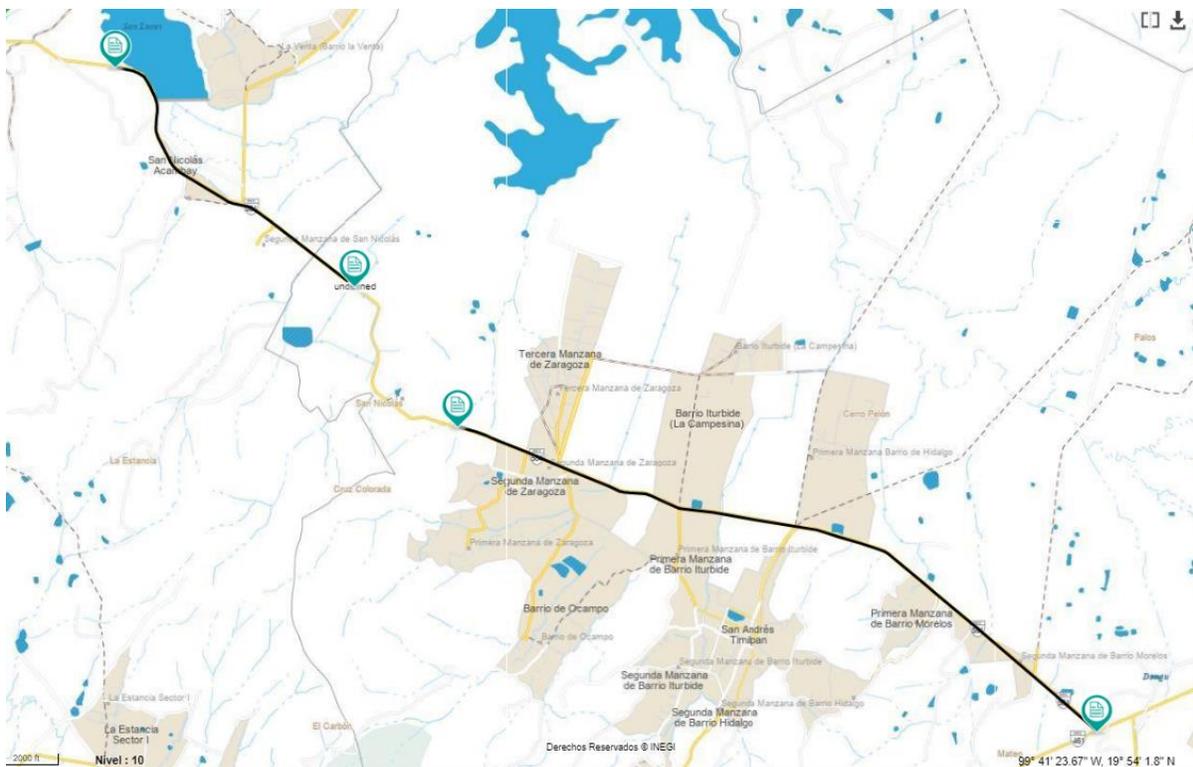


# Análisis Costo-Beneficio<sup>1</sup>

## "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"



<sup>1</sup>Para 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.

## Contenido

<b>I.</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>9</b>
A)	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	9
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA ACTUAL .....	12
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL .....	19
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA .....	22
<b>III.</b>	<b>SITUACIÓN SIN EL PROYECTO DE INVERSIÓN .....</b>	<b>32</b>
A)	OPTIMIZACIONES.....	32
B)	ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	33
C)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	35
D)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA- DEMANDA.....	39
E)	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	47
<b>IV.</b>	<b>SITUACIÓN CON EL PROYECTO .....</b>	<b>58</b>
A)	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	58
B)	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA .....	61
C)	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	62
D)	CALENDARIO DE ACTIVIDADES .....	65
E)	MONTO TOTAL DE INVERSIÓN .....	66
F)	FINANCIAMIENTO .....	67
G)	CAPACIDAD INSTALADA.....	67
H)	VIDA ÚTIL.....	69
I)	ASPECTOS MÁS RELEVANTES .....	69
J)	ANÁLISIS DE LA OFERTA CON PROYECTO .....	69
K)	ANÁLISIS DE LA DEMANDA CON PROYECTO .....	71
L)	DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN DE LA OFERTA- DEMANDA CON PROYECTO.....	75
<b>V.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....</b>	<b>84</b>
A)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN .....	84
B)	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN .....	89
C)	CALCULO DE INDICADORES DE RENTABILIDAD .....	92
D)	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	93
E)	ANÁLISIS DE RIESGOS .....	94
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>100</b>

# I. Resumen Ejecutivo

## Nombre del Proyecto de Inversión

"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

## Localización del PPI

El proyecto "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay", se desarrollará en el Estado de México.

El camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe es una vialidad primordial de comunicación debido a que es un punto de conexión entre dos municipios del Estado de México siendo estos Timilpan y Acambay, se atenderán 10.0 km distribuidos en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045

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

**Tabla 1 Localidades que conecta el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe**

Municipio	Localidad	Población (2020)
Timilpan	Segunda Manzana de Barrio Morelos	565
	Tercera Manzana de Barrio Morelos	448
	Primera Manzana de Barrio Morelos	379
	Primera Manzana de Barrio de Hidalgo	561
	San Andrés Timilpan	794
	Primera Manzana de Barrio Iturbide	365
	Barrio Iturbide (La Campesina)	545
	Segunda Manzana de Zaragoza	437
	Tercera Manzana de Zaragoza	1,589
	San Nicolás	232
Acambay	Segunda Manzana de San Nicolás	614
	San Nicolás Acambay	498
	La Venta (Barrio la Venta)	775
<b>Total</b>		<b>7,802</b>

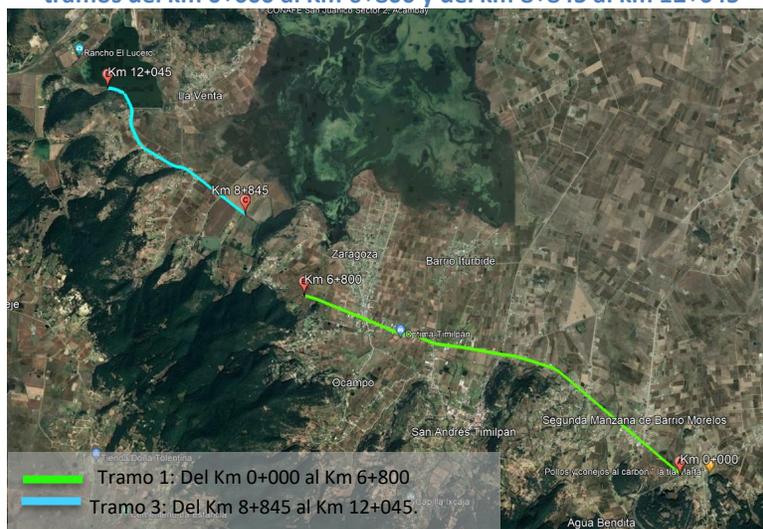
Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

**Tabla 2 Coordenadas Geográficas del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe**

Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe					
Localización	Latitud	Longitud	Localización	Latitud	Longitud
<b>Km 0+000</b>	19.868259	-99.702928	<b>Km 8+845</b>	19.905943	-99.769490
<b>Km 6+800</b>	19.894064	-99.760249	<b>Km 12+045</b>	19.924471	-99.791065

## ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Ilustración 1 Tramos a intervenir del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045**



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

### Monto total de inversión

Concepto	Importe con IVA
Terracerías	\$4,046,196.00
Drenaje y Subdrenaje	\$2,036,414.80
Pavimentos	\$43,958,432.00
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,188,957.20
<b>Monto Total c/IVA</b>	<b>\$51,230,000.00</b>

### Problemática Identificada

El diseño operacional del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe que conecta a los municipios de Timilpan y Acambay presenta malas condiciones en la superficie de rodamiento 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, cuenta con cunetas en tramos aislados en condiciones regulares por lo que no se desaloja de manera óptima el agua pluvial, la concentración de agua ocasiona 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.

En este contexto se ha determinado la necesidad de realizar un proyecto que resuelva este problema, y ante tal situación, se contempló realizar la Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay 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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, 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 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 Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay, principal camino de conexión entre los municipios de Timilpan y Acambay, 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 reconstrucción 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 Timilpan y Acambay, así como su interacción con los municipios aledaños que permitan la integración del crecimiento urbano, industrial y demográfico futuro, así como el desarrollo 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.

## **Breve descripción del PPI**

El proyecto pretende la Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe a lo largo de 10.0 km distribuidos en dos tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

- Reconstrucción con carpeta asfáltica del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 a lo largo de una longitud

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

de 10.0 km con un cuerpo de circulación cuenta con un ancho de calzada promedio de 7.0 m la cual aloja 2 carriles de circulación, uno para cada sentido de circulación, 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 construirán obras de drenaje consistentes en cunetas en tramos aislados a fin de canalizar el agua pluvial fuera del camino para evitar que esta ocasiona daños a la estructura del pavimento..

### Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación de la "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay" 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:

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

Concepto	Importe con IVA
Terracerías	\$4,046,196.00
Drenaje y Subdrenaje	\$2,036,414.80
Pavimentos	\$43,958,432.00
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,188,957.20
<b>Monto Total c/IVA</b>	<b>\$51,230,000.00</b>

#### 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 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA			ANUAL	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Limpieza	m2	70,000	\$1.95	\$136,500.00
Bacheo aislado (5 cm)	m2	7,000	\$240.00	\$1,680,000.00
Señalamiento horizontal	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
TOTAL + IVA=				<b>\$3,255,500.00</b>
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)			3 AÑOS	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Bacheo aislado (7 cm)	m2	7,000	\$335.00	\$2,345,000.00
Renivelaciones (3.5 cm)	m2	858	\$170.00	\$145,775.00
Riego de sello	m2	70,000	\$75.00	\$5,250,000.00
Señalamiento	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
TOTAL + IVA=				<b>\$10,127,700.00</b>

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

<b>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)</b>			<b>10 AÑOS</b>	
<b>CONCEPTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>
SOBRECARPETA (5cm)	m2	70,000	\$230.00	\$16,100,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	70,000	\$38.00	\$2,660,000.00
Señalamiento	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$22,910,000.00</b>

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

### Descripción de los principales Beneficios

Con la "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay" 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

<b>Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Valor</b>
Valor Presente Neto (VPN)	<b>\$95,898,656.88</b>
Tasa interna de retorno (TIR)	<b>30.47%</b>
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	<b>29.50%</b>

### 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.

### Conclusión del Análisis:

La evaluación socioeconómica de la "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay" 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.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

---

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) de 29.50% y una Tasa Interna de Retorno de 30.47%.

## II. Situación Actual

### a) Diagnóstico de la Situación Actual

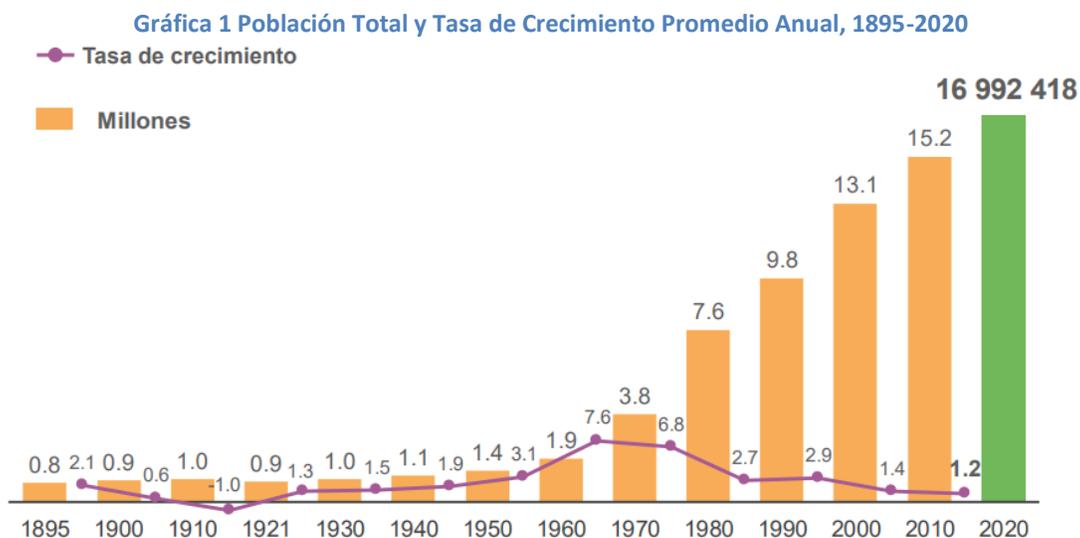
El proyecto "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay" se desarrollará en el Estado de México.

