38.35	32.83	\$19,859,233.72	\$2,057,410.86	\$7,077,007.70	\$28,993,652.29
11	2032	47.28	38.17	32.68	\$20,048,957.31	\$2,077,066.17	\$7,144,617.32	\$29,270,640.79
12	2033	47.06	37.99	32.52	\$20,240,493.40	\$2,096,909.25	\$7,212,872.84	\$29,550,275.49
13	2034	46.83	37.81	32.37	\$20,433,859.31	\$2,116,941.91	\$7,281,780.44	\$29,832,581.65
14	2035	46.61	37.63	32.21	\$20,629,072.53	\$2,137,165.94	\$7,351,346.34	\$30,117,584.81
15	2036	46.39	37.45	32.06	\$20,826,150.70	\$2,157,583.18	\$7,421,576.83	\$30,405,310.71

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

16	2037	46.17	37.27	31.91	\$21,025,111.65	\$2,178,195.48	\$7,492,478.26	\$30,695,785.39
17	2038	45.95	37.09	31.75	\$21,225,973.35	\$2,199,004.69	\$7,564,057.05	\$30,989,035.09
18	2039	45.73	36.92	31.60	\$21,428,753.97	\$2,220,012.70	\$7,636,319.65	\$31,285,086.32
19	2040	45.51	36.74	31.45	\$21,633,471.83	\$2,241,221.42	\$7,709,272.62	\$31,583,965.86
20	2041	45.30	36.56	31.30	\$21,840,145.45	\$2,262,632.74	\$7,782,922.53	\$31,885,700.72

BAJA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.39	\$15.23	\$9.72	\$3,890,863.83	\$98,205.65	\$272,210.76	\$4,261,280.24
2	2023	\$4.51	\$15.66	\$10.00	\$4,019,946.55	\$101,463.71	\$281,241.58	\$4,402,651.84
3	2024	\$4.64	\$16.11	\$10.28	\$4,153,311.70	\$104,829.85	\$290,572.01	\$4,548,713.56
4	2025	\$4.77	\$16.56	\$10.57	\$4,291,101.34	\$108,307.67	\$300,211.98	\$4,699,621.00
5	2026	\$4.91	\$17.03	\$10.87	\$4,433,462.28	\$111,900.87	\$310,171.77	\$4,855,534.92
6	2027	\$5.05	\$17.51	\$11.18	\$4,580,546.16	\$115,613.28	\$320,461.99	\$5,016,621.42
7	2028	\$5.19	\$18.01	\$11.49	\$4,732,509.68	\$119,448.85	\$331,093.58	\$5,183,052.11
8	2029	\$5.34	\$18.52	\$11.82	\$4,889,514.71	\$123,411.66	\$342,077.90	\$5,355,004.27
9	2030	\$5.49	\$19.04	\$12.15	\$5,051,728.52	\$127,505.95	\$353,426.62	\$5,532,661.09
10	2031	\$5.64	\$19.58	\$12.50	\$5,219,323.91	\$131,736.07	\$365,151.85	\$5,716,211.83
11	2032	\$5.80	\$20.13	\$12.85	\$5,392,479.42	\$136,106.52	\$377,266.07	\$5,905,852.01
12	2033	\$5.96	\$20.70	\$13.21	\$5,571,379.51	\$140,621.97	\$389,782.20	\$6,101,783.68
13	2034	\$6.13	\$21.29	\$13.59	\$5,756,214.76	\$145,287.23	\$402,713.55	\$6,304,215.54
14	2035	\$6.31	\$21.89	\$13.97	\$5,947,182.08	\$150,107.25	\$416,073.92	\$6,513,363.25
15	2036	\$6.49	\$22.51	\$14.37	\$6,144,484.91	\$155,087.19	\$429,877.52	\$6,729,449.62
16	2037	\$6.67	\$23.15	\$14.77	\$6,348,333.42	\$160,232.34	\$444,139.07	\$6,952,704.83
17	2038	\$6.86	\$23.80	\$15.19	\$6,558,944.78	\$165,548.18	\$458,873.77	\$7,183,366.73
18	2039	\$7.05	\$24.48	\$15.62	\$6,776,543.35	\$171,040.39	\$474,097.29	\$7,421,681.03
19	2040	\$7.25	\$25.17	\$16.06	\$7,001,360.94	\$176,714.80	\$489,825.87	\$7,667,901.61
20	2041	\$7.46	\$25.88	\$16.52	\$7,233,637.05	\$182,577.46	\$506,076.26	\$7,922,290.77

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	52.20	46.55	39.64	\$2,705,509.17	\$253,717.17	\$877,390.74	\$3,836,617.07
2	2023	51.95	46.33	39.45	\$2,731,356.03	\$256,141.03	\$885,772.82	\$3,873,269.88
3	2024	51.70	46.11	39.26	\$2,757,449.82	\$258,588.05	\$894,234.98	\$3,910,272.85
4	2025	51.46	45.89	39.08	\$2,783,792.89	\$261,058.45	\$902,777.98	\$3,947,629.32
5	2026	51.21	45.67	38.89	\$2,810,387.63	\$263,552.46	\$911,402.59	\$3,985,342.68
6	2027	50.97	45.45	38.71	\$2,837,236.44	\$266,070.28	\$920,109.60	\$4,023,416.33
7	2028	50.73	45.24	38.52	\$2,864,341.75	\$268,612.16	\$928,899.80	\$4,061,853.71
8	2029	50.49	45.02	38.34	\$2,891,706.01	\$271,178.33	\$937,773.97	\$4,100,658.30
9	2030	50.25	44.81	38.16	\$2,919,331.69	\$273,769.01	\$946,732.91	\$4,139,833.61
10	2031	50.01	44.60	37.98	\$2,947,221.29	\$276,384.44	\$955,777.45	\$4,179,383.17
11	2032	49.77	44.38	37.80	\$2,975,377.33	\$279,024.85	\$964,908.39	\$4,219,310.57
12	2033	49.53	44.17	37.62	\$3,003,802.35	\$281,690.50	\$974,126.57	\$4,259,619.41
13	2034	49.30	43.96	37.44	\$3,032,498.93	\$284,381.60	\$983,432.81	\$4,300,313.34

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

14	2035	49.06	43.75	37.26	\$3,061,469.67	\$287,098.42	\$992,827.95	\$4,341,396.04
15	2036	48.83	43.55	37.08	\$3,090,717.17	\$289,841.19	\$1,002,312.85	\$4,382,871.21
16	2037	48.60	43.34	36.91	\$3,120,244.09	\$292,610.17	\$1,011,888.37	\$4,424,742.62
17	2038	48.37	43.13	36.73	\$3,150,053.09	\$295,405.59	\$1,021,555.36	\$4,467,014.04
18	2039	48.14	42.93	36.56	\$3,180,146.86	\$298,227.73	\$1,031,314.71	\$4,509,689.30
19	2040	47.91	42.72	36.38	\$3,210,528.14	\$301,076.82	\$1,041,167.29	\$4,552,772.25
20	2041	47.68	42.52	36.21	\$3,241,199.66	\$303,953.13	\$1,051,114.00	\$4,596,266.79

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97 SCP Costos de Operación Vehicular y Costos de Valor Tiempo- Tramo 3

TRAMO 3								
ALTA CONGESTIÓN								
Costos de Operación Vehicular								
COV (\$/km)				Situación Con Proyecto				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	\$4.18	\$14.14	\$8.77	\$7,674,258.43	\$355,368.01	\$111,818.74	\$8,141,445.18
2	2023	\$4.29	\$14.54	\$9.01	\$7,928,858.48	\$367,157.65	\$115,528.43	\$8,411,544.55
3	2024	\$4.42	\$14.95	\$9.27	\$8,191,905.10	\$379,338.41	\$119,361.18	\$8,690,604.70
4	2025	\$4.54	\$15.37	\$9.53	\$8,463,678.52	\$391,923.29	\$123,321.09	\$8,978,922.90
5	2026	\$4.67	\$15.81	\$9.80	\$8,744,468.26	\$404,925.68	\$127,412.37	\$9,276,806.30
6	2027	\$4.80	\$16.25	\$10.08	\$9,034,573.43	\$418,359.43	\$131,639.38	\$9,584,572.24
7	2028	\$4.94	\$16.71	\$10.36	\$9,334,303.08	\$432,238.86	\$136,006.63	\$9,902,548.58
8	2029	\$5.08	\$17.19	\$10.66	\$9,643,976.53	\$446,578.75	\$140,518.77	\$10,231,074.05
9	2030	\$5.22	\$17.67	\$10.96	\$9,963,923.65	\$461,394.38	\$145,180.60	\$10,570,498.63
10	2031	\$5.37	\$18.17	\$11.27	\$10,294,485.29	\$476,701.53	\$149,997.09	\$10,921,183.91
11	2032	\$5.52	\$18.69	\$11.59	\$10,636,013.60	\$492,516.51	\$154,973.37	\$11,283,503.48
12	2033	\$5.68	\$19.22	\$11.91	\$10,988,872.40	\$508,856.16	\$160,114.74	\$11,657,843.30
13	2034	\$5.84	\$19.76	\$12.25	\$11,353,437.58	\$525,737.90	\$165,426.68	\$12,044,602.17
14	2035	\$6.00	\$20.32	\$12.60	\$11,730,097.53	\$543,179.70	\$170,914.86	\$12,444,192.09
15	2036	\$6.17	\$20.89	\$12.95	\$12,119,253.49	\$561,200.15	\$176,585.10	\$12,857,038.75
16	2037	\$6.34	\$21.48	\$13.32	\$12,521,320.04	\$579,818.44	\$182,443.46	\$13,283,581.94
17	2038	\$6.52	\$22.09	\$13.70	\$12,936,725.48	\$599,054.41	\$188,496.18	\$13,724,276.07
18	2039	\$6.71	\$22.72	\$14.09	\$13,365,912.35	\$618,928.55	\$194,749.70	\$14,179,590.60
19	2040	\$6.90	\$23.36	\$14.48	\$13,809,337.86	\$639,462.03	\$201,210.69	\$14,650,010.58
20	2041	\$7.09	\$24.02	\$14.89	\$14,267,474.39	\$660,676.73	\$207,886.02	\$15,136,037.14
Valor tiempo								
Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	-
1	2022	65.65	54.47	48.14	\$4,459,671.16	\$845,367.20	\$329,141.32	\$5,634,179.69
2	2023	65.34	54.21	47.91	\$4,502,276.27	\$853,443.35	\$332,285.75	\$5,688,005.37
3	2024	65.03	53.95	47.68	\$4,545,288.40	\$861,596.65	\$335,460.21	\$5,742,345.26
4	2025	64.72	53.70	47.46	\$4,588,711.44	\$869,827.85	\$338,665.00	\$5,797,204.30
5	2026	64.41	53.44	47.23	\$4,632,549.33	\$878,137.68	\$341,900.41	\$5,852,587.42
6	2027	64.10	53.19	47.01	\$4,676,806.01	\$886,526.89	\$345,166.73	\$5,908,499.64
7	2028	63.80	52.93	46.78	\$4,721,485.50	\$894,996.26	\$348,464.25	\$5,964,946.01
8	2029	63.50	52.68	46.56	\$4,766,591.83	\$903,546.53	\$351,793.28	\$6,021,931.64

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9	2030	63.19	52.43	46.34	\$4,812,129.08	\$912,178.49	\$355,154.11	\$6,079,461.67
10	2031	62.89	52.18	46.12	\$4,858,101.36	\$920,892.91	\$358,547.04	\$6,137,541.32
11	2032	62.59	51.94	45.90	\$4,904,512.84	\$929,690.59	\$361,972.39	\$6,196,175.82
12	2033	62.30	51.69	45.68	\$4,951,367.71	\$938,572.31	\$365,430.47	\$6,255,370.49
13	2034	62.00	51.44	45.46	\$4,998,670.20	\$947,538.89	\$368,921.58	\$6,315,130.66
14	2035	61.71	51.20	45.25	\$5,046,424.59	\$956,591.12	\$372,446.04	\$6,375,461.75
15	2036	61.41	50.95	45.03	\$5,094,635.20	\$965,729.84	\$376,004.17	\$6,436,369.21
16	2037	61.12	50.71	44.82	\$5,143,306.38	\$974,955.86	\$379,596.30	\$6,497,858.54
17	2038	60.83	50.47	44.61	\$5,192,442.54	\$984,270.02	\$383,222.74	\$6,559,935.31
18	2039	60.54	50.23	44.39	\$5,242,048.12	\$993,673.17	\$386,883.83	\$6,622,605.12
19	2040	60.25	49.99	44.18	\$5,292,127.60	\$1,003,166.14	\$390,579.89	\$6,685,873.64
20	2041	59.97	49.75	43.97	\$5,342,685.52	\$1,012,749.81	\$394,311.26	\$6,749,746.59

MEDIA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.14	\$14.12	\$8.73	\$27,531,220.66	\$1,283,734.93	\$402,694.34	\$29,217,649.92
2	2023	\$4.26	\$14.51	\$8.97	\$28,444,592.32	\$1,326,323.93	\$416,054.06	\$30,186,970.31
3	2024	\$4.38	\$14.92	\$9.23	\$29,388,265.86	\$1,370,325.85	\$429,857.01	\$31,188,448.72
4	2025	\$4.50	\$15.35	\$9.49	\$30,363,246.57	\$1,415,787.58	\$444,117.88	\$32,223,152.03
5	2026	\$4.63	\$15.78	\$9.76	\$31,370,573.10	\$1,462,757.53	\$458,851.87	\$33,292,182.51
6	2027	\$4.76	\$16.23	\$10.03	\$32,411,318.54	\$1,511,285.76	\$474,074.67	\$34,396,678.98
7	2028	\$4.89	\$16.69	\$10.31	\$33,486,591.60	\$1,561,423.95	\$489,802.50	\$35,537,818.06
8	2029	\$5.03	\$17.16	\$10.61	\$34,597,537.76	\$1,613,225.52	\$506,052.12	\$36,716,815.39
9	2030	\$5.18	\$17.64	\$10.91	\$35,745,340.50	\$1,666,745.65	\$522,840.83	\$37,934,926.97
10	2031	\$5.32	\$18.14	\$11.22	\$36,931,222.57	\$1,722,041.35	\$540,186.52	\$39,193,450.44
11	2032	\$5.47	\$18.66	\$11.53	\$38,156,447.29	\$1,779,171.54	\$558,107.66	\$40,493,726.49
12	2033	\$5.63	\$19.18	\$11.86	\$39,422,319.88	\$1,838,197.07	\$576,623.36	\$41,837,140.31
13	2034	\$5.79	\$19.73	\$12.19	\$40,730,188.87	\$1,899,180.82	\$595,753.33	\$43,225,123.02
14	2035	\$5.95	\$20.28	\$12.54	\$42,081,447.53	\$1,962,187.75	\$615,517.95	\$44,659,153.24
15	2036	\$6.12	\$20.86	\$12.89	\$43,477,535.34	\$2,027,285.00	\$635,938.28	\$46,140,758.63
16	2037	\$6.29	\$21.45	\$13.26	\$44,919,939.56	\$2,094,541.91	\$657,036.08	\$47,671,517.54
17	2038	\$6.47	\$22.06	\$13.63	\$46,410,196.76	\$2,164,030.12	\$678,833.81	\$49,253,060.68
18	2039	\$6.65	\$22.68	\$14.02	\$47,949,894.50	\$2,235,823.66	\$701,354.70	\$50,887,072.86
19	2040	\$6.84	\$23.32	\$14.42	\$49,540,673.04	\$2,309,999.01	\$724,622.74	\$52,575,294.78
20	2041	\$7.03	\$23.98	\$14.82	\$51,184,227.00	\$2,386,635.19	\$748,662.71	\$54,319,524.90

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	69.30	56.95	50.83	\$15,286,289.92	\$2,925,545.13	\$1,127,888.44	\$19,339,723.49
2	2023	68.97	56.68	50.59	\$15,432,326.25	\$2,953,494.09	\$1,138,663.63	\$19,524,483.97
3	2024	68.64	56.41	50.35	\$15,579,757.73	\$2,981,710.06	\$1,149,541.76	\$19,711,009.55
4	2025	68.32	56.14	50.11	\$15,728,597.69	\$3,010,195.58	\$1,160,523.82	\$19,899,317.08
5	2026	67.99	55.87	49.87	\$15,878,859.57	\$3,038,953.24	\$1,171,610.79	\$20,089,423.60
6	2027	67.67	55.61	49.63	\$16,030,556.97	\$3,067,985.63	\$1,182,803.68	\$20,281,346.28

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

7	2028	67.35	55.34	49.40	\$16,183,703.60	\$3,097,295.39	\$1,194,103.49	\$20,475,102.48
8	2029	67.03	55.08	49.16	\$16,338,313.30	\$3,126,885.15	\$1,205,511.27	\$20,670,709.71
9	2030	66.71	54.82	48.93	\$16,494,400.05	\$3,156,757.59	\$1,217,028.02	\$20,868,185.66
10	2031	66.39	54.56	48.70	\$16,651,977.97	\$3,186,915.42	\$1,228,654.80	\$21,067,548.18
11	2032	66.08	54.30	48.46	\$16,811,061.29	\$3,217,361.36	\$1,240,392.65	\$21,268,815.30
12	2033	65.76	54.04	48.23	\$16,971,664.40	\$3,248,098.16	\$1,252,242.64	\$21,472,005.20
13	2034	65.45	53.78	48.00	\$17,133,801.82	\$3,279,128.60	\$1,264,205.84	\$21,677,136.27
14	2035	65.14	53.53	47.78	\$17,297,488.21	\$3,310,455.49	\$1,276,283.33	\$21,884,227.03
15	2036	64.83	53.27	47.55	\$17,462,738.37	\$3,342,081.66	\$1,288,476.20	\$22,093,296.22
16	2037	64.52	53.02	47.32	\$17,629,567.22	\$3,374,009.97	\$1,300,785.55	\$22,304,362.74
17	2038	64.21	52.77	47.10	\$17,797,989.86	\$3,406,243.30	\$1,313,212.50	\$22,517,445.66
18	2039	63.91	52.52	46.87	\$17,968,021.52	\$3,438,784.57	\$1,325,758.17	\$22,732,564.26
19	2040	63.60	52.27	46.65	\$18,139,677.56	\$3,471,636.72	\$1,338,423.69	\$22,949,737.97
20	2041	63.30	52.02	46.43	\$18,312,973.50	\$3,504,802.72	\$1,351,210.22	\$23,168,986.43

BAJA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular

COV (\$/km)				Situación Actual				
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	\$4.10	\$14.10	\$8.69	\$4,037,940.30	\$190,040.02	\$59,448.27	\$4,287,428.59
2	2023	\$4.21	\$14.50	\$8.94	\$4,171,902.40	\$196,344.76	\$61,420.52	\$4,429,667.68
3	2024	\$4.33	\$14.91	\$9.19	\$4,310,308.81	\$202,858.66	\$63,458.20	\$4,576,625.67
4	2025	\$4.46	\$15.34	\$9.45	\$4,453,306.97	\$209,588.67	\$65,563.48	\$4,728,459.12
5	2026	\$4.58	\$15.77	\$9.72	\$4,601,049.22	\$216,541.95	\$67,738.60	\$4,885,329.77
6	2027	\$4.71	\$16.22	\$10.00	\$4,753,692.94	\$223,725.92	\$69,985.89	\$5,047,404.74
7	2028	\$4.85	\$16.67	\$10.28	\$4,911,400.75	\$231,148.22	\$72,307.73	\$5,214,856.69
8	2029	\$4.98	\$17.15	\$10.57	\$5,074,340.64	\$238,816.75	\$74,706.60	\$5,387,864.00
9	2030	\$5.12	\$17.63	\$10.87	\$5,242,686.21	\$246,739.70	\$77,185.05	\$5,566,610.97
10	2031	\$5.27	\$18.13	\$11.18	\$5,416,616.78	\$254,925.50	\$79,745.73	\$5,751,288.02
11	2032	\$5.42	\$18.64	\$11.49	\$5,596,317.65	\$263,382.87	\$82,391.36	\$5,942,091.89
12	2033	\$5.57	\$19.17	\$11.82	\$5,781,980.25	\$272,120.82	\$85,124.77	\$6,139,225.84
13	2034	\$5.73	\$19.71	\$12.15	\$5,973,802.36	\$281,148.66	\$87,948.85	\$6,342,899.88
14	2035	\$5.89	\$20.27	\$12.50	\$6,171,988.34	\$290,476.01	\$90,866.63	\$6,553,330.98
15	2036	\$6.06	\$20.84	\$12.85	\$6,376,749.30	\$300,112.80	\$93,881.21	\$6,770,743.31
16	2037	\$6.23	\$21.43	\$13.21	\$6,588,303.38	\$310,069.30	\$96,995.80	\$6,995,368.48
17	2038	\$6.40	\$22.04	\$13.59	\$6,806,875.95	\$320,356.11	\$100,213.72	\$7,227,445.78
18	2039	\$6.59	\$22.66	\$13.97	\$7,032,699.85	\$330,984.19	\$103,538.39	\$7,467,222.44
19	2040	\$6.77	\$23.30	\$14.37	\$7,266,015.65	\$341,964.88	\$106,973.37	\$7,714,953.89
20	2041	\$6.96	\$23.96	\$14.77	\$7,507,071.90	\$353,309.85	\$110,522.30	\$7,970,904.05

Valor tiempo

Velocidad de Recorrido (km/h)				Situación Sin Proyecto				
				Valor Tiempo (\$)				
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-	-	-	
1	2022	75.15	59.65	55.25	\$2,088,346.55	\$413,796.02	\$153,727.02	\$2,655,869.59
2	2023	74.79	59.37	54.99	\$2,108,297.40	\$417,749.19	\$155,195.64	\$2,681,242.22
3	2024	74.44	59.08	54.73	\$2,128,438.85	\$421,740.12	\$156,678.28	\$2,706,857.25
4	2025	74.08	58.80	54.47	\$2,148,772.72	\$425,769.18	\$158,175.10	\$2,732,716.99

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

5	2026	73.73	58.52	54.21	\$2,169,300.84	\$429,836.73	\$159,686.21	\$2,758,823.78
6	2027	73.38	58.25	53.95	\$2,190,025.08	\$433,943.14	\$161,211.76	\$2,785,179.98
7	2028	73.03	57.97	53.69	\$2,210,947.31	\$438,088.78	\$162,751.88	\$2,811,787.98
8	2029	72.68	57.69	53.44	\$2,232,069.42	\$442,274.03	\$164,306.72	\$2,838,650.16
9	2030	72.34	57.42	53.18	\$2,253,393.31	\$446,499.26	\$165,876.41	\$2,865,768.98
10	2031	72.00	57.15	52.93	\$2,274,920.92	\$450,764.85	\$167,461.10	\$2,893,146.87
11	2032	71.65	56.87	52.68	\$2,296,654.19	\$455,071.20	\$169,060.92	\$2,920,786.31
12	2033	71.31	56.60	52.43	\$2,318,595.09	\$459,418.68	\$170,676.03	\$2,948,689.81
13	2034	70.97	56.33	52.18	\$2,340,745.60	\$463,807.70	\$172,306.57	\$2,976,859.88
14	2035	70.64	56.07	51.93	\$2,363,107.73	\$468,238.65	\$173,952.69	\$3,005,299.07
15	2036	70.30	55.80	51.68	\$2,385,683.48	\$472,711.93	\$175,614.53	\$3,034,009.95
16	2037	69.97	55.54	51.44	\$2,408,474.92	\$477,227.95	\$177,292.25	\$3,062,995.12
17	2038	69.63	55.27	51.19	\$2,431,484.09	\$481,787.11	\$178,986.00	\$3,092,257.19
18	2039	69.30	55.01	50.95	\$2,454,713.08	\$486,389.82	\$180,695.93	\$3,121,798.82
19	2040	68.97	54.75	50.71	\$2,478,163.98	\$491,036.51	\$182,422.19	\$3,151,622.68
20	2041	68.64	54.49	50.47	\$2,501,838.92	\$495,727.58	\$184,164.95	\$3,181,731.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98 SCP Costos de Operación Vehicular y Valor Tiempo – Longitud total

LONGITUD TOTAL					
ALTA CONGESTIÓN					
Costos de Operación Vehicular					
Situación Con Proyecto					
Costo de Operación (\$)					
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$165,197,131.27	\$3,199,244.79	\$14,232,600.62	\$182,628,976.67
2	2023	\$170,677,686.60	\$3,305,382.46	\$14,704,779.25	\$188,687,848.30
3	2024	\$176,340,064.01	\$3,415,041.33	\$15,192,622.81	\$194,947,728.15
4	2025	\$182,190,295.61	\$3,528,338.23	\$15,696,650.99	\$201,415,284.83
5	2026	\$188,234,613.62	\$3,645,393.85	\$16,217,400.74	\$208,097,408.21
6	2027	\$194,479,457.02	\$3,766,332.89	\$16,755,426.80	\$215,001,216.71
7	2028	\$200,931,478.41	\$3,891,284.19	\$17,311,302.33	\$222,134,064.94
8	2029	\$207,597,551.10	\$4,020,380.85	\$17,885,619.51	\$229,503,551.47
9	2030	\$214,484,776.42	\$4,153,760.41	\$18,478,990.15	\$237,117,526.98
10	2031	\$221,600,491.30	\$4,291,564.94	\$19,092,046.37	\$244,984,102.61
11	2032	\$228,952,276.07	\$4,433,941.26	\$19,725,441.24	\$253,111,658.57
12	2033	\$236,547,962.55	\$4,581,041.03	\$20,379,849.53	\$261,508,853.12
13	2034	\$244,395,642.40	\$4,733,020.96	\$21,055,968.37	\$270,184,631.73
14	2035	\$252,503,675.69	\$4,890,042.96	\$21,754,518.03	\$279,148,236.68
15	2036	\$260,880,699.89	\$5,052,274.29	\$22,476,242.67	\$288,409,216.85
16	2037	\$269,535,638.98	\$5,219,887.79	\$23,221,911.14	\$297,977,437.91
17	2038	\$278,477,713.05	\$5,393,062.01	\$23,992,317.79	\$307,863,092.84
18	2039	\$287,716,448.02	\$5,571,981.43	\$24,788,283.34	\$318,076,712.79
19	2040	\$297,261,685.89	\$5,756,836.65	\$25,610,655.72	\$328,629,178.26
20	2041	\$307,123,595.14	\$5,947,824.60	\$26,460,311.00	\$339,531,730.75

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Valor tiempo					
Situación Con Proyecto					
Valor Tiempo					
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$143,554,234.74	\$10,771,557.78	\$60,456,082.02	\$214,781,874.54
2	2023	\$144,925,668.50	\$10,874,462.99	\$61,033,644.30	\$216,833,775.78
3	2024	\$146,310,204.13	\$10,978,351.29	\$61,616,724.28	\$218,905,279.70
4	2025	\$147,707,966.82	\$11,083,232.08	\$62,205,374.66	\$220,996,573.56
5	2026	\$149,119,082.92	\$11,189,114.84	\$62,799,648.67	\$223,107,846.43
6	2027	\$150,543,680.00	\$11,296,009.14	\$63,399,600.03	\$225,239,289.17
7	2028	\$151,981,886.85	\$11,403,924.65	\$64,005,282.97	\$227,391,094.47
8	2029	\$153,433,833.50	\$11,512,871.12	\$64,616,752.26	\$229,563,456.88
9	2030	\$154,899,651.20	\$11,622,858.40	\$65,234,063.17	\$231,756,572.77
10	2031	\$156,379,472.47	\$11,733,896.44	\$65,857,271.51	\$233,970,640.42
11	2032	\$157,873,431.10	\$11,845,995.27	\$66,486,433.62	\$236,205,859.98
12	2033	\$159,381,662.14	\$11,959,165.02	\$67,121,606.38	\$238,462,433.54
13	2034	\$160,904,301.94	\$12,073,415.94	\$67,762,847.21	\$240,740,565.08
14	2035	\$162,441,488.15	\$12,188,758.34	\$68,410,214.08	\$243,040,460.57
15	2036	\$163,993,359.75	\$12,305,202.66	\$69,063,765.52	\$245,362,327.93
16	2037	\$165,560,057.03	\$12,422,759.41	\$69,723,560.61	\$247,706,377.06
17	2038	\$167,141,721.63	\$12,541,439.24	\$70,389,659.00	\$250,072,819.87
18	2039	\$168,738,496.53	\$12,661,252.86	\$71,062,120.91	\$252,461,870.30
19	2040	\$170,350,526.09	\$12,782,211.12	\$71,741,007.12	\$254,873,744.33
20	2041	\$171,977,956.05	\$12,904,324.93	\$72,426,379.02	\$257,308,660.00

MEDIA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular					
Situación Con Proyecto					
Costo de Operación (\$)					
Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2021	-	-	-	
1	2022	\$96,132,777.40	\$2,550,419.17	\$6,555,601.19	\$105,238,797.75
2	2023	\$99,322,064.05	\$2,635,031.49	\$6,773,088.84	\$108,730,184.38
3	2024	\$102,617,158.00	\$2,722,450.90	\$6,997,791.82	\$112,337,400.72
4	2025	\$106,021,569.49	\$2,812,770.53	\$7,229,949.51	\$116,064,289.53
5	2026	\$109,538,925.23	\$2,906,086.58	\$7,469,809.24	\$119,914,821.05
6	2027	\$113,172,972.24	\$3,002,498.48	\$7,717,626.51	\$123,893,097.22
7	2028	\$116,927,581.84	\$3,102,108.92	\$7,973,665.33	\$128,003,356.10
8	2029	\$120,806,753.82	\$3,205,024.02	\$8,238,198.46	\$132,249,976.30
9	2030	\$124,814,620.62	\$3,311,353.42	\$8,511,507.70	\$136,637,481.74
10	2031	\$128,955,451.82	\$3,421,210.38	\$8,793,884.21	\$141,170,546.41
11	2032	\$133,233,658.61	\$3,534,711.95	\$9,085,628.80	\$145,853,999.35
12	2033	\$137,653,798.55	\$3,651,979.02	\$9,387,052.26	\$150,692,829.83
13	2034	\$142,220,580.39	\$3,773,136.53	\$9,698,475.71	\$155,692,192.62
14	2035	\$146,938,869.10	\$3,898,313.54	\$10,020,230.89	\$160,857,413.53
15	2036	\$151,813,691.06	\$4,027,643.41	\$10,352,660.57	\$166,193,995.03
16	2037	\$156,850,239.37	\$4,161,263.91	\$10,696,118.89	\$171,707,622.17
17	2038	\$162,053,879.47	\$4,299,317.38	\$11,050,971.73	\$177,404,168.57
18	2039	\$167,430,154.75	\$4,441,950.89	\$11,417,597.11	\$183,289,702.75
19	2040	\$172,984,792.53	\$4,589,316.39	\$11,796,385.61	\$189,370,494.52

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

20	2041	\$178,723,710.14	\$4,741,570.86	\$12,187,740.73	\$195,653,021.74
Valor tiempo					
Situación Con Proyecto					
Valor Tiempo					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$71,218,405.08	\$6,941,900.05	\$24,950,049.08	\$103,110,354.21
2	2023	\$71,898,784.34	\$7,008,218.93	\$25,188,407.35	\$104,095,410.63
3	2024	\$72,585,663.56	\$7,075,171.38	\$25,429,042.76	\$105,089,877.70
4	2025	\$73,279,104.82	\$7,142,763.46	\$25,671,977.06	\$106,093,845.34
5	2026	\$73,979,170.81	\$7,211,001.27	\$25,917,232.21	\$107,107,404.29
6	2027	\$74,685,924.82	\$7,279,890.99	\$26,164,830.39	\$108,130,646.21
7	2028	\$75,399,430.76	\$7,349,438.84	\$26,414,793.98	\$109,163,663.58
8	2029	\$76,119,753.11	\$7,419,651.11	\$26,667,145.58	\$110,206,549.80
9	2030	\$76,846,957.01	\$7,490,534.14	\$26,921,907.99	\$111,259,399.14
10	2031	\$77,581,108.19	\$7,562,094.35	\$27,179,104.26	\$112,322,306.80
11	2032	\$78,322,273.02	\$7,634,338.21	\$27,438,757.63	\$113,395,368.86
12	2033	\$79,070,518.52	\$7,707,272.24	\$27,700,891.58	\$114,478,682.34
13	2034	\$79,825,912.31	\$7,780,903.04	\$27,965,529.80	\$115,572,345.16
14	2035	\$80,588,522.70	\$7,855,237.27	\$28,232,696.23	\$116,676,456.19
15	2036	\$81,358,418.62	\$7,930,281.64	\$28,502,415.00	\$117,791,115.27
16	2037	\$82,135,669.69	\$8,006,042.95	\$28,774,710.52	\$118,916,423.15
17	2038	\$82,920,346.15	\$8,082,528.03	\$29,049,607.38	\$120,052,481.57
18	2039	\$83,712,518.97	\$8,159,743.81	\$29,327,130.45	\$121,199,393.23
19	2040	\$84,512,259.74	\$8,237,697.26	\$29,607,304.82	\$122,357,261.81
20	2041	\$85,319,640.76	\$8,316,395.43	\$29,890,155.81	\$123,526,192.00