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 Promedio Anual 1.2% entre los años 2010 y 2020, con una población de 16,992,418 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.



Fuente: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020\\_pres\\_res\\_mex.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_mex.pdf)

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

El municipio de Timilpan se encuentra ubicado al noroeste del Estado de México con una latitud mínima de 19° 47' 05" y una latitud máxima de 20° 03' 01"; y con una longitud mínima de a los 99° 38' 22" y una longitud máxima de 99° 47' 24". El municipio de Timilpan tiene una superficie de 172.81 km<sup>2</sup>, que representa el 0.83% de la superficie estatal, ocupando el lugar número 43 dentro de la entidad. Colinda al norte con los municipios de Aculco y Jilotepec; al sur con Morelos y Atlacomulco; al este con Chapa de Mota y Jilotepec; al oeste con Acambay y Atlacomulco.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2020, el municipio de Timilpan tiene 16,414 habitantes, del total 8,553 son mujeres, equivalente al 52.11% y 7,861 son hombres, es decir el 47.89%. Al respecto el municipio de 1980 a 2010 registró una tasa de crecimiento media anual +5.75.

**Tabla 4 Población total según sexo y tasa de crecimiento, municipio de Timilpan**

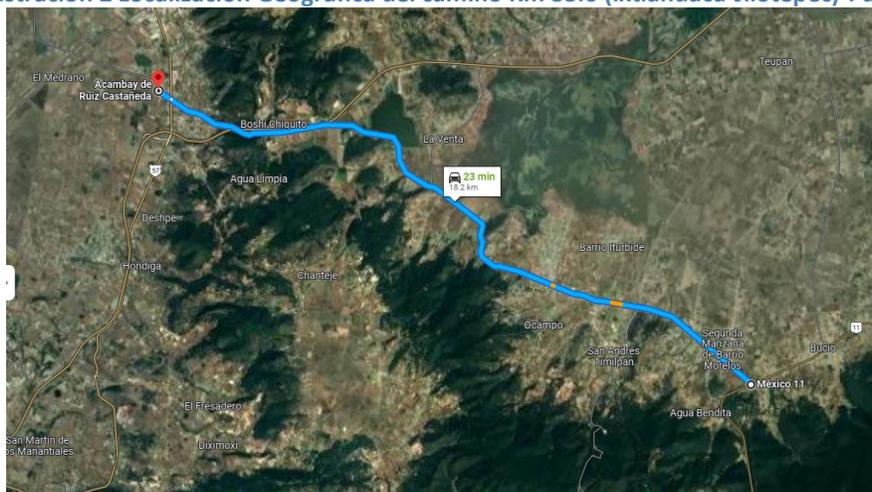
Año	Total	Hombres	Mujeres	Tasa de Crecimiento Intercensal
1980	11,566	5,870	5,696	2.16
1990	12,059	6,099	5,960	4.26
2000	14,505	7,091	7,421	20.28
2005	14,335	6,948	7,387	-1.17
2010	15,391	7,389	8,002	3.22

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal municipio de Timilpan 2019-2021

El Municipio de Acambay está ubicado en la parte noroccidental del Estado de México en la región Atlacomulco, representando el 2.21% de superficie de 464.87 km<sup>2</sup>, encontrándose entre los paralelos 19° 57' 22.42°, latitud norte y a 99° 50'38.18" de longitud oeste del meridiano de Greenwich una altura de 2,552 metros sobre el nivel del mar, colindando al Norte con el estado de Querétaro y el municipio de Aculco, al Este con los municipios de Aculco y Timilpan, al sur con los municipios de Timilpan, Atlacomulco y Temascalcingo, al Oeste con el municipio de Temascalcingo y el estado de Querétaro.

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2020, el municipio de Acambay cuenta con 67,872 habitante, del total 35,255 son mujeres, equivalente al 51.94% y 32,617 son hombres, es decir el 48.06%. Así mismo para el año 2017 se tenía una densidad de población de 140 hab/km<sup>2</sup>.

**Ilustración 2 Localización Geográfica del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe**



Fuente: Elaborado con Google Maps

## ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

---

El camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe es una vialidad primordial de comunicación debido a que es un punto de conexión entre dos municipios del Estado de México, tiene una longitud total de 18.20 km, del km 0+000 al km 10+000 pertenecen al municipio de Timilpan, estado de México, mientras que del km 10+000 al km 18+200 pertenecen al municipio de Acambay, estado de México, sin embargo, actualmente se encuentra en malas condiciones por lo que 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.

El camino conecta a los municipios de Timilpan y Acambay en el Estado de México, estos municipios concentran vías de comunicación intermunicipal que se conectan con carreteras federales y estatales, así como negocios industriales y centros de abasto para los mismos municipios y los municipios aledaños, así como centros escolares de todos los niveles y oficinas de servicios públicos.

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.

Respecto al municipio de Timilpan, se puede mencionar que el número de profesionistas es bajo y solo unos cuantos prestan su servicio en el municipio, la gran mayoría tiene que emigrar a lugares en donde puedan desempeñar su labor para la que se prepararon.

En el municipio de Acambay la migración en el municipio ha sido fortalecida por problemas socio-económicos. Las altas metas de producción y mano de obra de los Estados Unidos de norte américa, propician en el trabajador de Acambay la inquietud o necesidad de emigrar para buscar mejores oportunidades de vida, la gran parte de los que emigran lo hacen por motivos económicos, huyendo de la pobreza, buscando acceso al trabajo y buscando además un mejor nivel de vida, con mejores condiciones de trabajo y remuneración principalmente.

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.

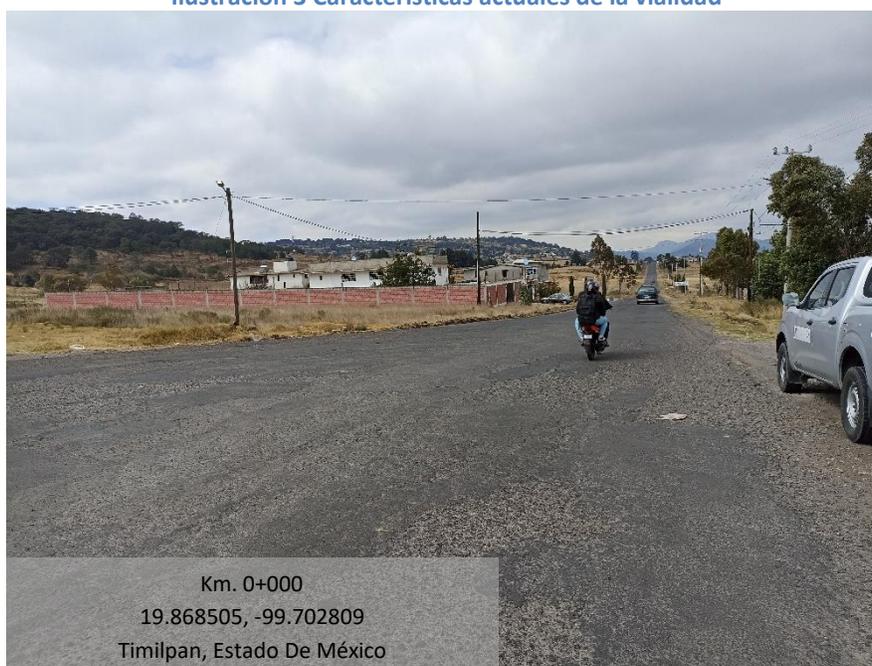
## ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tomando en cuenta lo anterior y dado que el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe es uno de los principales caminos que permiten la interrelación entre los municipios de Timilpan y Acambay en el Estado de México, es de vital importancia mejorar la conectividad entre municipios con el fin de contribuir al desarrollo del ordenamiento territorial de los municipios mediante la infraestructura urbana para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

### b) Análisis de la Oferta Actual

El camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe es una vialidad primordial de comunicación debido a que es un punto de conexión entre dos municipios del Estado de México, tiene una longitud total de 18.20 km, del km 0+000 al km 10+000 pertenecen al municipio de Timilpan, estado de México, mientras que del km 10+000 al km 18+200 pertenecen al municipio de Acambay; 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 3 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 6+800 se observa que se localizan dentro de una zona rural, sin embargo, presenta una alta afluencia de vehículos, el camino cuenta con un ancho de calzada promedio de 7.0 m de ancho, aloja 2 carriles de circulación, uno para cada sentido, la superficie de rodadura es a base de carpeta asfáltica en malas condiciones presentando un IRI de 7 mm/m al presentar agrietamientos. Debido a las condiciones actuales las velocidades de recorrido con bajas, aunado a lo anterior se carece de señalamiento horizontal por lo que las probabilidades de accidentes se ven incrementadas al no canalizar de forma segura los vehículos.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtilahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Ilustración 4 Estado actual del camino



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

En la ilustración 4 se alcanza a apreciar que el señalamiento es poco visible, se carece de banquetas y guarniciones. No existe alumbrado público y no se observan pozos de visita a lo largo del tramo a intervenir.

Ilustración 5 Estado actual del camino



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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Ilustración 6 Estado actual del camino



Km. 6+800  
19.894039, -99.760114  
Timilpan, Estado de México

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

Al continuar con el trayecto del camino se observa que del Km 6+800 al Km 8+845 las condiciones del camino presentan una mejora, la superficie de rodamiento es a base de carpeta asfáltica en condiciones regulares, tienen un ancho de calzada de 7.0 m en promedio, aloja dos carriles de circulación.

Ilustración 7 Estado actual del camino



Km. 9+000  
19.906796, -99.770744  
Timilpan, Estado de México

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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Al continuar con el trayecto del camino se observa que a partir del Km 8+845 al Km 12+045 las condiciones del camino vuelven a ser malas debido a que la superficie de rodamiento presenta agrietamientos y baches.

**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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Adicionalmente del km 8+845 al km 12+045 se observa que se localizan dentro de una zona rural, sin embargo, presenta una alta afluencia de vehículos, el camino cuenta con un ancho de calzada promedio de 7.0 m de ancho, aloja 2 carriles de circulación, uno para cada sentido, la superficie de rodadura es a base de carpeta asfáltica en malas condiciones presentando un IRI de 7 mm/m al presentar agrietamientos. Debido a las condiciones actuales las velocidades de recorrido con bajas, aunado a lo anterior se carece de señalamiento horizontal por lo que las probabilidades de accidentes se ven incrementadas al no canalizar de forma segura los vehículos.

En este contexto se ha determinado la necesidad de realizar un proyecto que resuelva este problema, y ante tal situación, se contempló realizar la Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay y de esta manera seguir dando el mejor servicio a los usuarios de esta carretera.