BAJA CONGESTIÓN

Costos de Operación Vehicular					
Situación Con Proyecto					
Costo de Operación (\$)					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$14,616,863.53	\$387,057.13	\$1,011,131.15	\$16,015,051.80
2	2023	\$15,101,790.41	\$399,898.07	\$1,044,676.29	\$16,546,364.77
3	2024	\$15,602,805.15	\$413,165.03	\$1,079,334.31	\$17,095,304.49
4	2025	\$16,120,441.48	\$426,872.14	\$1,115,142.14	\$17,662,455.76
5	2026	\$16,655,250.84	\$441,033.98	\$1,152,137.93	\$18,248,422.75
6	2027	\$17,207,802.95	\$455,665.66	\$1,190,361.09	\$18,853,829.69
7	2028	\$17,778,686.45	\$470,782.75	\$1,229,852.33	\$19,479,321.53
8	2029	\$18,368,509.49	\$486,401.37	\$1,270,653.73	\$20,125,564.59
9	2030	\$18,977,900.41	\$502,538.15	\$1,312,808.75	\$20,793,247.31
10	2031	\$19,607,508.40	\$519,210.28	\$1,356,362.29	\$21,483,080.98
11	2032	\$20,258,004.17	\$536,435.53	\$1,401,360.77	\$22,195,800.46
12	2033	\$20,930,080.69	\$554,232.23	\$1,447,852.10	\$22,932,165.02
13	2034	\$21,624,453.91	\$572,619.36	\$1,495,885.83	\$23,692,959.09
14	2035	\$22,341,863.56	\$591,616.49	\$1,545,513.11	\$24,478,993.16
15	2036	\$23,083,073.89	\$611,243.87	\$1,596,786.82	\$25,291,104.58
16	2037	\$23,848,874.50	\$631,522.41	\$1,649,761.58	\$26,130,158.49
17	2038	\$24,640,081.19	\$652,473.70	\$1,704,493.83	\$26,997,048.72
18	2039	\$25,457,536.84	\$674,120.07	\$1,761,041.86	\$27,892,698.77

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

19	2040	\$26,302,112.28	\$696,484.57	\$1,819,465.92	\$28,818,062.77
20	2041	\$27,174,707.22	\$719,591.04	\$1,879,828.25	\$29,774,126.52
Valor tiempo					
Situación Con Proyecto					
Valor Tiempo					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$10,189,206.51	\$973,607.89	\$3,507,704.60	\$14,670,519.00
2	2023	\$10,286,548.27	\$982,909.17	\$3,541,215.18	\$14,810,672.62
3	2024	\$10,384,819.97	\$992,299.32	\$3,575,045.89	\$14,952,165.18
4	2025	\$10,484,030.51	\$1,001,779.17	\$3,609,199.80	\$15,095,009.48
5	2026	\$10,584,188.85	\$1,011,349.58	\$3,643,680.00	\$15,239,218.43
6	2027	\$10,685,304.04	\$1,021,011.43	\$3,678,489.60	\$15,384,805.07
7	2028	\$10,787,385.23	\$1,030,765.58	\$3,713,631.75	\$15,531,782.55
8	2029	\$10,890,441.64	\$1,040,612.91	\$3,749,109.63	\$15,680,164.18
9	2030	\$10,994,482.59	\$1,050,554.33	\$3,784,926.45	\$15,829,963.36
10	2031	\$11,099,517.49	\$1,060,590.71	\$3,821,085.43	\$15,981,193.63
11	2032	\$11,205,555.83	\$1,070,722.98	\$3,857,589.86	\$16,133,868.67
12	2033	\$11,312,607.20	\$1,080,952.04	\$3,894,443.04	\$16,288,002.28
13	2034	\$11,420,681.28	\$1,091,278.83	\$3,931,648.28	\$16,443,608.39
14	2035	\$11,529,787.83	\$1,101,704.28	\$3,969,208.97	\$16,600,701.07
15	2036	\$11,639,936.72	\$1,112,229.32	\$4,007,128.48	\$16,759,294.52
16	2037	\$11,751,137.92	\$1,122,854.91	\$4,045,410.26	\$16,919,403.09
17	2038	\$11,863,401.46	\$1,133,582.01	\$4,084,057.76	\$17,081,041.23
18	2039	\$11,976,737.51	\$1,144,411.60	\$4,123,074.47	\$17,244,223.58
19	2040	\$12,091,156.30	\$1,155,344.64	\$4,162,463.93	\$17,408,964.87
20	2041	\$12,206,668.18	\$1,166,382.13	\$4,202,229.70	\$17,575,280.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99 SCP Costos Generalizados de Viaje – Longitud total

CGV's Anuales (\$)					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	-	-	-	-
1	2022	\$500,908,618.52	\$24,823,786.80	\$110,713,168.66	\$636,445,573.98
2	2023	\$512,212,542.16	\$25,205,903.11	\$112,285,811.19	\$649,704,256.47
3	2024	\$523,840,714.82	\$25,596,479.25	\$113,890,561.86	\$663,327,755.93
4	2025	\$535,803,408.72	\$25,995,755.60	\$115,528,294.17	\$677,327,458.49
5	2026	\$548,111,232.26	\$26,403,980.11	\$117,199,908.79	\$691,715,121.15
6	2027	\$560,775,141.07	\$26,821,408.59	\$118,906,334.42	\$706,502,884.07
7	2028	\$573,806,449.54	\$27,248,304.93	\$120,648,528.70	\$721,703,283.17
8	2029	\$587,216,842.66	\$27,684,941.39	\$122,427,479.17	\$737,329,263.21
9	2030	\$601,018,388.26	\$28,131,598.85	\$124,244,204.21	\$753,394,191.31
10	2031	\$615,223,549.67	\$28,588,567.11	\$126,099,754.07	\$769,911,870.85
11	2032	\$629,845,198.80	\$29,056,145.19	\$127,995,211.92	\$786,896,555.90
12	2033	\$644,896,629.64	\$29,534,641.59	\$129,931,694.89	\$804,362,966.11
13	2034	\$660,391,572.22	\$30,024,374.66	\$131,910,355.20	\$822,326,302.08
14	2035	\$676,344,207.04	\$30,525,672.88	\$133,932,381.30	\$840,802,261.21
15	2036	\$692,769,179.93	\$31,038,875.19	\$135,998,999.06	\$859,807,054.19
16	2037	\$709,681,617.49	\$31,564,331.37	\$138,111,472.99	\$879,357,421.86
17	2038	\$727,097,142.95	\$32,102,402.36	\$140,271,107.48	\$899,470,652.80

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

18	2039	\$745,031,892.61	\$32,653,460.65	\$142,479,248.14	\$920,164,601.40
19	2040	\$763,502,532.82	\$33,217,890.63	\$144,737,283.12	\$941,457,706.57
20	2041	\$782,526,277.50	\$33,796,089.00	\$147,046,644.51	\$963,369,011.01

Fuente: Elaboración propia

V. Evaluación del Proyecto de Inversión

a) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del Proyecto de Inversión

Etapa de ejecución.

La reconstrucción del camino Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco-San Pedro Tláhuac tendrá un costo de \$92,177,700.00 con el Impuesto al Valor Agregado (IVA), los recursos provendrán del PAD

Concepto	Rehabilitación	Reconstrucción	Modernización	Total
Terracerías	\$3,392,995.00	\$1,136,050.00	\$2,346,259.30	\$6,875,304.30
Estructuras	-	-	\$1,262,800.00	\$1,262,800.00
Drenaje y Subdrenaje	\$388,275.00	-	\$6,683,800.00	\$7,072,075.00
Pavimentos	\$41,216,576.00	\$3,726,450.00	\$15,528,149.20	\$60,471,175.20
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,462,644.98	\$129,220.00	\$390,315.00	\$1,982,179.98
Alumbrado	\$1,350,000.00	\$90,000.00	\$360,000.00	\$1,800,000.00
Subtotal S/IVA	\$47,810,490.98	\$5,081,720.00	\$26,571,323.50	\$79,463,534.48
IVA	\$7,649,678.56	\$813,075.20	\$4,251,411.76	\$12,714,165.52
Monto Total c/IVA	\$55,460,169.54	\$5,894,795.20	\$30,822,735.26	\$92,177,700.00

Inversión con recursos del PAD 2020

Tabla 100 Presupuesto desglosado

TRAMO 1 Rehabilitación					
CONCEPTO	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
Terracerías	Excavación para estructuras	m3	285	\$226.20	\$64,467.00
	Relleno de las excavaciones con materiales producto de las mismas compactada al 95% AASTHO, estándar	m3	220	\$533.60	\$117,392.00
Drenaje y Subdrenaje	Alcantarilla tubular de concreto de 60 cm de diámetro.	m	32	\$2,900.00	\$92,800.00
	Plantilla de arena con espesor de 10 cm para alojamiento de tubería	m3	22	\$638.00	\$14,036.00
	Suministro y colocación de tubo de concreto para drenaje de aguas pluviales de 45 cm. de diámetro	m	190	\$580.00	\$110,200.00
	Pozos de visita tipo "común" para tubería de 45cm de diámetro, de	Pza.	4	\$11,600.00	\$46,400.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	1.50 m hasta 2.00 m. de altura				
	Acostillado de tubería con material producto del corte	m3	55	\$493.00	\$27,115.00
	Renivelación de pozos de visita, a base de tabique rojo recocido, juntado con cemento-arena 1;4 y aplanado pulido	Pza.	4	\$3,306.00	\$13,224.00
	Construcción de caja-registro para coladera de piso de 40 cm. x 60 cm	Pza.	8	\$2,842.00	\$22,736.00
	Instalación de coladera pluvial, con pozo de absorción y conexión pluvial con tubería de polietileno de alta densidad (P.A.D.) de 30 cm de diámetro,	Pza.	3	\$17,400.00	\$52,200.00
	Limpieza de cunetas y contracuneta	m	800	\$87.00	\$69,600.00
	Limpieza de alcantarillas	m	12	\$174.00	\$2,088.00
Pavimentos	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos	m3	7,488.00	\$4,988.00	\$37,350,144.00
	Limpieza general del pavimento	m2	9.86	\$21,460.00	\$211,509.76
	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ²	m2	74,880.00	\$81.20	\$6,080,256.00
	Recorte de carpetas asfálticas en todo el espesor existente con una fresadora.	m3	8,989.50	\$417.60	\$3,754,015.20
	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar	m3	74,880.00	\$55.68	\$4,169,318.40
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Raya separadora de carriles discontinua de 15 cm de ancho	m	11,520.00	\$16.24	\$187,084.80
	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho	m	23,040.00	\$16.24	\$374,169.60
	Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho	Pza.	2	\$133.40	\$266.80
	Marcas para delinear guarniciones	m	23,040.00	\$40.60	\$935,424.00
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	385.00	\$197.20	\$75,922.00
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color blanco en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	770	\$49.30	\$37,961.00
	Señales preventivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	3	\$3,306.00	\$9,918.00
	Señales restrictivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	7	\$3,306.00	\$23,142.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	Señales Informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante	Pza.	3	\$4,060.00	\$12,180.00
	Alumbrado público: Suministro y colocación de luminaria solar 50 watts, panel solar MONOCRISTALINO 60 W	Pza.	30	\$52,200.00	\$1,566,000.00
	Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m	Pza.	1	\$40,599.98	\$40,599.98
TOTAL CON IVA					\$55,460,169.54

TRAMO 2 Reconstrucción					
CONCEPTO		UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
Terracerías	Limpieza general del pavimento	m2	0.80	\$21,460.00	\$17,168.00
	Recuperación en frio de la carpeta y parte de la base para la construcción de una base tratada al 3% con cemento Portland: Producto de material de banco	m3	812.50	\$788.80	\$640,900.00
	Recuperación en frio de la carpeta y parte de la base para la construcción de una base tratada al 3% con cemento Portland: Producto de material de recuperado	m3	812.5	\$394.40	\$320,450.00
	Recuperación en frio de la carpeta y parte de la base para la construcción de una base tratada al 3% con cemento Portland: Producto estabilizador (Cemento Portland CPO-30R)	m3	73125	\$4.64	\$339,300.00
Pavimentos	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ²	m2	6,500.00	\$25.52	\$165,880.00
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m3, 6 Lt/m2	m3	\$39.00	\$638.00	\$24,882.00
	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos	m3	\$650.00	\$4,988.00	\$3,242,200.00
	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ²	m2	\$6,500.00	\$81.20	\$527,800.00
	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar	m3	\$6,500.00	\$55.68	\$361,920.00
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Raya separadora de carriles discontinua de 15 cm de ancho	m	\$1,000.00	\$16.24	\$16,240.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho	m	2,000.00	\$16.24	\$32,480.00
	Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho	Pza.	1	\$133.40	\$133.40
	Marcas para delinear guarniciones	m	2,000.00	\$40.60	\$81,200.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	31.00	\$98.60	\$3,056.60
Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color blanco en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	62	\$98.60	\$6,113.20
Señales preventivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	1	\$3,306.00	\$3,306.00
Señales restrictivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	1	\$3,306.00	\$3,306.00
Señales Informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante	Pza.	1	\$4,060.00	\$4,060.00
Alumbrado público: Suministro y colocación de luminaria solar 50 watts, panel solar MONOCRISTALINO 60 W	Pza.	2	\$52,200.00	\$104,400.00
TOTAL CON IVA				\$5,894,795.20