Debido a las condiciones en que se encuentra el camino, se identifican 2 tramos a intervenir los cuales necesitan trabajos de reconstrucción para cumplir con las condiciones óptimas de transitabilidad. Los tramos son los siguientes:

Tramo 1: Del Km 0+000 al Km 6+800

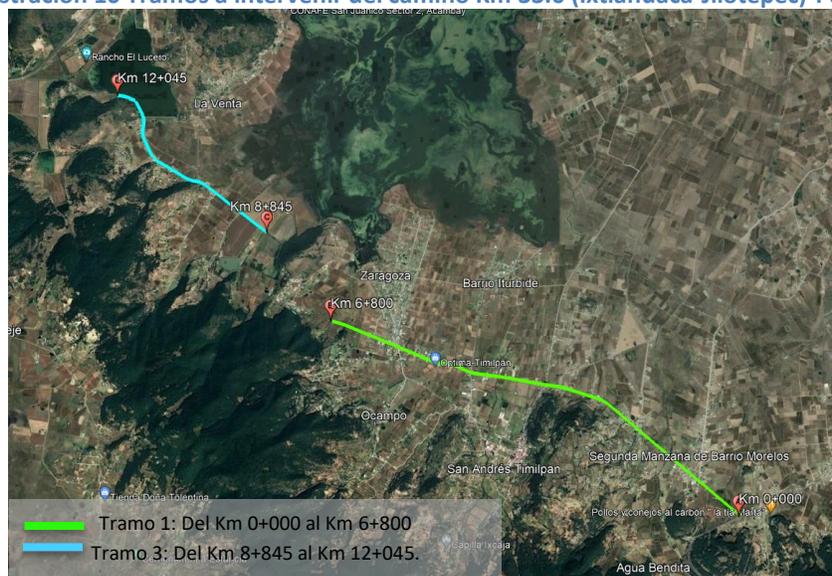
Tramo 2: Del km 8+845 al Km 12+045

A continuación, se presenta la geolocalización de dichos tramos, referenciados a las siguientes coordenadas:

**Tabla 5 Coordenadas Geográficas del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe**

Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe					
Localización	Latitud	Longitud	Localización	Latitud	Longitud
Km 0+000	19.868259	-99.702928	Km 8+845	19.905943	-99.769490
Km 6+800	19.894064	-99.760249	Km 12+045	19.924471	-99.791065

**Ilustración 10 Tramos a intervenir del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe**



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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Las localidades por las que cruza el camino son:

**Tabla 6 Localidades que conecta el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe**

Municipio	Localidad	Población (2020)
Timilpan	Segunda Manzana de Barrio Morelos	565
	Tercera Manzana de Barrio Morelos	448
	Primera Manzana de Barrio Morelos	379
	Primera Manzana de Barrio de Hidalgo	561
	San Andrés Timilpan	794
	Primera Manzana de Barrio Iturbide	365
	Barrio Iturbide (La Campesina)	545
	Segunda Manzana de Zaragoza	437
	Tercera Manzana de Zaragoza	1,589
	San Nicolás	232
	Acambay	Segunda Manzana de San Nicolás
San Nicolás Acambay		498
La Venta (Barrio la Venta)		775
<b>Total</b>		<b>7,802</b>

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

Índice de Rugosidad Internacional –IRI–.

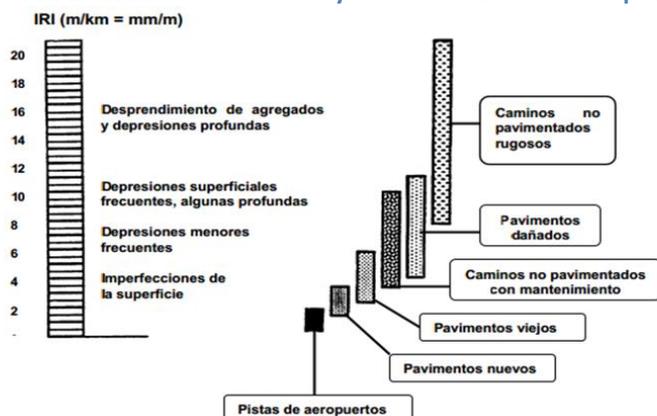
El índice de rugosidad internacional (IRI) del área de estudio observado es de 7 mm/m. El Índice Internacional constituye una medida de la rugosidad, entendida como las deformaciones verticales de la superficie de un camino con respecto a la superficie plana, mismas que afectan la dinámica del vehículo, 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 de este, 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 datos de las mediciones, calcular las frecuencias acumuladas, y sustituir el valor del 95 percentil resultante (aquel 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"<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Costos 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.

Ilustración 11 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 con base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

Por lo anterior, el nivel de Servicio Carretero del Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 es un tipo de servicio Tipo D.

Tabla 7 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	<b>Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.</b>
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](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf)

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

A continuación, se presenta una tabla resumen de las condiciones actuales en que se encuentra el camino.

**Tabla 8 Características físicas y geométricas del camino**

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2
Condiciones del tramo	Necesario reconstruir	Necesario reconstruir
Inicio (Km)	0+000	8+845
Fin (Km)	6+800	12+045
Longitud del tramo (km)	6.80	3.20
Municipio (s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timilpan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timilpan</li> <li>• Acambay</li> </ul>
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Numero de cuerpos	1	1
Sentidos de circulación	2	2
Camellón	No	No
Ancho de calzada (m)	7.0	7.0
Número de carriles	2, 1 para cada sentido	2, 1 para cada sentido
Ancho promedio de carril (m)	3.50	3.50
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en malas condiciones	Carpeta asfáltica en malas condiciones
Índice de rugosidad (m/km)	7 mm/m	7 mm/m
Obras de drenaje	Cunetas en tramos aislados	Cunetas en tramos aislados
Condiciones de señalamiento	Nulo o poco visible	Nulo o poco visible

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

### c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino.

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 2017 al 2021, de la carretera Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro) en el Km 23+940 misma que es la carretera que se encuentra más cercana a la zona del proyecto de la cual se cuentan con datos viales.

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.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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.<sup>3</sup>

N<sub>i</sub>: población en el momento inicial del periodo

N<sub>f</sub>: 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 9 Tasa de crecimiento Camino Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro)**

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro) Ambos sentidos Km 23+940	2012	5,219	2012-2013	-0.71%
	2013	5,182	2013-2014	2.80%
	2014	5,327	2014-2015	-4.86%
	2015	5,068	2015-2016	2.49%
	2016	5,194	2016-2017	7.01%
	2017	5,558	2017-2018	-4.32%
	2018	5,318	2018-2019	1.73%
	2019	5,410	2019-2020	-3.68%
	2020	5,211	2020-2021	0.59%
	2021	5,242	<b>Promedio</b>	<b>0.12%</b>

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

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2022/>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa decrecimiento a utilizar será de 0.12% 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 el camino 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 2022 teniendo como resultado los siguientes datos:

**Tabla 10 TDPA proyecto**

Tramo	SC	TDPA (2022)
1 Km 0+000 al Km 6+800	Ambos	4,464
2 Km 8+845 al Km 12+045	Ambos	2,493

Fuente: Elaboración propia

<sup>3</sup>[http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13\\_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf](http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf)



ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe.

**Tabla 11 Periodización Tramo 1**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	3,739.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
Media Congestión	573.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
Baja Congestión	152.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
TDPA	4,464.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12 Periodización Tramo 2**

Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	1,863.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
Media Congestión	544.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
Baja Congestión	86.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
TDPA	2,493.00	89.19%	0.35%	10.46%	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 13 Composición vehicular**

Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe					
Tramo		TDPA	Clasificación		
			A	B	C
1	Km 0+000 al Km 6+800	4,464.00	89.03%	0.31%	10.66%
2	Km 8+845 al Km 12+045	2,493.00	89.19%	0.35%	10.46%

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 14 Ocupación Vehicular Promedio**

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.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 Timilpan y Acambay se ven obligados a trasladarse a otros municipios aledaños.

El camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 presenta gran importancia ya que, conecta a los municipios de Timilpan y Acambay en el Estado 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 de 7 mm/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 reconstrucción 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 (tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045) 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 flotante<sup>4</sup>

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.

---

<sup>4</sup> Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, IMT, Publicación Técnica No. 214

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 15 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 1**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	56.15	51.54	46.63	51.44
Media Congestión	58.18	53.80	48.48	53.49
Baja Congestión	60.00	55.01	50.06	55.02

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

**Tabla 16 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 2**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	55.38	49.02	44.65	49.68
Media Congestión	57.31	51.43	46.08	51.61
Baja Congestión	59.38	53.09	48.61	53.69

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

A causa de las entradas y salidas de las diferentes calles que se intersectan con el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe 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.

**Tabla 17 Características Tramo 1 Situación Actual**

SITUACIÓN ACTUAL				
ALTA CONGESTIÓN				
	Costos de Operación Vehicular			IRI mm/m
	A	B	C	
Longitud: 6.8 Km				
Clasificación Vehicular				7.00
Velocidad Promedio	56.15	51.54	46.63	51.44
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,645.97	\$15,748.31	\$10,780.92	
COV's/km -veh	\$5.65	\$15.75	\$10.78	
Tiempo de recorrido	00:07:16	00:07:55	00:08:45	

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

MEDIA CONGESTIÓN				
	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
	A	B	C	
Longitud: 6.8 Km				
Clasificación Vehicular				7.00
Velocidad Promedio	58.96	52.91	48.27	53.38
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,621.00	\$15,724.49	\$10,756.22	
COV's/km -veh	\$5.62	\$15.72	\$10.76	
Tiempo de recorrido	00:06:55	00:07:43	00:08:27	

BAJA CONGESTIÓN				
	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
	A	B	C	
Longitud: 6.8 Km				
Clasificación Vehicular				7.00
Velocidad Promedio	60.00	55.01	50.06	55.02
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,598.61	\$15,711.73	\$10,735.12	
COV's/km -veh	\$5.60	\$15.71	\$10.74	
Tiempo de recorrido	00:06:48	00:07:25	00:08:09	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Características Tramo 2 Situación Actual

SITUACIÓN ACTUAL				
ALTA CONGESTIÓN				
	Costos de Operación Vehicular			IRI mm/m
	A	B	C	
Longitud: 3.2 Km				
Clasificación Vehicular				7.00
Velocidad Promedio	55.38	49.02	44.65	49.68
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,277.69	\$5,416.56	\$9,554.83	
COV's/km -veh	\$5.28	\$5.42	\$9.55	
Tiempo de recorrido	00:07:22	00:08:19	00:09:08	

MEDIA CONGESTIÓN				
	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
	A	B	C	
Longitud: 3.2 Km				
Clasificación Vehicular				7.00
Velocidad Promedio	57.31	51.43	46.08	51.61
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,252.17	\$5,359.85	\$9,519.00	
COV's/km -veh	\$5.25	\$5.36	\$9.52	
Tiempo de recorrido	00:07:07	00:07:56	00:08:51	

BAJA CONGESTIÓN				
	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
	A	B	C	
Longitud: 3.2 Km				
Clasificación Vehicular				7.00
Velocidad Promedio	59.38	53.09	48.61	53.69
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,224.80	\$5,320.80	\$9,455.60	
COV's/km -veh	\$5.22	\$5.32	\$9.46	
Tiempo de recorrido	00:06:52	00:07:41	00:08:24	

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.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 19 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Actual**

Vehículo ligero			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

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

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91
<b>5. Velocidad deseada</b>	<b>km/h</b>	<b>56.15</b>	<b>55.38</b>
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16

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

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

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	337,645.31	337,645.31
2. Costo del combustible	\$/litro	16.29	16.29
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.93	37.93
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	1 050.00	1 050.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	32.73	32.73

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	30.97	30.97
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.50	0.50

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

Autobús Foráneo			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

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

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

5. Velocidad deseada	km/h	51.54	49.02
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

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

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

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.48	0.48
2. Cpo	Refacciones	1.77	1.77
3. CPq	Refacciones	3.56	3.56
4. QIPo	Refacciones	190.00	190.00
5. Clo	Mantenimiento	293.44	293.44
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.01	0.01
8. Coo	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.23	0.23
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	212.80	212.80
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.27	0.27

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-7276.00	-7276.00
5. A1	Combustible	63.50	63.50
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	4 323.00	4 323.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	8.64	8.64
10. A6	Combustible	2 479.00	2 479.00
11. A7	Combustible	11.50	11.50
12. NHO	Combustible	-50.00	-50.00

Camión de dos ejes			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

Selección del vehículo, tipo del vehículo

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27
<b>5. Velocidad deseada</b>	<b>km/h</b>	<b>46.63</b>	<b>44.65</b>
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm <sup>3</sup>	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m <sup>3</sup> /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm <sup>3</sup> /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89

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

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.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 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT.

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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 20 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido Situación Actual**

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	148.36
Valor tiempo por motivo de trabajo	54.89
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	32.94
% 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, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

**Tabla 21 Costos Generalizados de Viaje Situación Actual Tramo 1**

TOTAL TRAMO 1						
CGV's Anuales (\$)						
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2022	ALTA CONGESTIÓN	\$62,615,340.89	\$1,149,625.77	\$37,018,869.88	\$100,783,836.54
0	2022	MEDIA CONGESTIÓN	\$9,447,631.48	\$173,312.44	\$5,531,806.19	\$15,152,750.12
0	2022	BAJA CONGESTIÓN	\$2,487,917.39	\$0.00	\$1,429,664.42	\$3,917,581.81
0	2022	CGV'S TOTALES	\$74,550,889.76	\$1,322,938.22	\$43,980,340.49	\$119,854,168.46

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22 Costos Generalizados de Viaje Situación Actual Tramo 2**

TOTAL TRAMO 2						
CGV's Anuales (\$)						
Año		Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
0	2022	ALTA CONGESTIÓN	\$29,846,890.52	\$499,662.52	\$18,077,368.02	\$48,423,921.06
0	2022	MEDIA CONGESTIÓN	\$8,605,155.23	\$139,997.07	\$5,151,635.16	\$13,896,787.46
0	2022	BAJA CONGESTIÓN	\$1,342,596.25	\$0.00	\$781,671.37	\$2,124,267.62
0	2022	CGV'S TOTALES	\$39,794,642.00	\$639,659.59	\$24,010,674.56	\$64,444,976.14

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle del cálculo de los Costos Generalizados de Viaje ver la pestaña Sit. Actual de la memoria de cálculo.

### 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 tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045, 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.

Mejorar la superficie de rodamiento en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 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 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.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 23 Costos medidas de optimización**

COSTOS DE OPTIMIZACIÓN				
Datos Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
		LONGITUD =	10000.00	M
		ANCHO =	7.00	M
		ÁREA =	70000	M <sup>2</sup>
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LIMPIEZA	m2	70000.00	\$1.95	\$136,500.00
BACHEO AISLADO (5 CM)	m2	7000.00	\$240.00	\$1,680,000.00
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL	m	60000.00	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$3,255,500.00</b>
<b>TOTAL SIN IVA=</b>				<b>\$2,806,465.52</b>

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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, 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 24 Características físicas y geométricas del camino incorporando optimización**

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2
Condiciones del tramo	Necesario reconstruir	Necesario reconstruir
Inicio (Km)	0+000	8+845
Fin (Km)	6+800	12+045
Longitud del tramo (km)	6.80	3.20
Municipio (s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Timilpan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Timilpan</li> <li>Acambay</li> </ul>
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Numero de cuerpos	1	1
Sentidos de circulación	2	2
Camellón	No	No
Ancho de calzada (m)	7.0	7.0

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2
Número de carriles	2, 1 para cada sentido	2, 1 para cada sentido
Ancho promedio de carril (m)	3.50	3.50
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en condiciones regulares	Carpeta asfáltica en condiciones regulares
Índice de rugosidad (m/km)	6 mm/m	6 mm/m
Obras de drenaje	Cunetas en tramos aislados en condiciones regulares	Cunetas en tramos aislados en condiciones regulares
Condiciones de señalamiento	En buenas condiciones	En buenas condiciones

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 con lo anterior, el nivel de Servicio Carretero del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 es un tipo de servicio Tipo D.

Tabla 25 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	<b>Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.</b>
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](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 este camino para trasladarse desde un origen a un destino.

### 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 26 TDPA proyecto**

	Tramo	SC	TDPA (2022)
1	Km 0+000 al Km 6+800	Ambos	4,464
2	Km 8+845 al Km 12+045	Ambos	2,493

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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe.

**Tabla 27 Periodización Tramo 1**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	3,739.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
Media Congestión	573.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
Baja Congestión	152.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
TDPA	4,464.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28 Periodización Tramo 2**

Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	1,863.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
Media Congestión	544.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
Baja Congestión	86.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
TDPA	2,493.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 29 Composición vehicular**

Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe					
Tramo		TDPA	Clasificación		
			A	B	C
1	Km 0+000 al Km 6+800	4,464.00	89.03%	0.31%	10.66%
2	Km 8+845 al Km 12+045	2,493.00	89.19%	0.35%	10.46%

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 30 Ocupación Vehicular Promedio**

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.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 2017 al 2021, de la carretera Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro) en el Km 23+940, misma que es la carretera que se encuentra más cercana a la zona del proyecto de la cual se cuentan con datos viales.

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.

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

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional.<sup>5</sup>

N<sub>i</sub>: población en el momento inicial del periodo

N<sub>f</sub>: 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 31 Tasa de crecimiento Camino Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro)**

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro) Ambos sentidos Km 23+940	2012	5,219	2012-2013	-0.71%
	2013	5,182	2013-2014	2.80%
	2014	5,327	2014-2015	-4.86%
	2015	5,068	2015-2016	2.49%
	2016	5,194	2016-2017	7.01%
	2017	5,558	2017-2018	-4.32%
	2018	5,318	2018-2019	1.73%
	2019	5,410	2019-2020	-3.68%
	2020	5,211	2020-2021	0.59%
	2021	5,242	<b>Promedio</b>	<b>0.12%</b>

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

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2022/>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa decrecimiento a utilizar será de 0.12% 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 32 Proyección del TDPA Tramo 1 y Tramo 2**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800						Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045							
ALTA CONGESTIÓN						ALTA CONGESTIÓN							
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C					A	B	C		
		89.03%	0.31%	10.66%	100%	365			89.19%	0.35%	10.46%	100%	365
0	2022	3,329	12	399	3,739	1,364,735	0	2022	1,662	7	195	1,863	679,995
1	2023	3,333	12	399	3,744	1,366,560	1	2023	1,664	7	195	1,866	681,128
2	2024	3,337	12	399	3,748	1,368,200	2	2024	1,666	7	195	1,868	681,943
3	2025	3,341	12	400	3,753	1,369,840	3	2025	1,668	7	196	1,871	682,759
4	2026	3,345	12	400	3,757	1,371,481	4	2026	1,670	7	196	1,873	683,575
5	2027	3,349	12	401	3,762	1,373,121	5	2027	1,672	7	196	1,875	684,390
6	2028	3,353	12	401	3,766	1,374,762	6	2028	1,674	7	196	1,877	685,206
7	2029	3,357	12	402	3,771	1,376,403	7	2029	1,676	7	197	1,880	686,022

<sup>5</sup>[http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13\\_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf](http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf)

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800						
8	2030	3,361	12	402	3,775	1,378,045
9	2031	3,365	12	403	3,780	1,379,686
10	2032	3,369	12	403	3,784	1,381,328
11	2033	3,373	12	404	3,789	1,382,970
12	2034	3,377	12	404	3,793	1,384,612
13	2035	3,381	12	405	3,798	1,386,255
14	2036	3,385	12	405	3,802	1,387,897
15	2037	3,389	12	406	3,807	1,389,540
16	2038	3,393	12	406	3,811	1,391,183
17	2039	3,397	12	407	3,816	1,392,826
18	2040	3,401	12	407	3,820	1,394,470
19	2041	3,405	12	408	3,825	1,396,114
20	2042	3,409	12	408	3,829	1,397,758

Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045						
8	2030	1,678	7	197	1,882	686,838
9	2031	1,680	7	197	1,884	687,654
10	2032	1,682	7	197	1,886	688,471
11	2033	1,684	7	197	1,888	689,287
12	2034	1,686	7	198	1,891	690,103
13	2035	1,688	7	198	1,893	690,920
14	2036	1,690	7	198	1,895	691,737
15	2037	1,692	7	198	1,897	692,554
16	2038	1,694	7	199	1,900	693,370
17	2039	1,696	7	199	1,902	694,187
18	2040	1,698	7	199	1,904	695,005
19	2041	1,700	7	199	1,906	695,822
20	2042	1,702	7	200	1,909	696,639

MEDIA CONGESTION						
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C		
		89.03%	0.31%	10.66%		
0	2022	510	2	61	573	209,145
1	2023	511	2	61	574	209,567
2	2024	512	2	61	575	209,958
3	2025	513	2	61	576	210,350
4	2026	514	2	61	577	210,742
5	2027	515	2	61	578	211,134
6	2028	516	2	62	580	211,526
7	2029	517	2	62	581	211,918
8	2030	518	2	62	582	212,310
9	2031	519	2	62	583	212,702
10	2032	520	2	62	584	213,094
11	2033	521	2	62	585	213,486
12	2034	522	2	62	586	213,878
13	2035	523	2	62	587	214,270
14	2036	524	2	62	588	214,662
15	2037	525	2	62	589	215,055
16	2038	526	2	62	590	215,447
17	2039	527	2	62	591	215,839
18	2040	528	2	62	592	216,231
19	2041	529	2	62	593	216,624
20	2042	530	2	63	595	217,016

MEDIA CONGESTION						
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C		
		89.19%	0.35%	10.46%		
0	2022	485	2	57	544	198,560
1	2023	486	2	57	545	198,914
2	2024	487	2	57	546	199,304
3	2025	488	2	57	547	199,694
4	2026	489	2	57	548	200,084
5	2027	490	2	57	549	200,474
6	2028	491	2	57	550	200,864
7	2029	492	2	57	551	201,254
8	2030	493	2	57	552	201,645
9	2031	494	2	58	554	202,035
10	2032	495	2	58	555	202,425
11	2033	496	2	58	556	202,815
12	2034	497	2	58	557	203,205
13	2035	498	2	58	558	203,596
14	2036	499	2	58	559	203,986
15	2037	500	2	58	560	204,376
16	2038	501	2	58	561	204,767
17	2039	502	2	58	562	205,157
18	2040	503	2	58	563	205,548
19	2041	504	2	58	564	205,938
20	2042	505	2	58	565	206,329

BAJA CONGESTIÓN						
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C		
		89.03%	0.31%	10.66%		
0	2022	135	0	16	152	55,308
1	2023	135	0	16	152	55,374
2	2024	136	0	16	152	55,441
3	2025	136	0	16	152	55,507
4	2026	136	0	16	152	55,574
5	2027	136	0	16	152	55,641
6	2028	136	0	16	153	55,707
7	2029	136	0	16	153	55,774
8	2030	137	0	16	153	55,841
9	2031	137	0	16	153	55,908

BAJA CONGESTIÓN						
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C		
		89.19%	0.35%	10.46%		
0	2022	77	0	9	86	31,280
1	2023	77	0	9	86	31,318
2	2024	77	0	9	86	31,355
3	2025	77	0	9	86	31,393
4	2026	77	0	9	86	31,431
5	2027	77	0	9	86	31,468
6	2028	77	0	9	86	31,506
7	2029	77	0	9	86	31,544
8	2030	77	0	9	87	31,582
9	2031	78	0	9	87	31,620

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800							Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045						
10	2032	137	0	16	153	55,975	10	2032	78	0	9	87	31,658
11	2033	137	0	16	154	56,042	11	2033	78	0	9	87	31,696
12	2034	137	0	16	154	56,110	12	2034	78	0	9	87	31,734
13	2035	137	0	16	154	56,177	13	2035	78	0	9	87	31,772
14	2036	138	0	16	154	56,244	14	2036	78	0	9	87	31,810
15	2037	138	0	16	154	56,312	15	2037	78	0	9	87	31,848
16	2038	138	0	17	154	56,380	16	2038	78	0	9	87	31,886
17	2039	138	0	17	155	56,447	17	2039	78	0	9	87	31,924
18	2040	138	0	17	155	56,515	18	2040	78	0	9	88	31,963
19	2041	138	0	17	155	56,583	19	2041	78	0	9	88	32,001
20	2042	139	0	17	155	56,651	20	2042	79	0	9	88	32,039

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 5.00%, 2.66% y 3.53% para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C respectivamente en un terreno tipo lomerío suave y una reducción en el IRI de 7 mm/m a 6 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 considerando únicamente la disminución en el índice de rugosidad y las velocidades presentada a lo largo de diferentes caminos rurales.