TRAMO 3 Modernización

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE	
Terracerías	Despalmes	m3	2,340.80	\$116.00	\$271,532.80
	Cortes	m3	5,266.80	\$145.00	\$763,686.00
	Escalones de Liga en capa de base en la ampliación	m3	192.50	\$168.20	\$32,378.50
	Recompactación al 100% AASTHO, estándar del terreno natural en la superficie descubierta al despaltar	m3	2,340.80	\$55.68	\$130,335.74
	Formación de terraplenes de banquetas en camellón compactados al 95% de su PVSM AASHTO Estándar	m3	332.64	\$417.60	\$138,910.46
	Formación de capa subrasante compactada al 100% de su PVSM AASHTO Estándar	m3	3,511.20	\$394.40	\$1,384,817.28
Estructuras	Guarniciones de concreto hidráulico f'c=150 Kg/cm ² , de 0.09 m ² de sección transversal	m	3,080.00	\$371.20	\$1,143,296.00
	Banquetas de concreto hidráulico f'c=100 Kg/cm ² , de 0.60 m de ancho y 0.10 m de espesor en camellón central.	m ²	924.00	\$348.00	\$321,552.00
Drenaje y Subdrenaje	Cuneta, según su tipo y sección f'c=150 kg/cm ²	m	3,080.00	\$417.60	\$1,286,208.00
	Lavaderos de concreto hidráulico simple f'c=150 kg/cm ² , con un	m	250.00	\$406.00	\$101,500.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	área en su sección transversal de 0.1264 m ²				
	Construcción de Geodrenes	m2	21,250.00	\$290.00	\$6,162,500.00
	Construcción de capas drenantes (tomando la función de capa rompedora de capilaridad)	m3	350.00	\$580.00	\$203,000.00
Pavimentos	Subbase hidráulica, compactada al 100% AASTHO modificada, formada con material proveniente de banco	m3	2,650.52	\$533.60	\$1,414,317.47
	Producto estabilizador (Cemento Portland tipo CPO-30-CR)	Kg	225,225.00	\$4.64	\$1,045,044.00
	Base estabilizada al 3% con cemento portland, compactado al 100% AASTHO	m3	5,005.00	\$556.80	\$2,786,784.00
	Emulsión asfáltica tipo ECI-60, en proporción de 1.5 Lt/m ²	m2	20,020.00	\$25.52	\$510,910.40
	Arena para cubrir el riego de impregnación PVSM=1,400 Kg/m3, 6 Lt/m2	m3	120.12	\$638.00	\$76,636.56
	Carpeta asfáltica de granulometría densa, tamaño máximo de agregado de 3/4" a finos	m3	2,002.00	\$4,988.00	\$9,985,976.00
	Limpieza general del pavimento	m2	2.46	\$21,460.00	\$52,877.44
	Riego de sello con material pétreo 3-A, en proporción de 12 Lt/m ²	m2	20,020.00	\$81.20	\$1,625,624.00
	Recompactación con calidad de base al 100% AASTHO modificada en la superficie descubierta al fresar, escarificar y/o recortar	m3	9,240.00	\$55.68	\$514,483.20
	Raya separadora de carriles discontinua de 15 cm de ancho	m	3,080.00	\$16.24	\$50,019.20
Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho	m	6,160.00	\$16.24	\$100,038.40	
Rayas para cruce de peatones o ciclistas de 40 cm de ancho	Pza.	1.00	\$133.40	\$133.40	
Marcas para cruce de ferrocarril.	Pza.	2.00	\$185.60	\$371.20	
Marcas para delinear guarniciones	m	6,160.00	\$40.60	\$250,096.00	
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	104.00	\$98.60	\$10,254.40
	Botón retroreflejante de 10 x 10 cm color blanco en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito	Pza.	208.00	\$98.60	\$20,508.80
	Señales preventivas de 86 x 86 cm	Pza.	2.00	\$3,306.00	\$6,612.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	en acabado reflejante				
	Señales restrictivas de 86 x 86 cm en acabado reflejante	Pza.	2.00	\$3,306.00	\$6,612.00
	Señales Informativas de destino de 40 x 178 cm en acabado reflejante	Pza.	2.00	\$4,060.00	\$8,120.00
	Alumbrado público: Suministro y colocación de luminaria solar 50 watts, panel solar MONOCRISTALINO 60 W	Pza.	8.00	\$52,200.00	\$417,600.00
TOTAL CON IVA					\$30,822,735.26

Nota: Monto incluyen Impuesto al Valor Agregado.

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto se procederá a cerrar la circulación de un carril por sentido vehicular habilitando únicamente un carril para la circulación de cada sentido, esto ocasiona que las velocidades de recorrido se disminuyan en un 5% supuesto por la Junta de Caminos del Estado de México en proyectos similares.

Sin embargo debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomara como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras para los costos por molestia los cuales se calculan de la siguiente manera: ¹⁶

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_C - CGV_0$$

Dónde:

CGV_C es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV_0 es el costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto

Tabla 101 Costos por Molestias – Tramo 1

TRAMO 1									
ALTA CONGESTIÓN									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)				Molestias					
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)					
	Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	\$5.35	\$15.86	\$10.54	\$103,970,690.53	\$1,465,212.18	\$10,645,626.91	\$116,081,529.62
En Construcción	0	2021	\$5.62	\$16.65	\$11.06	\$109,169,225.05	\$1,538,472.79	\$11,177,908.26	\$121,885,606.10
Valor tiempo									
				Molestias					
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
	Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	32.35	30.67	28.44	\$95,686,939.56	\$5,519,435.82	\$44,127,880.75	\$145,334,256.13
En Construcción	0	2021	30.73	29.14	27.02	\$100,723,094.27	\$5,809,932.44	\$46,450,400.79	\$152,983,427.50
MEDIA CONGESTIÓN									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)				Molestias					

¹⁶ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

		Costo de Operación (\$/veh/km)			Costo de Operación (\$)				
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2021	\$5.08	\$15.33	\$10.09	\$45,043,148.39	\$646,275.14	\$4,648,859.81	\$50,338,283.33
En Construcción	0	2021	\$5.34	\$16.10	\$10.59	\$47,295,305.81	\$678,588.90	\$4,881,302.80	\$52,855,197.50

		Valor tiempo							
		Molestias							
		Valor Tiempo (\$/Km) Diario							
		Velocidad de Recorrido (km/h)							
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2021	36.85	35.33	32.37	\$38,315,474.02	\$2,185,493.76	\$17,684,171.14	\$58,185,138.93
En Construcción	0	2021	35.01	33.56	30.75	\$40,332,077.92	\$2,300,519.75	\$18,614,916.99	\$61,247,514.66

		BAJA CONGESTIÓN							
		Costos de Operación Vehicular							
		COV (\$/km)			Molestias				
		Costo de Operación (\$/veh/km)			Costo de Operación (\$)				
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2021	\$4.87	\$15.00	\$9.77	\$6,955,388.10	\$101,807.16	\$724,814.29	\$7,782,009.55
En Construcción	0	2021	\$5.12	\$15.75	\$10.26	\$7,303,157.50	\$106,897.52	\$761,055.00	\$8,171,110.03

		Valor tiempo							
		Molestias							
		Valor Tiempo (\$/Km) Diario							
		Velocidad de Recorrido (km/h)							
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2021	41.46	39.55	36.46	\$5,483,841.83	\$314,375.90	\$2,528,210.71	\$8,326,428.45
En Construcción	0	2021	39.39	37.57	34.64	\$5,772,465.09	\$330,922.00	\$2,661,274.43	\$8,764,661.52

		TOTAL, TRAMO 1							
		Molestias Anuales (\$)							
		Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL
0	2021	ALTA CONGESTIÓN			\$10,234,689.24	\$363,757.23	\$2,854,801.39	\$13,453,247.86	
0	2021	MEDIA CONGESTIÓN			\$4,268,761.32	\$147,339.74	\$1,163,188.84	\$5,579,289.90	
0	2021	BAJA CONGESTIÓN			\$636,392.66	\$21,636.46	\$169,304.44	\$827,333.55	
0	2021	Molestias TOTALES			\$15,139,843.21	\$532,733.43	\$4,187,294.66	\$19,859,871.31	

TRAMO 1	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$19,859,871.31
Molestias Mensuales	1 Mes	\$1,654,989.28
Alternativa A	5 Meses	\$8,274,946.38
Alternativa B	7 Meses	\$11,584,924.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102 Costos por Molestias – Tramo 2

TRAMO 2

ALTA CONGESTIÓN

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)			Molestias					
		Costo de Operación (\$/veh/km)			Costo de Operación (\$)					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto		0	2021	\$4.82	\$16.28	\$11.28	\$59,965,379.68	\$1,472,247.29	\$4,431,686.38	\$65,869,313.35
En Construcción		0	2021	\$5.06	\$17.09	\$11.85	\$62,963,648.66	\$1,545,859.65	\$4,653,270.70	\$69,162,779.01
		Valor tiempo								
		Velocidad de Recorrido (km/h)			Molestias					
		Velocidad de Recorrido (km/h)			Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto		0	2021	42.99	35.14	27.97	\$46,089,718.85	\$4,715,413.36	\$17,445,612.22	\$68,250,744.43
En Construcción		0	2021	40.84	33.38	26.57	\$48,515,493.52	\$4,963,593.01	\$18,363,802.34	\$71,842,888.87
		MEDIA CONGESTIÓN								
		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)			Molestias					
		Costo de Operación (\$/veh/km)			Costo de Operación (\$)					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto		0	2021	\$4.65	\$16.03	\$10.76	\$26,397,993.46	\$661,660.45	\$1,928,216.38	\$28,987,870.29
En Construcción		0	2021	\$4.88	\$16.83	\$11.30	\$27,717,893.13	\$694,743.47	\$2,024,627.20	\$30,437,263.81
		Valor tiempo								
		Velocidad de Recorrido (km/h)			Molestias					
		Velocidad de Recorrido (km/h)			Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto		0	2021	48.37	38.65	33.19	\$18,690,321.53	\$1,956,110.50	\$6,707,995.84	\$27,354,427.87
En Construcción		0	2021	45.95	36.72	31.53	\$19,674,022.66	\$2,059,063.69	\$7,061,048.25	\$28,794,134.60
		BAJA CONGESTIÓN								
		Costos de Operación Vehicular								
		COV (\$/km)			Molestias					
		Costo de Operación (\$/veh/km)			Costo de Operación (\$)					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto		0	2021	\$4.59	\$15.74	\$10.43	\$4,067,703.70	\$101,477.49	\$292,046.59	\$4,461,227.78
En Construcción		0	2021	\$4.82	\$16.53	\$10.95	\$4,271,088.88	\$106,551.37	\$306,648.92	\$4,684,289.17
		Valor tiempo								
		Velocidad de Recorrido (km/h)			Molestias					
		Velocidad de Recorrido (km/h)			Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
		Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto		0	2021	50.91	44.94	38.39	\$2,774,063.61	\$262,806.72	\$905,959.07	\$3,942,829.40
En Construcción		0	2021	48.36	42.69	36.47	\$2,920,066.96	\$276,638.65	\$953,641.13	\$4,150,346.74
		TOTAL, TRAMO 2								
		Molestias Anuales (\$)								
		Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
		0	ALTA CONGESTIÓN			\$5,424,043.66	\$321,792.02	\$1,139,774.44	\$6,885,610.11	
		0	MEDIA CONGESTIÓN			\$2,303,600.81	\$136,036.21	\$449,463.23	\$2,889,100.24	
		0	BAJA CONGESTIÓN			\$349,388.53	\$18,905.81	\$62,284.39	\$430,578.73	
		0	Molestias TOTALES			\$8,077,033.00	\$476,734.03	\$1,651,522.05	\$10,205,289.08	

TRAMO 2	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$10,205,289.08

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Molestias Mensuales	1 Mes	\$850,440.76
Alternativa A	6 Meses	\$5,102,644.54
Alternativa B	7 Meses	\$5,953,085.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103 Costos por Molestias – Tramo 3

TRAMO 3									
ALTA CONGESTIÓN									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)				Molestias					
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)					
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
Sin Proyecto	0	2021	\$4.49	\$14.84	\$9.78	\$8,244,201.78	\$372,893.24	\$124,803.82	\$8,741,898.84
En Construcción	0	2021	\$4.71	\$15.58	\$10.27	\$8,656,411.87	\$391,537.90	\$131,044.02	\$9,178,993.78
Valor tiempo									
				Molestias					
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
Sin Proyecto	0	2021	63.22	51.97	45.85	\$4,631,088.45	\$886,033.32	\$345,580.44	\$5,862,702.21
En Construcción	0	2021	60.06	49.37	43.56	\$4,874,829.95	\$932,666.65	\$363,768.89	\$6,171,265.48
MEDIA CONGESTIÓN									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)				Molestias					
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)					
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
Sin Proyecto	0	2021	\$4.45	\$14.80	\$9.73	\$29,606,079.18	\$1,346,084.60	\$449,001.72	\$31,401,165.50
En Construcción	0	2021	\$4.67	\$15.54	\$10.22	\$31,086,383.14	\$1,413,388.83	\$471,451.81	\$32,971,223.78
Molestias									
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
Sin Proyecto	0	2021	66.73	54.33	48.41	\$15,875,017.11	\$3,066,626.08	\$1,184,271.21	\$20,125,914.40
En Construcción	0	2021	63.39	51.61	45.99	\$16,710,544.32	\$3,228,027.46	\$1,246,601.28	\$21,185,173.06
BAJA CONGESTIÓN									
Costos de Operación Vehicular									
COV (\$/km)				Molestias					
Costo de Operación (\$/veh/km)				Costo de Operación (\$)					
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
Sin Proyecto	0	2021	\$4.40	\$14.78	\$9.67	\$4,338,939.08	\$199,105.97	\$66,151.32	\$4,604,196.37
En Construcción	0	2021	\$4.62	\$15.52	\$10.16	\$4,555,886.04	\$209,061.27	\$69,458.88	\$4,834,406.19
Valor tiempo									
				Molestias					
Velocidad de Recorrido (km/h)				Valor Tiempo (\$/Km) Diario					
Año	A	B	C	Auto	Autobús	Camión	TOTAL		
Sin Proyecto	0	2021	72.37	56.91	52.62	\$2,168,567.68	\$433,718.72	\$161,410.45	\$2,763,696.85
En Construcción	0	2021	68.75	54.06	49.99	\$2,282,702.82	\$456,546.03	\$169,905.73	\$2,909,154.58
TOTAL, TRAMO 3									
Molestias Anuales (\$)									
Año				Auto	Autobús	Camión	TOTAL		

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

0	2021	ALTA CONGESTIÓN	\$655,951.59	\$65,277.99	\$24,428.64	\$745,658.22
0	2021	MEDIA CONGESTIÓN	\$2,315,831.18	\$228,705.60	\$84,780.15	\$2,629,316.93
0	2021	BAJA CONGESTIÓN	\$331,082.10	\$32,782.60	\$11,802.85	\$375,667.55
0	2021	Molestias TOTALES	\$3,302,864.86	\$326,766.20	\$121,011.64	\$3,750,642.69

TRAMO 3	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$3,750,642.69
Molestias Mensuales	1 Mes	\$312,553.56
Alternativa A	5 Meses	\$1,562,767.79
Alternativa B	7 Meses	\$2,187,874.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104 Costos por Molestias – Longitud Total

LONGITUD TOTAL						
ALTA CONGESTIÓN						
Costos de Operación Vehicular						
COV (\$/km)		Molestias				
		Costo de Operación (\$)				
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	\$172,180,271.98	\$3,310,352.71	\$15,202,117.12	\$190,692,741.81
	0	2021	\$180,789,285.58	\$3,475,870.35	\$15,962,222.97	\$200,227,378.90
Valor tiempo						
		Molestias				
		Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	\$146,407,746.85	\$11,120,882.50	\$61,919,073.42	\$219,447,702.77
	0	2021	\$154,113,417.74	\$11,706,192.10	\$65,177,972.02	\$230,997,581.86
MEDIA CONGESTIÓN						
Costos de Operación Vehicular						
COV (\$/km)		Molestias				
		Costo de Operación (\$)				
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	\$101,047,221.02	\$2,654,020.19	\$7,026,077.91	\$110,727,319.13
	0	2021	\$106,099,582.07	\$2,786,721.20	\$7,377,381.81	\$116,263,685.08
Valor tiempo						
		Molestias				
		Valor Tiempo (\$/Km) Diario				
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	\$72,880,812.66	\$7,208,230.35	\$25,576,438.20	\$105,665,481.21
	0	2021	\$76,716,644.91	\$7,587,610.90	\$26,922,566.52	\$111,226,822.32
BAJA CONGESTIÓN						
Costos de Operación Vehicular						
COV (\$/km)		Molestias				
		Costo de Operación (\$)				
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
Sin Proyecto	0	2021	\$15,362,030.88	\$402,390.63	\$1,083,012.20	\$16,847,433.70
	0	2021	\$16,130,132.42	\$422,510.16	\$1,137,162.81	\$17,689,805.39
Valor tiempo						
		Molestias				
Velocidad de Recorrido		Valor Tiempo (\$/Km) Diario				

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

		(km/h)				
		Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2021	\$10,426,473.13	\$1,010,901.34	\$3,595,580.23	\$15,032,954.70
Construcción	0	2021	\$10,975,234.87	\$1,064,106.68	\$3,784,821.30	\$15,824,162.85

		Molestias Anuales (\$)				
		Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
Sin Proyecto	0	2021	\$518,304,556.52	\$25,706,777.73	\$114,402,299.07	\$658,413,633.31
Construcción	0	2021	\$544,824,297.59	\$27,043,011.39	\$120,362,127.42	\$692,229,436.40
Molestias	0	2021	\$26,519,741.07	\$1,336,233.66	\$5,959,828.35	\$33,815,803.08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105 Costos por Molestias Anuales

LONGITUD TOTAL	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$33,815,803.08
Molestias Mensuales	1 Mes	\$2,817,983.59
Alternativa A	5 Meses	\$14,089,917.95

Fuente: Elaboración propia

Etapa de operación

Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación que corresponden a lo siguiente: (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones; (ii) conservación periódica, que incluye bacheo general, renivelaciones, riego de sello y señalamiento horizontal y vertical para los años 3, 6, 9, 12, 15 y 18; con una sobrecarpeta cada 10 años, es decir para el año 10. Los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014.