**Tabla 33 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	58.96	52.91	48.27	53.38
Media Congestión	61.09	55.23	50.19	55.50
Baja Congestión	63.00	56.47	51.83	57.10

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 2**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	58.15	50.32	46.22	51.57
Media Congestión	60.18	52.80	47.71	53.56
Baja Congestión	62.35	54.50	50.32	55.72

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 35 Características Tramo 1 Situación Sin Proyecto**

<b>SITUACIÓN SIN PROYECTO</b>				
<b>ALTA CONGESTIÓN</b>				
	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
Longitud: 6.8 Km				
Clasificación Vehicular				6.00
Velocidad Promedio	58.96	52.91	48.27	53.38
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,393.26	\$15,350.20	\$10,255.83	
COV's/km -veh	\$5.39	\$15.35	\$10.26	
Tiempo de recorrido	00:06:55	00:07:43	00:08:27	
<b>MEDIA CONGESTIÓN</b>				
	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
Longitud: 6.8 Km				
Clasificación Vehicular				6.00
Velocidad Promedio	61.09	55.23	50.19	55.50
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,367.04	\$15,325.74	\$10,230.25	
COV's/km -veh	\$5.37	\$15.33	\$10.23	
Tiempo de recorrido	00:06:41	00:07:23	00:08:08	
<b>BAJA CONGESTIÓN</b>				
	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
Longitud: 6.8 Km				
Clasificación Vehicular				6.00
Velocidad Promedio	63.00	56.47	51.83	57.10
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,343.53	\$15,312.65	\$10,208.41	
COV's/km -veh	\$5.34	\$15.31	\$10.21	
Tiempo de recorrido	00:06:29	00:07:13	00:07:52	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36 Características Tramo 2 Situación Sin Proyecto**

<b>SITUACIÓN SIN PROYECTO</b>				
<b>ALTA CONGESTIÓN</b>				
	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	
Longitud: 3.2 Km				
Clasificación Vehicular				6.00
Velocidad Promedio	58.15	50.32	46.22	51.57
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$5,023.08	\$5,169.97	\$9,297.38	
COV's/km -veh	\$5.02	\$5.17	\$9.30	
Tiempo de recorrido	00:07:01	00:08:06	00:08:50	

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

MEDIA CONGESTIÓN				
Longitud: 3.2 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	60.18	52.80	47.71	53.56
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,996.28	\$5,111.76	\$9,260.28	
COV's/km -veh	\$5.00	\$5.11	\$9.26	
Tiempo de recorrido	00:06:47	00:07:44	00:08:33	
BAJA CONGESTIÓN				
Longitud: 3.2 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	6.00
Velocidad Promedio	62.35	54.50	50.32	55.72
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,967.54	\$5,071.67	\$9,194.65	
COV's/km -veh	\$4.97	\$5.07	\$9.19	
Tiempo de recorrido	00:06:33	00:07:29	00:08:06	

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

Vehículo ligero				
Características de la carretera			TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.		1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km		8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%		0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%		0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%		37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km		0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción		D*	D*
8. altitud del terreno	m/km		2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno		0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)				
Selección del vehículo, tipo del vehículo			4.00	
Características del vehículo				
1. Peso del vehículo	kg		1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg		1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico		63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico		51.91	51.91
<b>5. Velocidad deseada</b>	<b>km/h</b>		<b>58.96</b>	<b>58.15</b>
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional		0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>		2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM		3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional		0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional		1.16	1.16
Características de los neumáticos				
1. Numero de llantas por vehículo	#		4.00	4.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm <sup>3</sup>		0.00	0.00
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción		0.38	0.38
4. Máximo número de renovaciones	adimensional		0.00	0.00
5. Termino const. del modelo de desgaste	m <sup>3</sup> /m		0.00	0.00

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm <sup>3</sup> /kj	0.00	0.00
----------------------------	---------------------------	------	------

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

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

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Co0	Lubricantes	1.55	1.55
9. FRATIO0	VCURVE	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1	1
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

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

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	52.91	50.32
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

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

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

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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

Camión de dos ejes			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

Selección del vehículo, tipo del vehículo

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27
<b>5. Velocidad deseada</b>	<b>km/h</b>	<b>48.27</b>	<b>46.22</b>
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	6.00	6.00
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm <sup>3</sup>	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	0.33	0.33
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m <sup>3</sup> /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm <sup>3</sup> /kj	12.78	12.78

Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Coo	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09
11. ARVMAX	VROUGH	177.70	177.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1.01	1.01
4. Ao	Combustible	-22,955.00	-22,955.00
5. A1	Combustible	95.00	95.00
6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 758.00	3 758.00
8. A4	Combustible	0.00	0.00
9. A5	Combustible	19.12	19.12
10. A6	Combustible	2 394.00	2 394.00

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

11. A7	Combustible	13.76	13.76
12. NHO	Combustible	-85.00	-85.00

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.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 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT.

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

**Tabla 38 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones**

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	148.36
Valor tiempo por motivo de trabajo	54.89
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	32.94
% 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, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, 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.

Aunado a lo anterior se considerará un porcentaje de 4.72% 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 (UMA<sup>6</sup>) registrada durante los años 2016 2022.

**Tabla 39 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo Sin Proyecto**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800			Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045		
Situación Sin Proyecto			Situación Sin Proyecto		
COV	Tiempo	CGV	COV	Tiempo	CGV
-	-	-	-	-	-
\$65,873,370.36	\$49,077,745.09	\$114,951,115.46	\$33,851,547.78	\$28,009,524.86	\$61,861,072.64
\$69,068,114.52	\$49,195,597.40	\$118,263,711.92	\$35,495,872.06	\$28,077,110.62	\$63,572,982.68
\$72,417,703.14	\$49,313,703.48	\$121,731,406.62	\$37,220,012.04	\$28,144,841.41	\$65,364,853.45
\$75,929,636.95	\$49,432,063.89	\$125,361,700.83	\$39,027,839.40	\$28,212,717.54	\$67,240,556.94
\$79,611,779.80	\$49,550,679.15	\$129,162,458.95	\$40,923,413.49	\$28,280,739.32	\$69,204,152.81
\$83,472,376.25	\$49,669,549.81	\$133,141,926.07	\$42,910,990.45	\$28,348,907.05	\$71,259,897.50
\$87,520,070.01	\$49,788,676.42	\$137,308,746.43	\$44,995,032.73	\$28,417,221.05	\$73,412,253.78
\$91,763,923.20	\$49,908,059.52	\$141,671,982.72	\$47,180,219.09	\$28,485,681.61	\$75,665,900.70

<sup>6</sup> <https://www.inegi.org.mx/temas/uma/>

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

\$96,213,436.66	\$50,027,699.65	\$146,241,136.31	\$49,471,455.06	\$28,554,289.06	\$78,025,744.12
\$100,878,571.11	\$50,147,597.37	\$151,026,168.48	\$51,873,883.97	\$28,623,043.70	\$80,496,927.67
\$105,769,769.48	\$50,267,753.21	\$156,037,522.69	\$54,392,898.42	\$28,691,945.84	\$83,084,844.27
\$110,897,980.15	\$50,388,167.74	\$161,286,147.89	\$57,034,152.39	\$28,760,995.80	\$85,795,148.19
\$116,274,681.49	\$50,508,841.49	\$166,783,522.98	\$59,803,573.87	\$28,830,193.89	\$88,633,767.76
\$121,911,907.42	\$50,629,775.02	\$172,541,682.44	\$62,707,378.17	\$28,899,540.42	\$91,606,918.59
\$127,822,274.36	\$50,750,968.89	\$178,573,243.25	\$65,752,081.80	\$28,969,035.70	\$94,721,117.51
\$134,019,009.37	\$50,872,423.64	\$184,891,433.01	\$68,944,517.09	\$29,038,680.06	\$97,983,197.15
\$140,515,979.68	\$50,994,139.84	\$191,510,119.52	\$72,291,847.45	\$29,108,473.80	\$101,400,321.25
\$147,327,723.69	\$51,116,118.04	\$198,443,841.73	\$75,801,583.45	\$29,178,417.24	\$104,980,000.69
\$154,469,483.42	\$51,238,358.79	\$205,707,842.21	\$79,481,599.59	\$29,248,510.71	\$108,730,110.30
\$161,957,238.56	\$51,360,862.65	\$213,318,101.21	\$83,340,151.97	\$29,318,754.51	\$112,658,906.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo longitud total

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
Año		Situación Sin Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2022	-	-	-
1	2023	\$99,724,918.15	\$77,087,269.95	\$176,812,188.10
2	2024	\$104,563,986.57	\$77,272,708.02	\$181,836,694.59
3	2025	\$109,637,715.18	\$77,458,544.89	\$187,096,260.07
4	2026	\$114,957,476.34	\$77,644,781.43	\$192,602,257.77
5	2027	\$120,535,193.29	\$77,831,418.47	\$198,366,611.76
6	2028	\$126,383,366.70	\$78,018,456.87	\$204,401,823.57
7	2029	\$132,515,102.74	\$78,205,897.47	\$210,721,000.21
8	2030	\$138,944,142.29	\$78,393,741.13	\$217,337,883.42
9	2031	\$145,684,891.72	\$78,581,988.71	\$224,266,880.43
10	2032	\$152,752,455.09	\$78,770,641.07	\$231,523,096.15
11	2033	\$160,162,667.90	\$78,959,699.06	\$239,122,366.96
12	2034	\$167,932,132.54	\$79,149,163.54	\$247,081,296.08
13	2035	\$176,078,255.36	\$79,339,035.38	\$255,417,290.74
14	2036	\$184,619,285.59	\$79,529,315.44	\$264,148,601.03
15	2037	\$193,574,356.17	\$79,720,004.59	\$273,294,360.76
16	2038	\$202,963,526.46	\$79,911,103.70	\$282,874,630.16
17	2039	\$212,807,827.13	\$80,102,613.64	\$292,910,440.77
18	2040	\$223,129,307.14	\$80,294,535.28	\$303,423,842.42
19	2041	\$233,951,083.02	\$80,486,869.49	\$314,437,952.51
20	2042	\$245,297,390.53	\$80,679,617.16	\$325,977,007.69

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle del cálculo de los Costos Generalizados de Viaje ver la pestaña Sit. Sin Proyecto de la memoria de cálculo.

## e) 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.<sup>7</sup>

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 al camino, 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 sobrecosto 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 41 Actividades proceso constructivo y calendario de ejecución. Alternativa A**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
Terracerías	50%	50%			
Drenaje y Subdrenaje		50%	50%		
Pavimentos: Carpeta asfáltica			30%	40%	30%
Señalamiento y dispositivos de Seguridad					100%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe:

✓ **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,

<sup>7</sup> Publicado en el DOF el 15 de mayo de 2014

el cercado, los cortes, terraplenes y todos los elementos del camino dentro de la franja del derecho de vía.<sup>8</sup>

\*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 8 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.<sup>9</sup>

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 8 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

---

<sup>8</sup> GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

<sup>9</sup> GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

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 8 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 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 subtramos, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,"<sup>10</sup>

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

---

<sup>10</sup> GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 10.0 km.

Tabla 42 Mantenimiento de alternativa A

COSTOS DE MANTENIMIENTO				
Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
DATOS				
LONGITUD =		10000.00		M
ANCHO =		7.00		M
ÁREA =		70000		M <sup>2</sup>
CARPETA ASFÁLTICA				
CONSERVACIÓN RUTINARIA		ANUAL		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Limpieza	m2	70,000	\$1.95	\$136,500.00
Bacheo aislado (5 cm)	m2	7,000	\$240.00	\$1,680,000.00
Señalamiento horizontal	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
TOTAL + IVA=				\$3,255,500.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)		3 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Bacheo aislado (7 cm)	m2	7,000	\$335.00	\$2,345,000.00
Renivelaciones (3.5 cm)	m2	858	\$170.00	\$145,775.00
Riego de sello	m2	70,000	\$75.00	\$5,250,000.00
Señalamiento	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
TOTAL + IVA=				\$10,127,700.00
CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)		10 AÑOS		
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SOBRECARPETA (5cm)	m2	70,000	\$230.00	\$16,100,000.00
FRESADO DE CARPETA (5cm)	m2	70,000	\$38.00	\$2,660,000.00
Señalamiento	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
TOTAL + IVA=				\$22,910,000.00

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:

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 43 Actividades proceso constructivo y calendario de ejecución. Alternativa B**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045 CONCRETO HIDRÁULICO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7
Terracerías	30%	40%	30%				
Drenaje y Subdrenaje			30%	40%	30%		
Pavimentos					20%	40%	40%
Señalamiento y dispositivos de Seguridad							100%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe construido con carpeta de concreto hidráulico:

- ✓ **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.