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Chalco- San Pedro Tláhuac:

✓ **Conservación Rutinaria (Cada año)**

En este Subprograma se realizan las labores que tienen como fin conservar en buenas condiciones la superficie de rodadura, las zonas laterales, las obras de drenaje y subdrenaje, el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.¹⁷

*Limpieza de la superficie de rodadura consistente en el conjunto de actividades que se realizan sobre la superficie del pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

¹⁷ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

*Bacheo aislado consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

Se considera un bacheo aislado de 5 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 10 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

✓ **Conservación Periódica**

Se denomina conservación periódica a todas las obras de rehabilitación que en forma periódica o eventual son necesarias para que en un camino ofrezca las condiciones adecuadas de servicio.

Las actividades principales que constituyen la conservación periódica son: recuperación de pavimentos, renivelación, tratamientos superficiales, bacheo profundo, reconstrucción de terraplenes, rehabilitación de bases, reconstrucción de carpetas, riegos de sello, restitución de señalamiento horizontal y obras de prevención de derrumbes.¹⁸

Dentro de la conservación periódica se consideran 2 tipos siendo estas las siguientes:

✓ **Conservación Periódica (Riego de Sello) (Cada 3 años)**

*Bacheo aislado consistente en un conjunto de actividades que se realizan para reponer una porción de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados.

Se considera un bacheo aislado de 7 cm de espesor ya que el espesor de la carpeta que será beneficiada con el mantenimiento será de 10 cm, la cual será colocada para la situación con proyecto.

*Renivelaciones consistente en realizar actividades sobre la superficie de una carpeta asfáltica para corregir deformaciones permanentes, tales como roderas, depresiones y corrugaciones, entre otras, con el propósito de restablecer las características geométricas, de drenaje superficial, de seguridad y de comodidad de la carretera.

*Riego de sello son las actividades para construir una la superficie de una carpeta asfáltica, mediante la aplicación de un riego de material asfáltico y una capa de material pétreo triturado, de una composición granulométrica determinada, con el objeto de restablecer o mejorar las características de resistencia al derrapamiento y la seguridad de la superficie de rodadura.

¹⁸ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

✓ **Conservación Periódica (Sobrecarpeta) Cada 10 años:**

*Carpeta asfáltica de 5 cm de espesor que son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura.

Se considera una Sobrecarpeta de 5 cm de espesor debido a que solo se sustituirá parcialmente el espesor de la carpeta de 10 cm de espesor considerada en la situación con proyecto.

*Fresado de la carpeta asfáltica que son el conjunto de actividades que se realiza con una fresadora para eliminar las deformaciones superficiales en carpetas asfálticas o para retirar capas de rodadura deterioradas.

*Señalamiento horizontal que consiste en el conjunto de marcas y dispositivos que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes al arroyo vial, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas.

Estos trabajos son diferentes a una reconstrucción ya que se considera como reconstrucción a la modificación parcial o total de las diferentes capas que componen la estructura del pavimento.

Los periodos de ejecución de dichos mantenimientos se determinaron con base en la Guía De Procedimientos Y Técnicas Para La Conservación De Carreteras En México 2014 la cual nos dice "Para determinar las acciones de mantenimiento es necesario auscultar la red de carreteras para conocer sus condiciones actuales. Los resultados de la evaluación permiten conocer el estado físico de cada tramo y clasificarlos, determinando sus niveles de atención. Con base en esto, las áreas responsables pueden determinar las acciones de conservación de la red, previa la formulación de los estudios y proyectos ejecutivos correspondientes de cada tramo o subtramo, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,".¹⁹

Con base en lo anterior y en datos obtenidos en campo de proyectos similares la subdirección de Estudios y Proyectos de la Junta de Caminos del Estado de México, ha determinado que los tiempos de ejecución serán los siguientes:

- Conservación rutinaria: Anualmente
- Conservación periódica:
 - ✓ Riego de Sello: Cada 3 años

¹⁹ GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

- ✓ Sobrecarpeta: Cada 10 años

Para el presente proyecto no se consideran trabajos de reconstrucción en el análisis de estudio ya que el periodo de evaluación es de 20 años, y los trabajos de reconstrucción serán tomados en cuentas en el año 21.

En la siguiente tabla se muestra el costo que comprende cada mantenimiento mencionado:

Tabla 106 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 1 Km 0+000 al Km 5+760				
DATOS				
LONGITUD =		5760.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		74880		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
<i>CONSERVACIÓN RUTINARIA</i>		<i>ANUAL</i>		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	74880.00	\$1.85	\$138,528.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	7488.00	\$220.00	\$1,647,360.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$2,632,900.00
<i>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)</i>		<i>3 AÑOS</i>		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	7488.00	\$305.00	\$2,283,840.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	917.28	\$160.00	\$146,764.80
RIEGO DE SELLO	m2	74880.00	\$65.00	\$4,867,200.00
SEÑALAMIENTO	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$9,026,700.00
<i>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)</i>		<i>10 AÑOS</i>		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	74880.00	\$220.00	\$16,473,600.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	74880.00	\$35.00	\$2,620,800.00
SEÑALAMIENTO	m	34560.00	\$14.00	\$483,840.00
TOTAL + IVA=				\$22,710,800.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 2 Km 5+760 al Km 6+260				
DATOS				
LONGITUD =		500.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		6500		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			ANUAL	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	6500.00	\$1.85	\$12,025.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	650.00	\$220.00	\$143,000.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$228,500.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)			3 AÑOS	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	650.00	\$305.00	\$198,250.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	79.63	\$160.00	\$12,740.00
RIEGO DE SELLO	m2	6500.00	\$65.00	\$422,500.00
SEÑALAMIENTO	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$783,600.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)			10 AÑOS	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	6500.00	\$220.00	\$1,430,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	6500.00	\$35.00	\$227,500.00
SEÑALAMIENTO	m	3000.00	\$14.00	\$42,000.00
TOTAL + IVA=				\$1,971,400.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
TRAMO 3 Km 6+260 al Km 7+800				
DATOS				
LONGITUD =		1540.00		M
ANCHO =		13.00		M
ÁREA =		20020		M ²
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			ANUAL	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	20020.00	\$1.85	\$37,037.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	2002.00	\$220.00	\$440,440.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$703,900.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello) 3 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	2002.00	\$305.00	\$610,610.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	245.25	\$160.00	\$39,239.20
RIEGO DE SELLO	m2	20020.00	\$65.00	\$1,301,300.00
SEÑALAMIENTO	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$2,413,400.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	20020.00	\$220.00	\$4,404,400.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	20020.00	\$35.00	\$700,700.00
SEÑALAMIENTO	m	9240.00	\$14.00	\$129,360.00
TOTAL + IVA=				\$6,072,000.00

COSTOS DE MANTENIMIENTO			
DATOS			
LONGITUD =		7800.00	M
ANCHO =		13.00	M
ÁREA =		101400	M ²

CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA ANUAL				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	101,400.00	\$1.85	\$187,590.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	10,140.00	\$220.00	\$2,230,800.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$3,565,300.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello) 3 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
BACHEO AISLADO (7 CM)	m2	10,140.00	\$305.00	\$3,092,700.00
RENIVELACIONES (3.5 CM)	m2	1,242.15	\$160.00	\$198,744.00
RIEGO DE SELLO	m2	101,400.00	\$65.00	\$6,591,000.00
SEÑALAMIENTO	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$12,223,700.00

CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta) 10 AÑOS				
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	101,400.00	\$220.00	\$22,308,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	101,400.00	\$35.00	\$3,549,000.00
SEÑALAMIENTO	m	46,800.00	\$14.00	\$655,200.00
TOTAL + IVA=				\$30,754,200.00

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto, de acuerdo a las frecuencias indicadas.

Tabla 107 Mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto

TRAMO 1				
Mantenimiento Proyecto				
Mantenimiento asfalto				
AÑO	Alternativa			TOTAL
	Rutinaria	Conservación Periódica		
	Anual	3 Años	10 Años	
0				
1	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
2	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
3		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93
4	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
5	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
6		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93
7	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
8	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
9		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93
10			\$19,578,275.86	\$19,578,275.86
11	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
12		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93
13	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
14	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
15		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93
16	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
17	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
18		\$7,781,637.93		\$7,781,637.93
19	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38
20	\$2,269,741.38			\$2,269,741.38

TRAMO 2				
Mantenimiento Proyecto				
Mantenimiento asfalto				
AÑO	Alternativa			TOTAL
	Rutinaria	Conservación Periódica		
	Anual	3 Años	10 Años	
0				
1	\$196,982.76			\$196,982.76

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

2	\$196,982.76			\$196,982.76
3		\$675,517.24		\$675,517.24
4	\$196,982.76			\$196,982.76
5	\$196,982.76			\$196,982.76
6		\$675,517.24		\$675,517.24
7	\$196,982.76			\$196,982.76
8	\$196,982.76			\$196,982.76
9		\$675,517.24		\$675,517.24
10			\$1,699,482.76	\$1,699,482.76
11	\$196,982.76			\$196,982.76
12		\$675,517.24		\$675,517.24
13	\$196,982.76			\$196,982.76
14	\$196,982.76			\$196,982.76
15		\$675,517.24		\$675,517.24
16	\$196,982.76			\$196,982.76
17	\$196,982.76			\$196,982.76
18		\$675,517.24		\$675,517.24
19	\$196,982.76			\$196,982.76
20	\$196,982.76			\$196,982.76

TRAMO 3				
Mantenimiento Proyecto				
Mantenimiento asfalto				
AÑO	Alternativa			TOTAL
	Rutinaria	Conservación Periódica		
	Anual	3 Años	10 Años	
0				
1	\$606,810.34			\$606,810.34
2	\$606,810.34			\$606,810.34
3		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24
4	\$606,810.34			\$606,810.34
5	\$606,810.34			\$606,810.34
6		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24
7	\$606,810.34			\$606,810.34
8	\$606,810.34			\$606,810.34
9		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24
10			\$5,234,482.76	\$5,234,482.76
11	\$606,810.34			\$606,810.34
12		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

13	\$606,810.34			\$606,810.34
14	\$606,810.34			\$606,810.34
15		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24
16	\$606,810.34			\$606,810.34
17	\$606,810.34			\$606,810.34
18		\$2,080,517.24		\$2,080,517.24
19	\$606,810.34			\$606,810.34
20	\$606,810.34			\$606,810.34

LONGITUD TOTAL				
Mantenimiento Proyecto				
Mantenimiento asfalto				
AÑO	Alternativa			TOTAL
	Rutinaria	Conservación Periódica		
	Anual	3 Años	10 Años	
0				
1	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
2	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
3		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41
4	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
5	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
6		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41
7	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
8	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
9		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41
10			\$26,512,241.38	\$26,512,241.38
11	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
12		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41
13	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
14	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
15		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41
16	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
17	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
18		\$10,537,672.41		\$10,537,672.41
19	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48
20	\$3,073,534.48			\$3,073,534.48

Fuente: Dirección General de Conservación de Carreteras, SCT.

b) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del Proyecto de Inversión

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

Ahorro en costos totales de operación

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

El programa simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, el valor promedio de IRI, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado. Posteriormente se vinculación del TDPA por configuración vehicular obteniendo así los costos totales de operación vehicular para cada tipo de vehículo que transita por el camino.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 20 años del horizonte del proyecto. Los costos de operación vehicular anuales se obtienen por tipo de vehículo y se encuentran en las hojas de cálculo anexas. El cálculo del CGV en las vialidades, tanto de la situación sin proyecto como con proyecto, se realizó con base en información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de composición vehicular. De acuerdo a esto se calcularon los beneficios por ahorro en CGV entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto incluyendo optimizaciones. La metodología se puede observar en la hoja de cálculo anexa al presente informe.

El "Costo de Operación Vehicular" (COV) mide en términos monetarios, el consumo que le representa al usuario circular por una vialidad determinada. La unidad con que se expresa es "\$/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.

Los parámetros con los que se alimentó el VOC para la situación con proyecto son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 108 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Con Proyecto

Vehículo ligero				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo	4.00		4.00	
---	------	--	------	--

Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91	51.91
5. Velocidad deseada	km/h	32.88	44.08	65.65
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m ²	2.58	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16	1.16

Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	4.00	4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	0.00	0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.38	0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00	0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.00	0.00	0.00
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00	0.00	0.00

Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	25 000.00	25 000.00	25 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 808.00	2 808.00	2 808.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.60	0.60	0.60
4. Vida útil promedio de servicio	años	6.00	6.00	6.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	75 000.00	75 000.00	75 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	2.00	2.00	2.00

Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73	32.73
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50	0.50

Coeficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.31	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49	32.49

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

3. CPq	Refacciones	13.7	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. CoO	Lubricantes	1.55	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1	1	1
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo

Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00

*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)

Selección del vehículo, tipo del vehículo		5.00		5.00
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	31.50	36.40	54.47
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m ²	6.98	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	10.00	10.00	10.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	6.85	6.85	6.85
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. numero de km conducidos por año	km	240 000.00	240 000.00	240 000.00
2. número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.8	0.8	0.8
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	750 000.00	750 000.00	750 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	23.00	23.00	23.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42	1.42
Coefficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.48	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01	0.01
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27	0.27
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00	-50.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Camión de dos ejes				
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	3.00	3.00	3.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.38	4.00	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.22	1.00	0.35
5. Proporción de viaje ascendente	%	36.46	20.00	25.97
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	100.00	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,237	2,232	2,234
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)				
Selección del vehículo, tipo del vehículo	8.00			
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27	218.27
5. Velocidad deseada	km/h	29.03	28.88	48.14
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m ²	6.05	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15	1.15
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm ³	7.60	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m ³ /m	0.16	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	12.78	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo				
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos				
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89	0.89
Coefficientes adicionales				
1. KP	Refacciones	0.37	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00	0.00
8. CoO	Lubricantes	3.07	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00	2 394.00
11. A7	Combustible	13.76	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00	-85.00

Fuente: **Publicación Técnica No. 590, IMT**

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

Tal como se puede apreciar en el cuadro, no se consideraron el valor del tiempo de los pasajeros ni de la carga, mientras que el sueldo del operador se tomó en cuenta para el caso del autobús y el camión. La lógica seguida para tal decisión es que el modelo de evaluación económica considera solamente el valor de la retención de carga para el análisis de beneficios por tiempos de recorrido. Por otro lado, en el cálculo de beneficios en autobús solamente se considera pasajeros, de tal manera que siguiendo el mismo criterio se incluyó el salario del operador en el COV.

El caso del automóvil es distinto ya que en los análisis de los estudios origen y destino, se cuentan los ocupantes es decir que el promedio de 2 considera tanto al que conduce el automóvil como a pasajeros, por lo tanto, no se incluye en el cálculo del COV, debido a ello el modelo lo incluye en la estimación de beneficios por tiempo de recorrido.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 20 años del horizonte del proyecto. A continuación, se presentan los costos totales de operación vehicular para las situaciones sin y con proyecto, en el primer año óptimo de operación.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 109 Costos de Operación Vehicular.