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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:

- 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 10.0 km.

**Tabla 44 Mantenimiento alternativa B**

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045</b>				
<b>DATOS</b>				
		Longitud =	10000.00	M
		Ancho =	7.00	M
		Área =	70000	M <sup>2</sup>
<b>LOSA DE CONCRETO HIDRÁULICO</b>				
<b>CONSERVACIÓN RUTINARIA</b>			<b>ANUAL</b>	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Señalamiento horizontal	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$1,148,400.00</b>
<b>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sellado de Juntas)</b>			<b>3 AÑOS</b>	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Señalamiento horizontal	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
Reparación de desconchamientos (10cm)	m <sup>2</sup>	7,000	\$380.00	\$2,660,000.00
Reposición parcial de losas de concreto (20 cm)	m <sup>2</sup>	5,250	\$750.00	\$3,937,500.00
Sellado de juntas	m	17,500	\$72.00	\$1,260,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$10,263,100.00</b>
<b>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Losa de concreto)</b>			<b>15 AÑOS</b>	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>REPOSICIÓN DE LOSA</b>				
Base hidráulica	m <sup>2</sup>	24,500	\$104.00	\$2,548,000.00
Reposición total de losas de concreto hidráulico (20 cm)	m <sup>2</sup>	24,500	\$750.00	\$18,375,000.00
Señalamiento horizontal	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$25,419,100.00</b>

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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

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 con la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras los costos por molestia se calculan de la siguiente manera: <sup>11</sup>

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_c - CGV_0$$

Dónde:

CGV<sub>c</sub> es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV<sub>0</sub> 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 10.0 km.

Tabla 45. Costos por molestia

		Molestias Anuales (\$)				
		Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL
CGV's Sin Proyecto	0	2022	\$109,211,536.83	\$2,011,310.66	\$65,589,340.61	\$176,812,188.10
CGV's En Construcción	0	2022	\$113,970,442.70	\$2,101,260.95	\$68,499,012.58	\$184,570,716.23
Molestias	0	2022	\$4,758,905.87	\$89,950.29	\$2,909,671.97	\$7,758,528.13

<sup>11</sup> Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met\\_Carreteras\\_Parte2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf)

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

LONGITUD TOTAL	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$7,758,528.13
Molestias Mensuales	1 Mes	\$646,544.01
Alternativa A	5 Meses	\$3,232,720.05
Alternativa B	7 Meses	\$4,525,808.08

Fuente: Elaboración propia

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 46 Costo Anual Equivalente de las Alternativas (CAE)**

Costo Anual Equivalente		
Indicador	Valor	Longitud
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 1 Carpeta asfáltica	<b>\$10,865,140.83</b>	10.00
Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa 2: Concreto hidráulico	<b>\$11,192,315.59</b>	

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 47 Costo Anual Equivalente de las Alternativa A**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045						
Inversión c/ IVA	\$51,230,000.00			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	\$44,163,793.10		\$3,232,720.05	\$47,396,513.16	\$47,396,513.16	
1		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$2,551,332.29	
2		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$2,319,392.99	
3		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86	\$6,559,561.13	
4		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$1,916,853.71	
5		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$1,742,594.28	
6		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86	\$4,928,295.36	
7		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$1,440,160.56	
8		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$1,309,236.88	
9		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86	\$3,702,701.25	
10		\$19,750,000.00		\$19,750,000.00	\$7,614,479.97	
11		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$983,649.04	
12		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86	\$2,781,894.25	
13		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$812,933.09	
14		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$739,030.08	
15		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86	\$2,090,078.33	
16		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$610,768.67	
17		\$2,806,465.52		\$2,806,465.52	\$555,244.24	

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

18	\$8,730,775.86	\$8,730,775.86	\$1,570,306.78
19	\$2,806,465.52	\$2,806,465.52	\$458,879.54
20	\$2,806,465.52	\$2,806,465.52	\$417,163.22
		<b>\$156,015,220.05</b>	<b>\$92,501,068.82</b>
			<b>\$10,865,140.83</b>

Fuente: Elaboración propia

Costo Anual Equivalente – Propuesta Descartada

**Tabla 48 Costo Anual Equivalente de las Alternativa B**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045							
Inversión c/ IVA		\$77,250,000.00			Años de vida útil		30
Alternativa B - Descartada							
AÑO	COSTOS TOTALES DEL AÑO (SIN IVA)						
	INVERSIÓN	MANTENIMIENTO	Molestias	TOTAL	VPC	CAE	
0	\$66,594,827.59		\$4,525,808.08	\$71,120,635.67	\$71,120,635.67		
1		\$990,000.00		\$990,000.00	\$900,000.00		
2		\$990,000.00		\$990,000.00	\$818,181.82		
3		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$6,647,257.70		
4		\$990,000.00		\$990,000.00	\$676,183.32		
5		\$990,000.00		\$990,000.00	\$614,712.11		
6		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$4,994,183.10		
7		\$990,000.00		\$990,000.00	\$508,026.54		
8		\$990,000.00		\$990,000.00	\$461,842.31		
9		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$3,752,203.68		
10		\$990,000.00		\$990,000.00	\$381,687.86		
11		\$990,000.00		\$990,000.00	\$346,988.96		
12		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$2,819,086.16		
13		\$990,000.00		\$990,000.00	\$286,767.74		
14		\$990,000.00		\$990,000.00	\$260,697.94		
15		\$21,913,017.24		\$21,913,017.24	\$5,245,802.11		
16		\$990,000.00		\$990,000.00	\$215,452.84		
17		\$990,000.00		\$990,000.00	\$195,866.22		
18		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$1,591,300.64		
19		\$990,000.00		\$990,000.00	\$161,872.91		
20		\$990,000.00		\$990,000.00	\$147,157.19		
21		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$1,195,567.73		
22		\$990,000.00		\$990,000.00	\$121,617.51		
23		\$990,000.00		\$990,000.00	\$110,561.38		
24		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$898,247.73		
25		\$990,000.00		\$990,000.00	\$91,373.04		
26		\$990,000.00		\$990,000.00	\$83,066.40		
27		\$8,847,500.00		\$8,847,500.00	\$674,866.81		
28		\$990,000.00		\$990,000.00	\$68,649.92		
29		\$990,000.00		\$990,000.00	\$62,409.01		
30		\$990,000.00		\$990,000.00	\$56,735.47		
				<b>\$184,603,652.91</b>	<b>\$105,509,001.80</b>	<b>\$11,192,315.59</b>	

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 **\$11,192,315.59** longitud total) ya que registra un CAE mayor a la alternativa que emplea pavimentos

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

---

de carpeta asfáltica (CAE **\$10,865,140.83** 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:

- 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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 dando una longitud de 10.0 km, así mismo debido a 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 lomerío suave. 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 "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay", localizado en los municipios de Timilpan y Acambay 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.

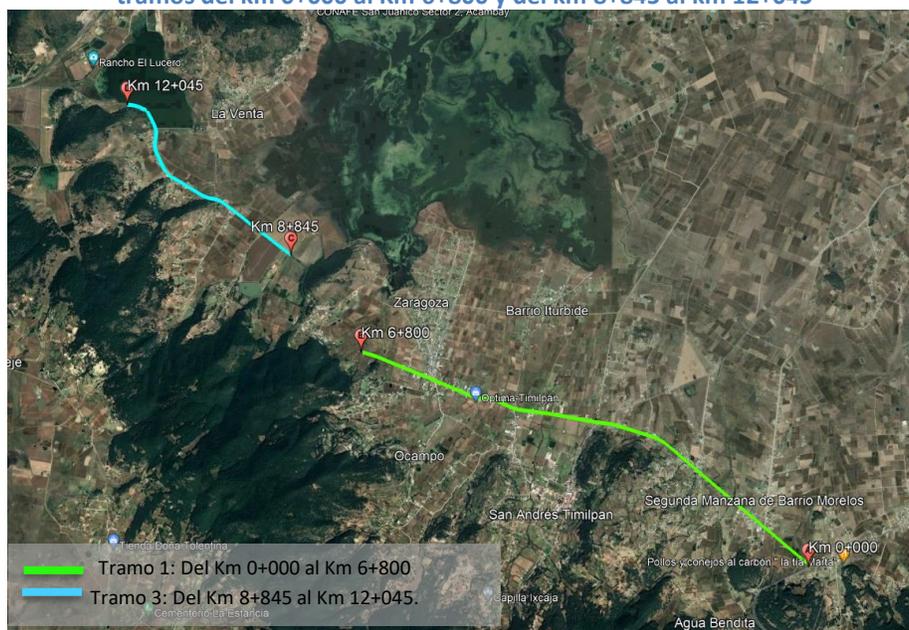
El proyecto mejorará la comunicación intraurbana e interurbana que permitan la integración del crecimiento urbano, industrial y demográfico futuro, así como el desarrollo económico y social del área. Permitiendo así, cumplir con los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024, Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

Los trabajos a realizar son los siguientes:

## ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

- Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 a lo largo de una longitud de 10.0 km con un cuerpo de circulación cuenta con un ancho de calzada promedio de 7.0 m la cual aloja 2 carriles de circulación, uno para cada sentido de circulación, 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 construirán obras de drenaje consistentes en cunetas en tramos aislados a fin de canalizar el agua pluvial fuera del camino para evitar que esta ocasiona daños a la estructura del pavimento.

**Ilustración 12 Tramos a intervenir del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045**



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

Por la función que ha de cumplir la Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay, 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.

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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

- 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.

La zona de influencia del proyecto incide de manera directa a la población de los municipios de Timilpan y Acambay, así como municipios vecinos lo que beneficiaría a 7,802 habitantes y a los usuarios de largo itinerario por la importancia de estos municipios.

Se reconstruirán 10.0 km de la superficie de camino manteniendo un cuerpo con dos carriles de circulación, cada teniendo un ancho promedio de 7.00 metros contara con señalamiento horizontal y vertical

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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe 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 56.34 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 49 Actividades proceso constructivo

Tipo de Trabajo	Actividad que realizar
Reconstrucción	Señalamiento y dispositivos de protección de obra
	Limpieza de la superficie existente
	Recuperación en frio de pavimentos asfalticos
	Cortes
	Capa de desplante
	Zonas inestables: capa drenante
	Riego de impregnación
	Riego de liga
	Carpeta asfáltica de 8 cm de espesor
	Obras de drenaje: cunetas
	Obras de drenaje: limpieza de alcantarillas
	Marcas en el pavimento
	Vialetas y botones
	Señales verticales bajas

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.

### **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 Timilpan 2022-2024**

No se cuenta con plan vigente

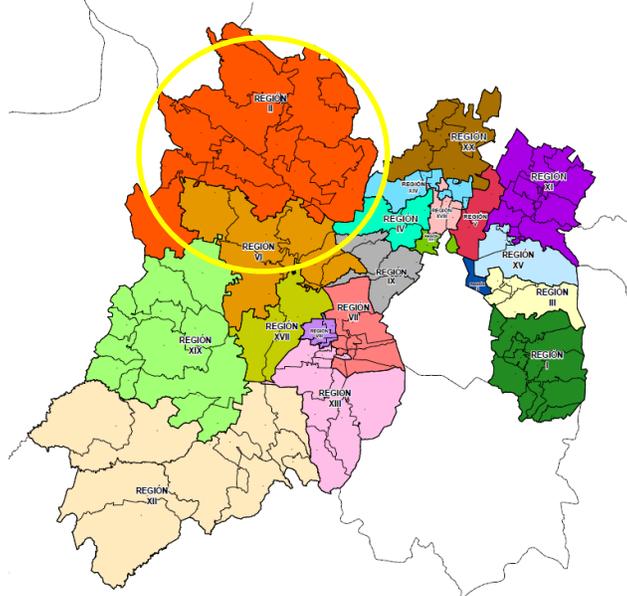
### **Plan de Desarrollo Municipal Acambay 2022-2024**

No se cuenta con plan vigente

### c) Localización Geográfica

Los dos municipios por los que atraviesa el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, son el municipio de Timilpan y Acambay los cuales se localizan en la región II "Atacomulco", junto con los municipios de Aculco, Atacomulco, Chapa de Mota, El Oro, Jilotepec, Jocotitlán, Morelos, Polotitlán, San José del Rincón, Soyaniquilpan de Juárez, Temascalcingo y Villa del Carbón en la siguiente ilustración se muestra la división regional del estado de México.