TRAMO 1				
Costos de Operación Vehicular				
	Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales
0	2021	-	-	-
1	2022	\$174,201,822.50	\$167,380,266.36	\$6,821,556.14
2	2023	\$179,981,116.12	\$172,933,249.06	\$7,047,867.07
3	2024	\$185,952,142.72	\$178,670,456.67	\$7,281,686.05
4	2025	\$192,121,263.21	\$184,598,001.03	\$7,523,262.18
5	2026	\$198,495,049.52	\$190,722,196.72	\$7,772,852.80
6	2027	\$205,080,291.61	\$197,049,567.80	\$8,030,723.80
7	2028	\$211,884,004.70	\$203,586,854.81	\$8,297,149.89
8	2029	\$218,913,436.76	\$210,341,021.86	\$8,572,414.90
9	2030	\$226,176,076.21	\$217,319,264.16	\$8,856,812.05
10	2031	\$233,679,659.91	\$224,529,015.58	\$9,150,644.33
11	2032	\$241,432,181.37	\$231,977,956.63	\$9,454,224.73
12	2033	\$249,441,899.32	\$239,674,022.64	\$9,767,876.68
13	2034	\$257,717,346.48	\$247,625,412.19	\$10,091,934.30
14	2035	\$266,267,338.64	\$255,840,595.84	\$10,426,742.80
15	2036	\$275,100,984.06	\$264,328,325.20	\$10,772,658.86
16	2037	\$284,227,693.18	\$273,097,642.20	\$11,130,050.98
17	2038	\$293,657,188.64	\$282,157,888.75	\$11,499,299.89
18	2039	\$303,399,515.63	\$291,518,716.69	\$11,880,798.94
19	2040	\$313,465,052.60	\$301,190,098.05	\$12,274,954.55
20	2041	\$323,864,522.32	\$311,182,335.71	\$12,682,186.61

TRAMO 2				
Costos de Operación Vehicular				
	Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales
0	2021			-
1	2022	\$99,318,411.42	\$94,856,036.18	\$4,462,375.24
2	2023	\$102,613,384.19	\$98,002,965.85	\$4,610,418.33
3	2024	\$106,017,670.48	\$101,254,297.60	\$4,763,372.88
4	2025	\$109,534,896.87	\$104,613,495.04	\$4,921,401.83
5	2026	\$113,168,810.23	\$108,084,136.71	\$5,084,673.52
6	2027	\$116,923,281.76	\$111,669,919.87	\$5,253,361.89
7	2028	\$120,802,311.07	\$115,374,664.44	\$5,427,646.64
8	2029	\$124,810,030.49	\$119,202,317.06	\$5,607,713.43
9	2030	\$128,950,709.40	\$123,156,955.31	\$5,793,754.09
10	2031	\$133,228,758.86	\$127,242,792.04	\$5,985,966.81
11	2032	\$137,648,736.24	\$131,464,179.89	\$6,184,556.35
12	2033	\$142,215,350.14	\$135,825,615.87	\$6,389,734.27
13	2034	\$146,933,465.33	\$140,331,746.19	\$6,601,719.14
14	2035	\$151,808,108.01	\$144,987,371.23	\$6,820,736.79
15	2036	\$156,844,471.11	\$149,797,450.58	\$7,047,020.53

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

16	2037	\$162,047,919.83	\$154,767,108.40	\$7,280,811.43
17	2038	\$167,423,997.40	\$159,901,638.85	\$7,522,358.54
18	2039	\$172,978,430.90	\$165,206,511.72	\$7,771,919.18
19	2040	\$178,717,137.47	\$170,687,378.25	\$8,029,759.21
20	2041	\$184,646,230.50	\$176,350,077.20	\$8,296,153.30

TRAMO 3				
Costos de Operación Vehicular				
Año		Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales
0	2021			-
1	2022	\$44,747,260.72	\$41,646,523.69	\$3,100,737.03
2	2023	\$46,231,789.15	\$43,028,182.54	\$3,203,606.61
3	2024	\$47,765,568.08	\$44,455,679.09	\$3,309,888.99
4	2025	\$49,350,231.42	\$45,930,534.05	\$3,419,697.37
5	2026	\$50,987,467.32	\$47,454,318.58	\$3,533,148.74
6	2027	\$52,679,019.91	\$49,028,655.96	\$3,650,363.95
7	2028	\$54,426,691.20	\$50,655,223.32	\$3,771,467.88
8	2029	\$56,232,342.97	\$52,335,753.44	\$3,896,589.54
9	2030	\$58,097,898.78	\$54,072,036.57	\$4,025,862.21
10	2031	\$60,025,345.98	\$55,865,922.37	\$4,159,423.61
11	2032	\$62,016,737.89	\$57,719,321.86	\$4,297,416.03
12	2033	\$64,074,195.91	\$59,634,209.45	\$4,439,986.46
13	2034	\$66,199,911.86	\$61,612,625.07	\$4,587,286.79
14	2035	\$68,396,150.24	\$63,656,676.31	\$4,739,473.93
15	2036	\$70,665,250.69	\$65,768,540.69	\$4,896,710.00
16	2037	\$73,009,630.48	\$67,950,467.96	\$5,059,162.52
17	2038	\$75,431,787.07	\$70,204,782.53	\$5,227,004.54
18	2039	\$77,934,300.76	\$72,533,885.89	\$5,400,414.86
19	2040	\$80,519,837.47	\$74,940,259.25	\$5,579,578.22
20	2041	\$83,191,151.56	\$77,426,466.09	\$5,764,685.47

LONGITUD TOTAL				
Costos de Operación Vehicular				
Año		Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales
0	2021	-	-	-
1	2022	\$318,267,494.64	\$303,882,826.23	\$14,384,668.40
2	2023	\$328,826,289.46	\$313,964,397.44	\$14,861,892.01
3	2024	\$339,735,381.28	\$324,380,433.36	\$15,354,947.92
4	2025	\$351,006,391.50	\$335,142,030.12	\$15,864,361.38
5	2026	\$362,651,327.07	\$346,260,652.01	\$16,390,675.06
6	2027	\$374,682,593.28	\$357,748,143.63	\$16,934,449.64
7	2028	\$387,113,006.98	\$369,616,742.56	\$17,496,264.41
8	2029	\$399,955,810.22	\$381,879,092.36	\$18,076,717.87
9	2030	\$413,224,684.39	\$394,548,256.04	\$18,676,428.36

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

10	2031	\$426,933,764.74	\$407,637,729.99	\$19,296,034.75
11	2032	\$441,097,655.50	\$421,161,458.38	\$19,936,197.11
12	2033	\$455,731,445.37	\$435,133,847.96	\$20,597,597.41
13	2034	\$470,850,723.67	\$449,569,783.45	\$21,280,940.22
14	2035	\$486,471,596.89	\$464,484,643.38	\$21,986,953.51
15	2036	\$502,610,705.86	\$479,894,316.46	\$22,716,389.40
16	2037	\$519,285,243.50	\$495,815,218.56	\$23,470,024.93
17	2038	\$536,512,973.10	\$512,264,310.13	\$24,248,662.97
18	2039	\$554,312,247.29	\$529,259,114.30	\$25,053,132.99
19	2040	\$572,702,027.54	\$546,817,735.55	\$25,884,291.99
20	2041	\$591,701,904.39	\$564,958,879.00	\$26,743,025.39

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

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

- En la situación sin proyecto se considera la situación actual optimizada en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, buen estado físico del señalamiento horizontal y una tasa de crecimiento del tránsito de 0.48% para los tramos 1, 2 y 3 anual durante el periodo de análisis.
- En la situación con proyecto se consideraron las características geométricas indicadas en la descripción del proyecto. Incluye costos por molestias a los usuarios ya que en tránsito urbano es muy difícil evitarlos.

Ahorro en tiempo de viaje

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

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del Boletín Notas 189, Artículo 1, enero-febrero de 2021, del IMT. De acuerdo con estudios realizados por el IMT, el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$80.58 y por motivo de placer de \$48.35 pesos por hora, actualizado a 2021. Con base en información obtenida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en encuestas origen-destino, se considera que en promedio un 97.1% de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 2.9% con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 110 Configuración del valor del tiempo.

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	123.22
Valor tiempo por motivo de trabajo	70.07
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Características Valor Tiempo	
Valor del tiempo por motivo de placer	42.04
% coeficiente tiempo motivo placer	2.9%
Coeficiente de pasajeros por Auto	2
Coeficiente de pasajeros por Bus	23
Coeficiente de pasajeros por camión carga	1
Toneladas promedio (ton/veh)	10
Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton)	117.75

Fuente: Instituto Mexicano del Transporte, IMT

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 111 Costos Valor Tiempo.

TRAMO 1				
Costos por Tiempo de Traslado				
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales	
0	2021	-	-	-
1	2022	\$211,845,823.50	\$208,082,461.56	\$3,763,361.94
2	2023	\$213,869,675.42	\$210,070,360.51	\$3,799,314.91
3	2024	\$215,912,862.04	\$212,077,250.68	\$3,835,611.36
4	2025	\$217,975,568.08	\$214,103,313.52	\$3,872,254.56
5	2026	\$220,057,980.02	\$216,148,732.19	\$3,909,247.83
6	2027	\$222,160,286.11	\$218,213,691.59	\$3,946,594.52
7	2028	\$224,282,676.41	\$220,298,378.42	\$3,984,297.99
8	2029	\$226,425,342.79	\$222,402,981.14	\$4,022,361.65
9	2030	\$228,588,478.97	\$224,527,690.01	\$4,060,788.96
10	2031	\$230,772,280.49	\$226,672,697.11	\$4,099,583.38
11	2032	\$232,976,944.78	\$228,838,196.36	\$4,138,748.42
12	2033	\$235,202,671.15	\$231,024,383.54	\$4,178,287.61
13	2034	\$237,449,660.82	\$233,231,456.27	\$4,218,204.55
14	2035	\$239,718,116.92	\$235,459,614.10	\$4,258,502.82
15	2036	\$242,008,244.54	\$237,709,058.45	\$4,299,186.08
16	2037	\$244,320,250.70	\$239,979,992.69	\$4,340,258.01
17	2038	\$246,654,344.43	\$242,272,622.12	\$4,381,722.31
18	2039	\$249,010,736.73	\$244,587,153.99	\$4,423,582.74
19	2040	\$251,389,640.64	\$246,923,797.56	\$4,465,843.08
20	2041	\$253,791,271.21	\$249,282,764.06	\$4,508,507.15

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

TRAMO 2				
Costos por Tiempo de Traslado				
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales	
0	2021			-
1	2022	\$99,548,001.71	\$96,850,513.42	\$2,697,488.29
2	2023	\$100,499,025.48	\$97,775,766.96	\$2,723,258.53
3	2024	\$101,459,134.78	\$98,709,859.83	\$2,749,274.95
4	2025	\$102,428,416.41	\$99,652,876.48	\$2,775,539.93
5	2026	\$103,406,957.99	\$100,604,902.16	\$2,802,055.83
6	2027	\$104,394,847.99	\$101,566,022.95	\$2,828,825.04
7	2028	\$105,392,175.71	\$102,536,325.72	\$2,855,849.99
8	2029	\$106,399,031.33	\$103,515,898.20	\$2,883,133.12
9	2030	\$107,415,505.85	\$104,504,828.95	\$2,910,676.90
10	2031	\$108,441,691.19	\$105,503,207.37	\$2,938,483.82
11	2032	\$109,477,680.10	\$106,511,123.72	\$2,966,556.38
12	2033	\$110,523,566.25	\$107,528,669.11	\$2,994,897.14
13	2034	\$111,579,444.19	\$108,555,935.55	\$3,023,508.65
14	2035	\$112,645,409.38	\$109,593,015.88	\$3,052,393.49
15	2036	\$113,721,558.17	\$110,640,003.88	\$3,081,554.29
16	2037	\$114,807,987.87	\$111,696,994.20	\$3,110,993.67
17	2038	\$115,904,796.68	\$112,764,082.39	\$3,140,714.29
18	2039	\$117,012,083.77	\$113,841,364.92	\$3,170,718.85
19	2040	\$118,129,949.23	\$114,928,939.18	\$3,201,010.06
20	2041	\$119,258,494.14	\$116,026,903.49	\$3,231,590.65

TRAMO 3				
Costos por Tiempo de Traslado				
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales	
0	2021			-
1	2022	\$28,752,313.47	\$27,629,772.77	\$1,122,540.70
2	2023	\$29,026,996.37	\$27,893,731.56	\$1,133,264.80
3	2024	\$29,304,303.42	\$28,160,212.07	\$1,144,091.36
4	2025	\$29,584,259.71	\$28,429,238.37	\$1,155,021.34
5	2026	\$29,866,890.54	\$28,700,834.80	\$1,166,055.74
6	2027	\$30,152,221.46	\$28,975,025.90	\$1,177,195.56
7	2028	\$30,440,278.27	\$29,251,836.46	\$1,188,441.81
8	2029	\$30,731,087.00	\$29,531,291.51	\$1,199,795.49
9	2030	\$31,024,673.95	\$29,813,416.32	\$1,211,257.64
10	2031	\$31,321,065.66	\$30,098,236.37	\$1,222,829.29
11	2032	\$31,620,288.93	\$30,385,777.44	\$1,234,511.49

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

12	2033	\$31,922,370.80	\$30,676,065.50	\$1,246,305.29
13	2034	\$32,227,338.58	\$30,969,126.81	\$1,258,211.77
14	2035	\$32,535,219.85	\$31,264,987.85	\$1,270,232.00
15	2036	\$32,846,042.44	\$31,563,675.38	\$1,282,367.05
16	2037	\$33,159,834.44	\$31,865,216.40	\$1,294,618.04
17	2038	\$33,476,624.24	\$32,169,638.16	\$1,306,986.07
18	2039	\$33,796,440.45	\$32,476,968.20	\$1,319,472.26
19	2040	\$34,119,312.01	\$32,787,234.28	\$1,332,077.73
20	2041	\$34,445,268.09	\$33,100,464.47	\$1,344,803.63

LONGITUD TOTAL				
Costos por Tiempo de Traslado				
Año		Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales
0	2021	-	-	-
1	2022	\$340,146,138.68	\$332,562,747.75	\$7,583,390.93
2	2023	\$343,395,697.27	\$335,739,859.02	\$7,655,838.24
3	2024	\$346,676,300.25	\$338,947,322.58	\$7,728,977.67
4	2025	\$349,988,244.20	\$342,185,428.37	\$7,802,815.83
5	2026	\$353,331,828.55	\$345,454,469.15	\$7,877,359.40
6	2027	\$356,707,355.56	\$348,754,740.44	\$7,952,615.12
7	2028	\$360,115,130.39	\$352,086,540.61	\$8,028,589.78
8	2029	\$363,555,461.12	\$355,450,170.86	\$8,105,290.26
9	2030	\$367,028,658.77	\$358,845,935.27	\$8,182,723.50
10	2031	\$370,535,037.34	\$362,274,140.85	\$8,260,896.49
11	2032	\$374,074,913.81	\$365,735,097.52	\$8,339,816.29
12	2033	\$377,648,608.20	\$369,229,118.15	\$8,419,490.05
13	2034	\$381,256,443.59	\$372,756,518.63	\$8,499,924.97
14	2035	\$384,898,746.15	\$376,317,617.84	\$8,581,128.31
15	2036	\$388,575,845.15	\$379,912,737.72	\$8,663,107.43
16	2037	\$392,288,073.01	\$383,542,203.29	\$8,745,869.72
17	2038	\$396,035,765.35	\$387,206,342.67	\$8,829,422.68
18	2039	\$399,819,260.96	\$390,905,487.10	\$8,913,773.85
19	2040	\$403,638,901.88	\$394,639,971.01	\$8,998,930.87
20	2041	\$407,495,033.44	\$398,410,132.01	\$9,084,901.43

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

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

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 20 años del horizonte del proyecto. La siguiente tabla muestra los resultados y beneficios del proyecto.

Tabla 112 Costos Generalizados de Viaje

TRAMO 1				
Costos Generalizados de Viaje				
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales	
0	2021	-	-	-
1	2022	\$386,047,646.00	\$375,462,727.92	\$10,584,918.08
2	2023	\$393,850,791.54	\$383,003,609.56	\$10,847,181.98
3	2024	\$401,865,004.77	\$390,747,707.35	\$11,117,297.41
4	2025	\$410,096,831.29	\$398,701,314.55	\$11,395,516.74
5	2026	\$418,553,029.54	\$406,870,928.90	\$11,682,100.63
6	2027	\$427,240,577.71	\$415,263,259.40	\$11,977,318.32
7	2028	\$436,166,681.11	\$423,885,233.23	\$12,281,447.88
8	2029	\$445,338,779.56	\$432,744,003.00	\$12,594,776.55
9	2030	\$454,764,555.18	\$441,846,954.17	\$12,917,601.01
10	2031	\$464,451,940.39	\$451,201,712.69	\$13,250,227.71
11	2032	\$474,409,126.15	\$460,816,152.99	\$13,592,973.15
12	2033	\$484,644,570.47	\$470,698,406.18	\$13,946,164.30
13	2034	\$495,167,007.30	\$480,856,868.46	\$14,310,138.84
14	2035	\$505,985,455.57	\$491,300,209.94	\$14,685,245.62
15	2036	\$517,109,228.60	\$502,037,383.66	\$15,071,844.95
16	2037	\$528,547,943.89	\$513,077,634.89	\$15,470,308.99
17	2038	\$540,311,533.07	\$524,430,510.87	\$15,881,022.20
18	2039	\$552,410,252.36	\$536,105,870.68	\$16,304,381.69
19	2040	\$564,854,693.24	\$548,113,895.61	\$16,740,797.64
20	2041	\$577,655,793.53	\$560,465,099.77	\$17,190,693.76

TRAMO 2				
Costos Generalizados de Viaje				
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales	
0	2021	-	-	-
1	2022	\$198,866,413.12	\$191,706,549.60	\$7,159,863.53
2	2023	\$203,112,409.67	\$195,778,732.81	\$7,333,676.86
3	2024	\$207,476,805.26	\$199,964,157.42	\$7,512,647.84
4	2025	\$211,963,313.27	\$204,266,371.51	\$7,696,941.76
5	2026	\$216,575,768.22	\$208,689,038.87	\$7,886,729.35
6	2027	\$221,318,129.74	\$213,235,942.82	\$8,082,186.93
7	2028	\$226,194,486.78	\$217,910,990.16	\$8,283,496.63
8	2029	\$231,209,061.81	\$222,718,215.26	\$8,490,846.55

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

9	2030	\$236,366,215.25	\$227,661,784.26	\$8,704,430.99
10	2031	\$241,670,450.05	\$232,745,999.42	\$8,924,450.63
11	2032	\$247,126,416.35	\$237,975,303.61	\$9,151,112.74
12	2033	\$252,738,916.39	\$243,354,284.98	\$9,384,631.41
13	2034	\$258,512,909.53	\$248,887,681.74	\$9,625,227.79
14	2035	\$264,453,517.39	\$254,580,387.11	\$9,873,130.28
15	2036	\$270,566,029.28	\$260,437,454.46	\$10,128,574.82
16	2037	\$276,855,907.70	\$266,464,102.60	\$10,391,805.10
17	2038	\$283,328,794.08	\$272,665,721.24	\$10,663,072.83
18	2039	\$289,990,514.67	\$279,047,876.64	\$10,942,638.04
19	2040	\$296,847,086.70	\$285,616,317.43	\$11,230,769.27
20	2041	\$303,904,724.64	\$292,376,980.69	\$11,527,743.95

TRAMO 3				
Costos Generalizados de Viaje				
	Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales
0	2021	-	-	-
1	2022	\$73,499,574.19	\$69,276,296.46	\$4,223,277.73
2	2023	\$75,258,785.52	\$70,921,914.10	\$4,336,871.42
3	2024	\$77,069,871.50	\$72,615,891.16	\$4,453,980.34
4	2025	\$78,934,491.14	\$74,359,772.42	\$4,574,718.71
5	2026	\$80,854,357.86	\$76,155,153.38	\$4,699,204.48
6	2027	\$82,831,241.38	\$78,003,681.86	\$4,827,559.52
7	2028	\$84,866,969.47	\$79,907,059.79	\$4,959,909.69
8	2029	\$86,963,429.98	\$81,867,044.95	\$5,096,385.02
9	2030	\$89,122,572.73	\$83,885,452.89	\$5,237,119.85
10	2031	\$91,346,411.64	\$85,964,158.74	\$5,382,252.90
11	2032	\$93,637,026.81	\$88,105,099.30	\$5,531,927.52
12	2033	\$95,996,566.71	\$90,310,274.95	\$5,686,291.75
13	2034	\$98,427,250.44	\$92,581,751.88	\$5,845,498.56
14	2035	\$100,931,370.08	\$94,921,664.16	\$6,009,705.92
15	2036	\$103,511,293.13	\$97,332,216.07	\$6,179,077.06
16	2037	\$106,169,464.93	\$99,815,684.36	\$6,353,780.57
17	2038	\$108,908,411.30	\$102,374,420.69	\$6,533,990.62
18	2039	\$111,730,741.21	\$105,010,854.09	\$6,719,887.12
19	2040	\$114,639,149.48	\$107,727,493.53	\$6,911,655.95
20	2041	\$117,636,419.66	\$110,526,930.56	\$7,109,489.10

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

LONGITUD TOTAL				
Costos Generalizados de Viaje				
Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios totales	
0	2021	-	-	-
1	2022	\$658,413,633.31	\$636,445,573.98	\$21,968,059.33
2	2023	\$672,221,986.72	\$649,704,256.47	\$22,517,730.25
3	2024	\$686,411,681.53	\$663,327,755.93	\$23,083,925.59
4	2025	\$700,994,635.70	\$677,327,458.49	\$23,667,177.21
5	2026	\$715,983,155.62	\$691,715,121.15	\$24,268,034.46
6	2027	\$731,389,948.83	\$706,502,884.07	\$24,887,064.76
7	2028	\$747,228,137.37	\$721,703,283.17	\$25,524,854.20
8	2029	\$763,511,271.34	\$737,329,263.21	\$26,182,008.13
9	2030	\$780,253,343.16	\$753,394,191.31	\$26,859,151.85
10	2031	\$797,468,802.08	\$769,911,870.85	\$27,556,931.24
11	2032	\$815,172,569.31	\$786,896,555.90	\$28,276,013.41
12	2033	\$833,380,053.57	\$804,362,966.11	\$29,017,087.46
13	2034	\$852,107,167.27	\$822,326,302.08	\$29,780,865.19
14	2035	\$871,370,343.04	\$840,802,261.21	\$30,568,081.82
15	2036	\$891,186,551.01	\$859,807,054.19	\$31,379,496.82
16	2037	\$911,573,316.51	\$879,357,421.86	\$32,215,894.66
17	2038	\$932,548,738.45	\$899,470,652.80	\$33,078,085.65
18	2039	\$954,131,508.25	\$920,164,601.40	\$33,966,906.84
19	2040	\$976,340,929.42	\$941,457,706.57	\$34,883,222.86
20	2041	\$999,196,937.83	\$963,369,011.01	\$35,827,926.81

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

Población Beneficiada Directamente

Para fines de la evaluación del presente estudio, se considerará principalmente el número vehículos asignados que forman parte de la población de usuarios que circulan de manera directa en la zona del proyecto, y se puede mencionar también los vehículos que tendrán movimientos en la vialidad a nivel, ya que se reducen las "filas" o "colas" de espera.

Un alto componente de población beneficiada lo constituyen aquellos usuarios de transporte público, los cuales elevarán su velocidad de operación y como consecuencia incrementarán la calidad de servicios al aumentar la frecuencia de paso. En el largo plazo, un aumento de velocidad operativa de las unidades de transporte urbano contribuirá a una menor presión de crecimiento de flota, las unidades evitadas contribuirán a reducir la tarifa técnica pagada por los usuarios.

La población se encuentra caracterizada por propietarios de vehículos que circulan en la zona, por niños, estudiantes, mujeres y hombres que habitan la zona y acuden a los diferentes colegios en el área de influencia. La población directamente beneficiada se presenta en la siguiente tabla

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Tabla 113 Localidades Beneficiadas con el proyecto

Municipio	Localidad	Población (2010)
Chalco	Chalco de Díaz Covarrubias	168,720
	Las Colonias	41
	El Naranjo	11
Valle de Chalco Solidaridad	Xico	356,352
	El Invernadero	3
	Ejido Tulyehualco	8
Total		525,135

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos con Microrregiones SEDESOL

Aunado a lo anterior en el municipio de Chalco hay 310,130 pobladores, mientras que en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad habitan 357,645 personas y adicionalmente los pobladores del Estado de México, así como de las Ciudad de México que necesitan acudir a estos municipios a realizar algún trámite o por el traslado de mercancías y productos necesarios para la población.

c) Calculo de Indicadores de Rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
TRAMO 1	
Valor Presente Neto (VPN)	\$11,325,048.89
Tasa interna de retorno (TIR)	12.59 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	14.83 %
TRAMO 2	
Valor Presente Neto (VPN)	\$58,547,767.13
Tasa interna de retorno (TIR)	70.02 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	68.37 %
TRAMO 3	
Valor Presente Neto (VPN)	\$4,597,054.86
Tasa interna de retorno (TIR)	12.09 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	12.85 %
LONGITUD TOTAL	
Valor Presente Neto (VPN)	\$75,320,311.64
Tasa interna de retorno (TIR)	19.63 %
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	20.20 %

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 4 variables que se consideraron como las más relevantes para este tipo de proyectos, que son:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Inversión inicial. - 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 que costo de inversión seguiría siendo rentable.

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

Demanda del proyecto. - La demanda es una variable que debe de ser considerada en un análisis de sensibilidad de un proyecto. Todo proyecto de inversión económica está dirigido a la satisfacción de una demanda y su comportamiento en el período de análisis es 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 en mayor o menor a fin de decidir adecuadamente en el tamaño óptimo o la posible postergación.

El análisis de sensibilidad arrojó los siguientes resultados:

Tabla 114 Análisis de Sensibilidad

TRAMO 1					
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Inversión	-60.00%	\$ 40,011,343.48	27.14%	38.63%	
	-50.00%	\$ 35,230,294.38	23.01%	32.89%	
	-40.00%	\$ 30,449,245.29	19.93%	28.64%	
	-30.00%	\$ 25,668,196.19	17.53%	25.36%	
	-20.00%	\$ 20,887,147.09	15.58%	22.75%	
	-10.00%	\$ 16,106,097.99	13.96%	20.63%	
	0.00%	\$ 11,325,048.89	12.59%	14.83%	Proyecto
	+10.00%	\$ 6,543,999.79	11.40%	17.39%	
	+15.00%	\$ 4,153,475.25	10.86%	16.73%	
	+20.00%	\$ 1,762,950.70	10.35%	16.12%	
	+23.69%	\$ -	10.00%	15.70%	
	+104.00%	-\$ 38,397,861.73	4.74%	10.00%	
+105.00%	-\$ 38,875,966.64	4.70%	9.96%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Mantenimiento	-60.00%	\$ 35,117,435.76	17.59%	17.25%	
	-50.00%	\$ 31,152,037.95	16.79%	16.85%	
	-40.00%	\$ 27,186,640.14	15.98%	16.44%	
	-30.00%	\$ 23,221,242.33	15.15%	16.04%	
	-20.00%	\$ 19,255,844.51	14.31%	15.64%	
	-10.00%	\$ 15,290,446.70	13.46%	15.23%	
	0.00%	\$ 11,325,048.89	12.59%	14.83%	Proyecto
	+10.00%	\$ 7,359,651.08	11.70%	14.42%	
	+15.00%	\$ 5,376,952.18	11.25%	14.22%	
	+20.00%	\$ 3,393,857.27	10.79%	14.02%	
	+28.56%	\$ -	10.00%	13.67%	
	+119.25%	-\$ 35,961,732.44	0.68%	10.00%	
+120.00%	-\$ 36,259,724.84	0.60%	9.97%		

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Demanda	-26.00%	-\$ 16,511,711.84	5.87%	9.92%	
	-25.57%	-\$ 16,052,036.72	5.99%	10.00%	
	-10.58%	\$ -	10.00%	12.83%	
	-10.00%	\$ 618,602.46	10.15%	12.94%	
	-5.00%	\$ 5,971,825.67	11.38%	13.88%	
	-2.00%	\$ 9,183,759.61	12.11%	14.45%	
	0.00%	\$ 11,325,048.89	12.59%	14.83%	Proyecto
	+10.00%	\$ 22,031,495.33	14.91%	16.71%	
	+20.00%	\$ 32,737,941.77	17.15%	18.60%	
	+30.00%	\$ 43,444,388.20	19.32%	20.49%	
	+40.00%	\$ 54,150,834.64	21.44%	22.38%	
	+50.00%	\$ 64,857,281.07	23.53%	24.26%	
	+60.00%	\$ 75,563,727.51	25.58%	26.15%	

TRAMO 2					
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Inversión	-60.00%	\$ 61,596,799.13	99.13%	100.34%	
	-50.00%	\$ 61,088,627.13	92.66%	93.67%	
	-40.00%	\$ 60,580,455.13	87.00%	87.83%	
	-30.00%	\$ 60,072,283.13	82.01%	82.68%	
	-20.00%	\$ 59,564,111.13	77.57%	78.10%	
	-10.00%	\$ 59,055,939.13	73.59%	73.99%	
	0.00%	\$ 58,547,767.13	70.02%	68.37%	Proyecto
	+400.00%	\$ 38,220,887.13	24.40%	23.47%	
	+900.00%	\$ 12,812,287.13	12.93%	12.80%	
	+1100.00%	\$ 2,648,847.13	10.53%	10.83%	
	+1152.13%	\$ -	10.00%	10.42%	
	+1207.90%	-\$ 2,834,328.75	9.47%	10.00%	
	+1210.00%	-\$ 2,941,044.87	9.45%	9.99%	
Mantenimiento	-60.00%	\$ 60,612,968.02	71.66%	69.53%	
	-50.00%	\$ 60,268,767.87	71.39%	69.34%	
	-40.00%	\$ 59,924,567.73	71.12%	69.14%	
	-30.00%	\$ 59,580,367.58	70.84%	68.95%	
	-20.00%	\$ 59,236,167.43	70.57%	68.76%	
	-10.00%	\$ 58,891,967.28	70.29%	68.56%	
	0.00%	\$ 58,547,767.13	70.02%	68.37%	Proyecto
	+400.00%	\$ 44,779,761.17	58.66%	60.63%	
	+900.00%	\$ 27,569,753.71	42.88%	50.96%	
	+1400.00%	\$ 10,359,350.26	23.48%	41.29%	
	+1700.98%	\$ -	10.00%	35.47%	
	+3017.75%	-\$ 45,323,182.49	#iNUM!	10.00%	
	+3020.00%	-\$ 45,400,677.90	#iNUM!	9.96%	
Demanda	-85.00%	-\$ 2,800,246.06	6.10%	8.61%	
	-83.02%	-\$ 1,374,480.54	8.15%	10.00%	
	-81.12%	\$ -	10.00%	11.34%	
	-60.00%	\$ 15,243,287.23	27.05%	26.19%	

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	-40.00%	\$ 29,678,113.86	41.58%	40.25%	
	-20.00%	\$ 44,112,940.50	55.84%	54.31%	
	0.00%	\$ 58,547,767.13	70.02%	68.37%	Proyecto
	+10.00%	\$ 65,765,180.45	77.10%	75.40%	
	+20.00%	\$ 72,982,593.76	84.17%	82.43%	
	+30.00%	\$ 80,200,007.08	91.24%	89.46%	
	+40.00%	\$ 87,417,420.39	98.30%	96.49%	
	+50.00%	\$ 94,634,833.71	105.36%	103.52%	
	+60.00%	\$ 101,852,247.03	112.42%	110.55%	