Ilustración 13 División Regional del Estado de México 2017-2023



Fuente: [http://copladem.edomex.gob.mx/regiones\\_y\\_municipios](http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios)

Ilustración 14. Región II "Atacomulco" Estado de México

#### REGION II. ATLACOMULCO



REGIÓN II ATLACOMULCO		
No.	CLAVE	MUNICIPIO
1	22	EL ORO
2	23	ACAMBAY DE RUÍZ CASTAÑEDA
3	24	ATLACOMULCO
4	25	TEMASCALCINGO
5	28	JOCOTITLÁN
6	29	MORELOS
7	31	JILOTEPEC
8	32	ACULCO
9	33	CHAPA DE MOTA
10	34	POLOTITLÁN
11	35	SOYANIQUILPAN DE JUÁREZ
12	36	TIMILPAN
13	37	VILLA DEL CARBÓN
14	124	SAN JOSÉ DEL RINCÓN

Fuente: [http://copladem.edomex.gob.mx/regiones\\_y\\_municipios](http://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios)

La Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay se ejecutará sobre 10.0 km de longitud, contara con un cuerpo de circulación, para ambos sentidos, un carril para cada sentido de circulación y tendrán un ancho de calzada promedio de 7.0 m. Se pretende mejorar la superficie de rodamiento y señalización para los automovilistas que circulan por esta vialidad así mismo.

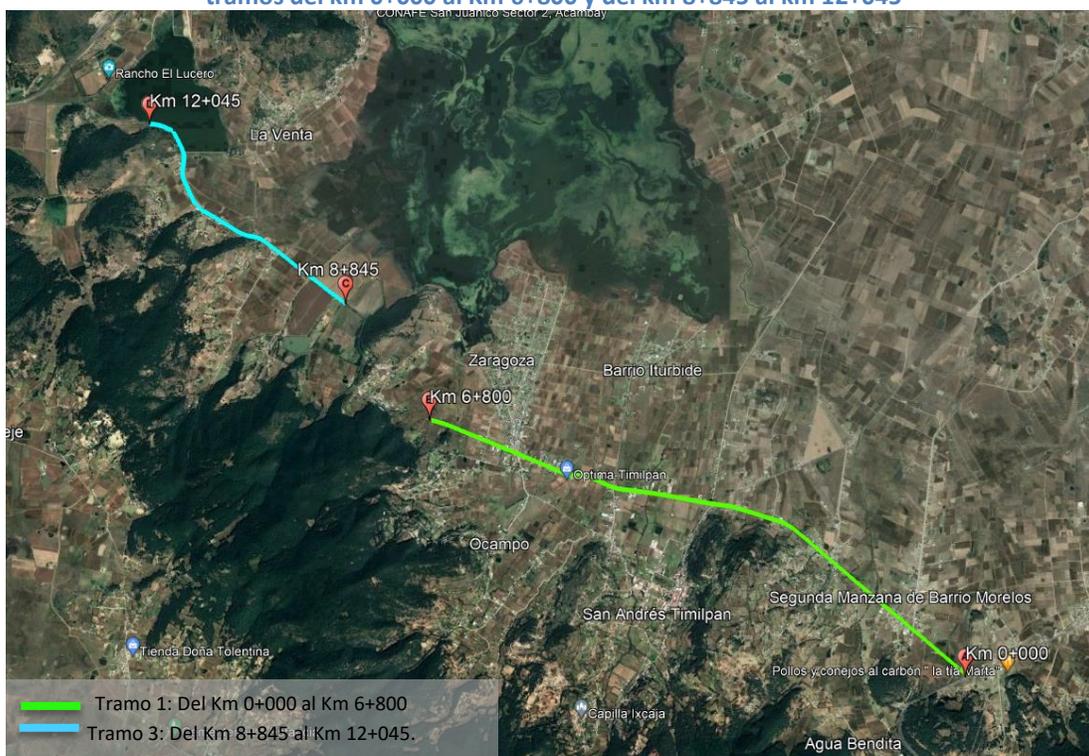
ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tabla 50 Coordenadas Geográficas del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe

Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe					
Localización	Latitud	Longitud	Localización	Latitud	Longitud
Km 0+000	19.868259	-99.702928	Km 8+845	19.905943	-99.769490
Km 6+800	19.894064	-99.760249	Km 12+045	19.924471	-99.791065

Fuente: [www.cordenadas/gps/com](http://www.cordenadas/gps/com), con información de google maps.

Ilustración 15 Tramos a intervenir del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045



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

Las localidades beneficiadas con la Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay se muestran en la siguiente tabla.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tabla 51 Localidades que conecta el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe

Municipio	Localidad	Población (2020)
Timilpan	Segunda Manzana de Barrio Morelos	565
	Tercera Manzana de Barrio Morelos	448
	Primera Manzana de Barrio Morelos	379
	Primera Manzana de Barrio de Hidalgo	561
	San Andrés Timilpan	794
	Primera Manzana de Barrio Iturbide	365
	Barrio Iturbide (La Campesina)	545
	Segunda Manzana de Zaragoza	437
	Tercera Manzana de Zaragoza	1,589
	San Nicolás	232
Acambay	Segunda Manzana de San Nicolás	614
	San Nicolás Acambay	498
	La Venta (Barrio la Venta)	775
<b>Total</b>		<b>7,802</b>

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

Por otra parte, se presenta el perfil de altitud del proyecto que es una variable importante para determinar los costos generalizados de viaje.

Ilustración 16 Perfil de elevación Tramo 1 tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045



Fuente: Elaboración propia con Google

Ilustración 17 Perfil de elevación Tramo 2 tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045



Fuente: Elaboración propia con Google

## 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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe

Los importes incluyen IVA

### ALTERNATIVA A

CONCEPTO	IMPORTE	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
<b>Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045</b>						
Terracerías	\$4,046,196.00	\$2,023,098.00	\$2,023,098.00			
Drenaje y Subdrenaje	\$2,036,414.80		\$1,018,207.40	\$1,018,207.40		
Pavimentos	\$43,958,432.00			\$13,187,529.60	\$17,583,372.80	\$13,187,529.60
Señalamiento y dispositivos de Seguridad	\$1,188,957.20					\$1,188,957.20
<b>TOTAL, MENSUAL</b>	<b>\$51,230,000.00</b>	<b>\$2,023,098.00</b>	<b>\$3,041,305.40</b>	<b>\$14,205,737.00</b>	<b>\$17,583,372.80</b>	<b>\$14,376,486.80</b>
<b>TOTAL, ACUMULADO</b>	<b>\$51,230,000.00</b>	<b>\$2,023,098.00</b>	<b>\$5,064,403.40</b>	<b>\$19,270,140.40</b>	<b>\$36,853,513.20</b>	<b>\$51,230,000.00</b>
<b>Avance financiero</b>						
<b>PORCENTAJE MENSUAL</b>		<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>28%</b>	<b>34%</b>	<b>28%</b>
<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>		<b>4%</b>	<b>10%</b>	<b>38%</b>	<b>72%</b>	<b>100%</b>
<b>Avance físico</b>						
<b>PORCENTAJE MENSUAL</b>		<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>28%</b>	<b>34%</b>	<b>28%</b>
<b>PORCENTAJE ACUMULADO</b>		<b>4%</b>	<b>10%</b>	<b>38%</b>	<b>72%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

## e) Monto Total de Inversión

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045					
CONCEPTO	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
Terracerías	Limpieza general del pavimento, incluye carga y retiro de material fuera de la obra, por unidad de obra terminada.	m2	70,000.00	\$2.18	\$152,656.00
	Cortes	m3	16,100.00	\$156.60	\$2,521,260.00
	Terraplenes: Recompactación del terreno natural e	m3	14,000.00	\$63.80	\$893,200.00
	Formación de capa subrasante para zonas inestables	m3	1,400.00	\$342.20	\$479,080.00
Drenaje y Subdrenaje	Cuneta de concreto hidráulico	m	1,949.00	\$429.20	\$836,510.80
	Construcción de capas drenantes	m3	2,100.00	\$533.60	\$1,120,560.00
	Limpieza de alcantarillas	m	360.00	\$220.40	\$79,344.00
Pavimentos	Riego de Impregnación	m2	70,000.00	\$32.90	\$2,302,832.00
	Carpeta asfáltica de 8 cm de espesor	m3	5,600.00	\$5,336.00	\$29,881,600.00
	Recuperación en frio de pavimentos asfálticos: producto de material de banco	m3	7,000.00	\$765.60	\$5,359,200.00
	Recuperación en frio de pavimentos asfálticos: producto de material de recuperado	m3	7,000.00	\$429.20	\$3,004,400.00
	Recuperación en frio de pavimentos asfálticos: producto estabilizador (Cemento Portland)	Kg	735,000.00	\$4.64	\$3,410,400.00
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Raya separadora de sentidos de circulación continua de 15 cm de ancho, en color amarillo	m	8,100.00	\$18.56	\$150,336.00
	Raya separadora de sentidos de circulación discontinua de 15 cm de ancho, en color amarillo	m	1,900.00	\$18.56	\$35,264.00
	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho, en color blanco	m	20,000.00	\$18.56	\$371,200.00
	botones de 10 x 10 cm color ámbar	Pza.	540.00	\$102.08	\$55,123.20
	botones de 10 x 10 cm color blanco	Pza.	127.00	\$102.08	\$12,964.16
	botones de 10 x 10 cm color blanco	Pza.	1,335.00	\$102.08	\$136,276.80
	Señales preventivas de 71 x 71 cm	Pza.	41.00	\$2,900.00	\$118,900.00
	Señales restrictivas de 71 x 71 cm	Pza.	22.00	\$2,900.00	\$63,800.00
	Señalamiento y dispositivos para protección en obras	Pza.	219.00	\$926.94	\$203,000.00
Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m	Pza.	1.00	\$42,093.04	\$42,093.04	
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>\$51,230,000.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## f) Financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Proceso	Monto	Porcentaje
Federales				
Estatales	PAD	Por ejercer	\$51,230,000.00	100.00%
Municipales				
Fideicomisos				
Otros				
<b>Total</b>			<b>\$51,230,000.00</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

## g) 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 con el Manual de Proyecto geométrico 2018 publicado por la SCT.