TRAMO 3					
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Inversión	-60.00%	\$ 20,539,848.96	29.00%	34.64%	
	-50.00%	\$ 17,882,716.61	23.87%	28.44%	
	-40.00%	\$ 15,225,584.26	20.24%	24.13%	
	-30.00%	\$ 12,568,451.91	17.50%	20.95%	
	-20.00%	\$ 9,911,319.56	15.34%	18.51%	
	-10.00%	\$ 7,254,187.21	13.57%	16.58%	
	0.00%	\$ 4,597,054.86	12.09%	12.85%	Proyecto
	+5.00%	\$ 3,268,488.69	11.43%	14.33%	
	+10.00%	\$ 1,939,922.51	10.82%	13.72%	
	+15.00%	\$ 611,356.34	10.25%	13.15%	
	+17.30%	\$ -	10.00%	12.90%	
	+52.99%	-\$ 9,483,089.46	6.88%	10.00%	
	+54.00%	-\$ 9,751,459.83	6.81%	9.94%	
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Mantenimiento	-60.00%	\$ 10,958,129.09	14.81%	14.15%	
	-50.00%	\$ 9,897,950.05	14.37%	13.93%	
	-40.00%	\$ 8,837,771.01	13.92%	13.72%	
	-30.00%	\$ 7,777,591.98	13.47%	13.50%	
	-20.00%	\$ 6,717,412.94	13.01%	13.29%	
	-10.00%	\$ 5,657,233.90	12.55%	13.07%	
	0.00%	\$ 4,597,054.86	12.09%	12.85%	Proyecto
	+10.00%	\$ 3,536,875.82	11.61%	12.64%	
	+20.00%	\$ 2,476,696.79	11.14%	12.42%	
	+40.00%	\$ 355,942.71	10.17%	11.99%	
	+43.36%	\$ -	10.00%	11.92%	
+132.34%	-\$ 9,433,449.63	5.35%	10.00%		
+133.00%	-\$ 9,503,326.34	5.31%	9.99%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Demanda	-20.00%	-\$ 4,069,532.44	8.04%	9.85%	
	-19.02%	-\$ 3,642,723.48	8.25%	10.00%	
	-10.61%	\$ -	10.00%	11.26%	
	-10.00%	\$ 263,761.21	10.12%	11.35%	
	-5.00%	\$ 2,430,408.03	11.12%	12.10%	
	-2.00%	\$ 3,730,396.13	11.70%	12.55%	
	0.00%	\$ 4,597,054.86	12.09%	12.85%	Proyecto
	+10.00%	\$ 8,930,348.51	13.96%	14.36%	
+20.00%	\$ 13,263,642.17	15.76%	15.86%		

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

	+30.00%	\$ 17,596,935.82	17.52%	17.36%
	+40.00%	\$ 21,930,229.47	19.23%	18.86%
	+50.00%	\$ 26,263,523.13	20.90%	20.36%
	+60.00%	\$ 30,596,816.78	22.55%	21.86%

LONGITUD TOTAL					
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Inversión	-60.00%	\$ 122,998,432.33	39.90%	47.89%	
	-50.00%	\$ 115,052,078.88	34.08%	40.82%	
	-40.00%	\$ 107,105,725.43	29.75%	35.57%	
	-30.00%	\$ 99,159,371.98	26.39%	31.51%	
	-20.00%	\$ 91,213,018.54	23.70%	28.29%	
	-10.00%	\$ 83,266,665.09	21.49%	25.66%	
	0.00%	\$ 75,320,311.64	19.63%	20.20%	Proyecto
	+30.00%	\$ 51,481,251.29	15.43%	18.71%	
	+60.00%	\$ 27,642,190.95	12.51%	15.55%	
	+90.00%	\$ 3,803,130.61	10.30%	13.31%	
	+94.79%	\$ -	10.00%	13.01%	
	+158.46%	-\$ 50,593,687.94	6.77%	10.01%	
+159.00%	-\$ 51,026,708.19	6.75%	9.99%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Mantenimiento	-60.00%	\$ 107,538,973.63	23.29%	22.17%	
	-50.00%	\$ 102,169,196.63	22.70%	21.84%	
	-40.00%	\$ 96,799,419.63	22.09%	21.51%	
	-30.00%	\$ 91,429,642.63	21.49%	21.18%	
	-20.00%	\$ 86,059,865.64	20.87%	20.85%	
	-10.00%	\$ 80,690,088.64	20.25%	20.53%	
	0.00%	\$ 75,320,311.64	19.63%	20.20%	Proyecto
	+10.00%	\$ 69,950,534.64	18.99%	19.87%	
	+50.00%	\$ 48,471,426.65	16.38%	18.55%	
	+100.00%	\$ 21,622,145.66	12.94%	16.91%	
	+140.27%	\$ -	10.00%	15.59%	
	+310.37%	-\$ 91,338,847.48	-4.05%	10.00%	
+311.00%	-\$ 91,679,753.00	-4.11%	9.98%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Demanda	-44.00%	-\$ 22,611,163.34	6.64%	9.86%	
	-43.42%	-\$ 21,326,816.21	6.84%	10.00%	
	-33.84%	\$ -	10.00%	12.25%	
	-30.00%	\$ 8,548,851.42	11.19%	13.15%	
	-20.00%	\$ 30,806,004.83	14.14%	15.50%	
	-10.00%	\$ 53,063,158.23	16.94%	17.85%	
	0.00%	\$ 75,320,311.64	19.63%	20.20%	Proyecto
	+10.00%	\$ 97,577,465.04	22.24%	22.54%	
	+20.00%	\$ 119,834,618.45	24.80%	24.89%	
	+30.00%	\$ 142,091,771.86	27.32%	27.24%	
	+40.00%	\$ 164,348,925.26	29.81%	29.59%	
	+50.00%	\$ 186,606,078.67	32.28%	31.94%	
+60.00%	\$ 208,863,232.07	34.73%	34.29%		

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

e) Análisis de riesgos

El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa, es decir que por factores imputables al licitante ganador del proyecto no se llegue a edificar los diversos componentes de la vialidad. Esta situación a pesar que pudiese llegar a ser probable, definitivamente estaría en contra de los propios intereses de la empresa a la 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.

El proyecto registra un riesgo vinculado con una deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros por parte del contratista, bajo este escenario, los beneficios proyectados en el horizonte del proyecto no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con las edificaciones de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones, principalmente ante un cambio escenario en la tendencia de estabilidad económica. Sin embargo, la propia Junta de Caminos del Estado de México ha llevado a cabo tanto un programa de mantenimiento como de construcción de infraestructuras de vialidades similares a la propuesta en el presente proyecto, por lo cual se supone que contratante cuenta con la experiencia suficiente y capacidad técnica para llevar a cabo proyectos de esta naturaleza.

El riesgo de un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos, lo cual implicaría un aumento en la ineficiencia operativa, sin embargo, la posible realización de la obra mediante el uso de concreto hidráulico puede llegar a minimizar este tipo de riesgo, ya que los periodos de mantenimiento se reducen mediante el uso de esta solución. Adicionalmente, la evaluación socioeconómica contempla un monto anual para los programas de mantenimiento.

Tabla 115 Matriz de Riesgos para la construcción del proyecto

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
Regulatorio	Riesgo ocasionado por cambios en la normatividad técnica durante la ejecución del proyecto.	100%		M	B
Diseño	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños realizados por el contratista		100%	B	M
	Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños entregados por la Junta de Caminos.	100%		B	M
Construcción	Riesgo ocasionado por falta de calidad en las obras realizadas por el Contratista		100%	B	M
	Riesgo ocasionado por ejecución de mayores cantidades de obra no autorizadas, por procedimientos constructivos inadecuados imputables al CONTRATISTA, o por deficiente		100%	B	M

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	programación (o cronología) de ejecución de las obras.				
	Riesgo presentado en el contrato 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, de los APU)) 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).		100%	M	M
	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. Al CONTRATISTA le corresponde teniendo en cuenta que debe prever en su propuesta planes de contingencia para mitigar estas eventualidades, teniendo también un Plan de Calidad acorde con el proyecto y de conformidad con la visita técnica que le corresponde realizar al sitio donde se pretenden ejecutar las obras. Riesgo que asume el CONTRATISTA.		100%	B	M
	Riesgo presentado por la fluctuación de precios en los materiales.		100%	M	B
	Riesgo de mayor permanencia y stand by de maquinaria y disponibilidad de personal, por el no inicio de las obras y/o parálisis de la mismas por demoras ocasionadas por la no entrega oportuna, de las revisiones y/o actualizaciones, de cálculos y/o diseños y/o estudios definitivos, del proyecto, que		100%	B	A

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	lleve a cabo y/o ejecute el CONTRATISTA, de acuerdo con lo estipulado en el ANEXO TECNICO, en caso de que dichos cálculos y/o diseños y/o estudios estén a cargo del CONTRATISTA.				
	Riesgo presentado por la modificación y/o cambios de ubicación en las fuentes de materiales presentadas y/o propuestas por el CONTRATISTA. Hace referencia al riesgo técnico, ambiental y/o social, en cuanto a calidad y cantidad del material, explotación y su distancia de acarreo. Le corresponde al interesado o proponente verificar en la visita a la obra las fuentes de materiales a emplear, para la presentación de una propuesta acorde con las obras a ejecutar.		100%	B	B
Financiero	Riesgo generado por Las fluctuaciones de las tasas de interés, tasa de cambio, variaciones cambiarias y financieras por causas micro o macroeconómicas.		100%	B	B
	Riesgo por insolvencia del Contratista		100%	B	A
Aseguramiento	Riesgo correspondiente a la diferencia entre el valor del siniestro asegurado y el valor del amparo de las pólizas establecidas en el CONTRATO, en el evento en que las causas de los daños objeto del siniestro, sean imputables al CONTRATISTA.		100%	B	A
	Riesgo de mayores costos y disponibilidad de las pólizas de Garantía Única de Cumplimiento, Responsabilidad Civil Extracontractual y Estabilidad y Calidad de Obra		100%	B	M
Ambiental	Mayores plazos y costos por la gestión para la obtención de licencias y/o permisos.		100%	B	M
	Mayores costos por modificaciones ambientales imputables al contratista		100%	B	M
Fuerza Mayor	Riesgo presentado por		100%	B	A

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
Asegurable	accidentalidad y/o muerte de personal del CONTRATISTA (Adjudicatario) desde la adjudicación y/o durante la ejecución del contrato, por causas externas al proyecto o por ausencia o falta o deficiencia del SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL de la obra.				
	Impacto adverso que generen los desastres naturales sobre la ejecución y/o operación del proyecto. Estos incluyen terremotos, inundaciones, incendios y sequías, entre otros. El contratista tiene la obligación de asegurar únicamente la longitud intervenida correspondiente a la reparación de puntos críticos.		100%	B	A
Fuerza Mayor NO Asegurable	Se refieren de manera exclusiva al daño emergente derivado de los actos de terrorismo, guerras o eventos que alteren el orden público, hallazgos arqueológicos, de minas o yacimientos, entre otros.	100%		B	A
Político Social	Mayores costos y plazos por las actividades de gestión Social		100%	B	B
Terminación Anticipada	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada imputable al Contratista		100%	B	M
	Efectos desfavorables por la Terminación anticipada no imputable al contratista	100%		M	B

Nota: B = Baja, M = Media y A = Alta

RIESGOS	Medida de Mitigación
Regulatorio	Adaptación del Proyecto al marco regulatorio técnico a través de los canales institucionales.
Diseño	Detalle de especificaciones técnicas en el anexo de la licitación
Construcción	Adecuada Evaluación Técnica del Proyecto en fase de Licitación Cumplimiento al Programa de ejecución de obra

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Financiero	Adecuada Evaluación Económica del proyecto en fase de Licitación, Planeación Presupuestal para la autorización de los recursos de las diferentes fuentes de financiamiento; y términos y condiciones contractuales.
Aseguramiento	Términos y Condiciones Contractual
Ambiental	Autorización Ambiental
Fuerza Mayor Asegurable	Seguro
Fuerza Mayor NO Asegurable	Fuerza Mayor
Político Social	Acciones de Atención Ciudadana
Terminación Anticipada	Fianza de Cumplimiento.

VI. Conclusiones y recomendaciones

La "Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac" es **factible** desde el punto de vista de seguridad vial debido a que se hará un camino más cómodo para los conductores eliminando baches y zonas irregulares en todo el tramo de la carretera, además contará con una sección constante al modernizar el tramo del Km 6+260 al Km 7+800, contara con obras de drenaje en buenas condiciones lo que permitirá tener un buen drenaje de aguas y por lo tanto se evitarán los encharcamientos sobre la capa de rodamiento. Desde el punto de vista económico representa significativos ahorros en tiempos de recorrido y costos de operación de los sistemas de transporte motorizado privado y público, así como también el autotransporte, lo que comparativamente con la inversión requerida, acredita la rentabilidad del proyecto.

El proyecto forma parte de un proyecto integral de incremento de eficiencia operativa como parte de las obras a realizar para la óptima incorporación de los usuarios hacia los municipios de Chalco y Valle de Chalco solidaridad y sus colindancias, con el objetivo de mejorar sustancialmente el nivel de servicio vial ofrecido a los usuarios locales y de largo itinerario al proporcionar una mejor y más eficiente comunicación en la zona, potencializar el desarrollo económico de la zona y al disminuir el costo de los transportes a elevar el nivel de vida de la población, eleva los índices de seguridad y mejorar los niveles de movilidad motorizada.

Los beneficios del proyecto –definidos en reducción de costos generalizados de viaje- 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. Adicionalmente, las problemáticas descritas en la situación actual pueden encontrar una solución mediante la implantación de la infraestructura vial que considera el proyecto, este escenario no resulta alcanzable mediante la implementación única de las propuestas optimizadas.

Con la realización de la rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac a lo largo de 7.80 km se verá beneficiada también en los siguientes aspectos:

- Disminuir costos generalizados de viaje
- Incrementar el índice de servicio y calidad con el que se transportan personas y mercancías.
- Reducir los tiempos de recorrido en la zona para el intercambio de personas y mercancías.
- Aumentar la calidad de vida de los habitantes de la región.
- Aumentar la competitividad de las comunidades de la región.

El proyecto registra una serie de indicadores positivos como una Tasa Interna de Retorno mínima equivalente al 12.09 %, y una máxima de 70.02%; una Tasa de Rentabilidad Inmediata mínima de 12.85% y una máxima de 68.37% lo cual registra un indicador Superior a la tasa mínima aceptable para proyectos sociales del 10%. El Valor Presente Neto Social del proyecto asciende a 75.32 millones. La Tasa de Rentabilidad Inmediata mínima de 12.85% y una máxima de 68.37% lo cual indica que el proyecto es compatible con el momento óptimo para iniciar la inversión.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado Proyecto " Rehabilitación, reconstrucción y modernización del camino Chalco- San Pedro Tláhuac."

Al igual que cualquier proyecto de infraestructura, el proyecto corre el riesgo de obra inconclusa o bien deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros, bajo este escenario, los ahorros proyectados no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con la reconstrucción de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones de las instalaciones con significativa antigüedad y bajo un contexto densamente poblado. El riesgo de un inadecuado programa de mantenimiento puede llegar a reducir los flujos de beneficios esperados además de incrementar los costos operativos, lo cual implicaría un detrimento en la eficiencia operativa.

Los riesgos antes mencionados estuvieron latentes en otras obras viales implantadas a cargo de la Junta de Caminos del Gobierno del Estado de México y en su caso fueron mitigados cada uno de ellos. En este sentido, la experiencia operativa, técnica y presupuestal experimentada en otras obras de infraestructura por parte del propio Gobierno del Estado de México sin duda puede capitalizarse para mitigar riesgos potenciales del proyecto que se pretende implantar en esta vialidad.

Finalmente, un riesgo mayor del proyecto consiste en una caída en la demanda esperada –TPDA Vehicular-, ya que en dicho escenario de la rentabilidad social podrían afectarse negativamente; sin embargo, los estudios de demanda, la vinculación de las vialidades rutas con los patrones de origen-destino es una variable que brinda una mayor certidumbre sobre la factibilidad de la demanda.

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 en base a los beneficios cuantificables se presentó:

- Una relación Beneficio/Costo (B/C) igual o superior a la unidad (**B/C**) > 1, ya que representa la utilidad que se obtendrá por cada peso invertido.
- 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%**)

Además

- La obra brindará beneficios a toda la población, de Chalco y Valle de Chalco solidaridad, así como a municipios aledaños
- La mejora de la seguridad vial del camino, garantiza un traslado ágil y oportuno, así como un eficaz transporte de mercancías en la zona.
- Al concretarse la construcción del proyecto se resuelve el problema de largos tiempos de traslado que se presentan actualmente en la zona.

El momento socialmente óptimo para la inversión es de inmediato, a fin reducir los COV.

VII. Bibliografía

LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

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.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2020 IMT Publicación técnica no 590.

Libro de datos viales SCT 2013-2020 <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales>.

Manual para la Evaluación de Proyectos de Carreteras Secretaria de Hacienda y Crédito Público.

Responsables de la Información

Ramo: Movilidad y Comunicaciones

Entidad: Estado de México

Área Responsable: Junta de Caminos del Estado de México.

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha
Ing. Lucio Barrera Calva	Director de Infraestructura Carretera		06/07/2021

Versión	Fecha
3.0	06/07/2021

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