Tabla 52 Capacidad instalada

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800						Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045							
ALTA CONGESTIÓN						ALTA CONGESTIÓN							
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C					A	B	C		
		89.03%	0.31%	10.66%	100%	365			89.19%	0.35%	10.46%	100%	365
0	2022	3,329	12	399	3,739	1,364,735	0	2022	1,662	7	195	1,863	679,995
1	2023	3,333	12	399	3,744	1,366,560	1	2023	1,664	7	195	1,866	681,128
2	2024	3,337	12	399	3,748	1,368,200	2	2024	1,666	7	195	1,868	681,943
3	2025	3,341	12	400	3,753	1,369,840	3	2025	1,668	7	196	1,871	682,759
4	2026	3,345	12	400	3,757	1,371,481	4	2026	1,670	7	196	1,873	683,575
5	2027	3,349	12	401	3,762	1,373,121	5	2027	1,672	7	196	1,875	684,390
6	2028	3,353	12	401	3,766	1,374,762	6	2028	1,674	7	196	1,877	685,206
7	2029	3,357	12	402	3,771	1,376,403	7	2029	1,676	7	197	1,880	686,022
8	2030	3,361	12	402	3,775	1,378,045	8	2030	1,678	7	197	1,882	686,838
9	2031	3,365	12	403	3,780	1,379,686	9	2031	1,680	7	197	1,884	687,654
10	2032	3,369	12	403	3,784	1,381,328	10	2032	1,682	7	197	1,886	688,471
11	2033	3,373	12	404	3,789	1,382,970	11	2033	1,684	7	197	1,888	689,287
12	2034	3,377	12	404	3,793	1,384,612	12	2034	1,686	7	198	1,891	690,103
13	2035	3,381	12	405	3,798	1,386,255	13	2035	1,688	7	198	1,893	690,920
14	2036	3,385	12	405	3,802	1,387,897	14	2036	1,690	7	198	1,895	691,737
15	2037	3,389	12	406	3,807	1,389,540	15	2037	1,692	7	198	1,897	692,554
16	2038	3,393	12	406	3,811	1,391,183	16	2038	1,694	7	199	1,900	693,370
17	2039	3,397	12	407	3,816	1,392,826	17	2039	1,696	7	199	1,902	694,187
18	2040	3,401	12	407	3,820	1,394,470	18	2040	1,698	7	199	1,904	695,005
19	2041	3,405	12	408	3,825	1,396,114	19	2041	1,700	7	199	1,906	695,822
20	2042	3,409	12	408	3,829	1,397,758	20	2042	1,702	7	200	1,909	696,639

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800						
MEDIA CONGESTION						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.03%	0.31%	10.66%	100%	365	
0	2022	510	2	61	573	209,145
1	2023	511	2	61	574	209,567
2	2024	512	2	61	575	209,958
3	2025	513	2	61	576	210,350
4	2026	514	2	61	577	210,742
5	2027	515	2	61	578	211,134
6	2028	516	2	62	580	211,526
7	2029	517	2	62	581	211,918
8	2030	518	2	62	582	212,310
9	2031	519	2	62	583	212,702
10	2032	520	2	62	584	213,094
11	2033	521	2	62	585	213,486
12	2034	522	2	62	586	213,878
13	2035	523	2	62	587	214,270
14	2036	524	2	62	588	214,662
15	2037	525	2	62	589	215,055
16	2038	526	2	62	590	215,447
17	2039	527	2	62	591	215,839
18	2040	528	2	62	592	216,231
19	2041	529	2	62	593	216,624
20	2042	530	2	63	595	217,016

Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045						
MEDIA CONGESTION						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.19%	0.35%	10.46%	100%	365	
0	2022	485	2	57	544	198,560
1	2023	486	2	57	545	198,914
2	2024	487	2	57	546	199,304
3	2025	488	2	57	547	199,694
4	2026	489	2	57	548	200,084
5	2027	490	2	57	549	200,474
6	2028	491	2	57	550	200,864
7	2029	492	2	57	551	201,254
8	2030	493	2	57	552	201,645
9	2031	494	2	58	554	202,035
10	2032	495	2	58	555	202,425
11	2033	496	2	58	556	202,815
12	2034	497	2	58	557	203,205
13	2035	498	2	58	558	203,596
14	2036	499	2	58	559	203,986
15	2037	500	2	58	560	204,376
16	2038	501	2	58	561	204,767
17	2039	502	2	58	562	205,157
18	2040	503	2	58	563	205,548
19	2041	504	2	58	564	205,938
20	2042	505	2	58	565	206,329

BAJA CONGESTIÓN						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.03%	0.31%	10.66%	100%	365	
0	2022	135	0	16	152	55,308
1	2023	135	0	16	152	55,374
2	2024	136	0	16	152	55,441
3	2025	136	0	16	152	55,507
4	2026	136	0	16	152	55,574
5	2027	136	0	16	152	55,641
6	2028	136	0	16	153	55,707
7	2029	136	0	16	153	55,774
8	2030	137	0	16	153	55,841
9	2031	137	0	16	153	55,908
10	2032	137	0	16	153	55,975
11	2033	137	0	16	154	56,042
12	2034	137	0	16	154	56,110
13	2035	137	0	16	154	56,177
14	2036	138	0	16	154	56,244
15	2037	138	0	16	154	56,312
16	2038	138	0	17	154	56,380
17	2039	138	0	17	155	56,447
18	2040	138	0	17	155	56,515
19	2041	138	0	17	155	56,583
20	2042	139	0	17	155	56,651

BAJA CONGESTIÓN						
Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.19%	0.35%	10.46%	100%	365	
0	2022	77	0	9	86	31,280
1	2023	77	0	9	86	31,318
2	2024	77	0	9	86	31,355
3	2025	77	0	9	86	31,393
4	2026	77	0	9	86	31,431
5	2027	77	0	9	86	31,468
6	2028	77	0	9	86	31,506
7	2029	77	0	9	86	31,544
8	2030	77	0	9	87	31,582
9	2031	78	0	9	87	31,620
10	2032	78	0	9	87	31,658
11	2033	78	0	9	87	31,696
12	2034	78	0	9	87	31,734
13	2035	78	0	9	87	31,772
14	2036	78	0	9	87	31,810
15	2037	78	0	9	87	31,848
16	2038	78	0	9	87	31,886
17	2039	78	0	9	87	31,924
18	2040	78	0	9	88	31,963
19	2041	78	0	9	88	32,001
20	2042	79	0	9	88	32,039

Fuente: Elaboración propia

## h) Vida Útil

Vida útil del PPI	
Vida útil promedio del proyecto	20 años

## i) Aspectos más Relevantes

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

### **Estudios técnicos**

El proyecto se realizó de acuerdo con 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 reconstrucción que se realizarán en un camino existente se necesita una exención en materia de impacto ambiental ante 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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe se consideran los obtenidos en campo. Ver anexo 2.

## j) Análisis de la Oferta Con Proyecto

Como ya se mencionó anteriormente el proyecto consiste en la reconstrucción de 10.0 km distribuidos en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe. El camino contara con un cuerpo de circulación para alojar dos carriles de circulación, uno para cada sentido. La carpeta asfáltica será a base de carpeta asfáltica presentando un IRI de 3 mm/m. 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 construirán cunetas en tramos aislados

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas con las que contara el camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 53 Características físicas y geométricas del camino Con proyecto, 2022**

CARACTERÍSTICAS	TRAMO 1	TRAMO 2
Condiciones del tramo	En buenas condiciones	En buenas condiciones
Inicio (Km)	0+000	8+845
Fin (Km)	6+800	12+045
Longitud del tramo (km)	6.80	3.20
Municipio (s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timilpan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Timilpan</li> <li>• Acambay</li> </ul>
Tipo de terreno	Lomerío	Lomerío
Numero de cuerpos	1	1
Sentidos de circulación	2	2
Camellón	No	No
Ancho de calzada (m)	7.0	7.0
Número de carriles	2, 1 para cada sentido	2, 1 para cada sentido
Ancho promedio de carril (m)	3.50	3.50
Tipo de superficie de rodamiento	Carpeta asfáltica en buenas condiciones	Carpeta asfáltica en buenas condiciones
Índice de rugosidad (m/km)	3 mm/m	3 mm/m
Obras de drenaje	Cunetas en tramos aislados en buenas condiciones	Cunetas en tramos aislados en buenas condiciones
Condiciones de señalamiento	En buenas condiciones	En buenas condiciones

Fuente: Elaboración propia

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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe, en los tramos del km 0+000 al Km 6+800 y del km 8+845 al km 12+045 es un tipo de servicio Tipo C.

**Tabla 54 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	<b>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.</b>
D	Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación.

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Nivel de Servicio		Carreteras de dos carriles
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](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf)

## k) Análisis de la Demanda con Proyecto

La demanda la constituye los vehículos que utilizan este camino para trasladarse desde un origen a un destino.

### 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 55 TDPA proyecto

	Tramo	SC	TDPA (2022)
1	Km 0+000 al Km 6+800	Ambos	4,464
2	Km 8+845 al Km 12+045	Ambos	2,493

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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe.

Tabla 56 Periodización Tramo 1

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	3,739.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
Media Congestión	573.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
Baja Congestión	152.00	89.03%	0.31%	10.66%	100.00%
<b>TDPA</b>	<b>4,464.00</b>	<b>89.03%</b>	<b>0.31%</b>	<b>10.66%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 57 Periodización Tramo 2**

Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045					
Tipo de vehículo	TDPA	A	B	C	Total
Alta Congestión	1,863.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
Media Congestión	544.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
Baja Congestión	86.00	89.19%	0.35%	10.46%	100.00%
<b>TDPA</b>	<b>2,493.00</b>	<b>89.19%</b>	<b>0.35%</b>	<b>10.46%</b>	<b>100.00%</b>

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 58 Composición vehicular**

Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe					
Tramo		TDPA	Clasificación		
			A	B	C
1	Km 0+000 al Km 6+800	4,464.00	89.03%	0.31%	10.66%
2	Km 8+845 al Km 12+045	2,493.00	89.19%	0.35%	10.46%

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 59 Ocupación Vehicular Promedio**

A	B	C
2.0	23.0	1.0

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.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 2017 al 2021, de la carretera Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro) en el Km 23+940, misma que es la carretera que se encuentra más cercana a la zona del proyecto de la cual se cuentan con datos viales.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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.

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

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional.<sup>12</sup>

N<sub>i</sub>: población en el momento inicial del periodo

N<sub>f</sub>: 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 60 Tasa de crecimiento Camino Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro)**

DATOS VIALES SCT				
Camino	Año	TDPA	Tasa de crecimiento anual	
Santo Domingo - T. C. (México - Querétaro) Ambos sentidos Km 23+940	2012	5,219	2012-2013	-0.71%
	2013	5,182	2013-2014	2.80%
	2014	5,327	2014-2015	-4.86%
	2015	5,068	2015-2016	2.49%
	2016	5,194	2016-2017	7.01%
	2017	5,558	2017-2018	-4.32%
	2018	5,318	2018-2019	1.73%
	2019	5,410	2019-2020	-3.68%
	2020	5,211	2020-2021	0.59%
	2021	5,242	<b>Promedio</b>	<b>0.12%</b>

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

<http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2022/>

Con base en el análisis anterior se determinó que la tasa decrecimiento a utilizar será de 0.12% 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 61 Proyección del TDPA Tramo 1 y Tramo 2**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800						
ALTA CONGESTIÓN						
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C		
		89.03%	0.31%	10.66%	100%	365
0	2022	3,329	12	399	3,739	1,364,735
1	2023	3,333	12	399	3,744	1,366,560

Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045						
ALTA CONGESTIÓN						
Año		Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual
		A	B	C		
		89.19%	0.35%	10.46%	100%	365
0	2022	1,662	7	195	1,863	679,995
1	2023	1,664	7	195	1,866	681,128

<sup>12</sup>[http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13\\_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf](http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf)

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800**

2	2024	3,337	12	399	3,748	1,368,200
3	2025	3,341	12	400	3,753	1,369,840
4	2026	3,345	12	400	3,757	1,371,481
5	2027	3,349	12	401	3,762	1,373,121
6	2028	3,353	12	401	3,766	1,374,762
7	2029	3,357	12	402	3,771	1,376,403
8	2030	3,361	12	402	3,775	1,378,045
9	2031	3,365	12	403	3,780	1,379,686
10	2032	3,369	12	403	3,784	1,381,328
11	2033	3,373	12	404	3,789	1,382,970
12	2034	3,377	12	404	3,793	1,384,612
13	2035	3,381	12	405	3,798	1,386,255
14	2036	3,385	12	405	3,802	1,387,897
15	2037	3,389	12	406	3,807	1,389,540
16	2038	3,393	12	406	3,811	1,391,183
17	2039	3,397	12	407	3,816	1,392,826
18	2040	3,401	12	407	3,820	1,394,470
19	2041	3,405	12	408	3,825	1,396,114
20	2042	3,409	12	408	3,829	1,397,758

**MEDIA CONGESTION**

Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.03%	0.31%	10.66%	100%	365	
0	2022	510	2	61	573	209,145
1	2023	511	2	61	574	209,567
2	2024	512	2	61	575	209,958
3	2025	513	2	61	576	210,350
4	2026	514	2	61	577	210,742
5	2027	515	2	61	578	211,134
6	2028	516	2	62	580	211,526
7	2029	517	2	62	581	211,918
8	2030	518	2	62	582	212,310
9	2031	519	2	62	583	212,702
10	2032	520	2	62	584	213,094
11	2033	521	2	62	585	213,486
12	2034	522	2	62	586	213,878
13	2035	523	2	62	587	214,270
14	2036	524	2	62	588	214,662
15	2037	525	2	62	589	215,055
16	2038	526	2	62	590	215,447
17	2039	527	2	62	591	215,839
18	2040	528	2	62	592	216,231
19	2041	529	2	62	593	216,624
20	2042	530	2	63	595	217,016

**BAJA CONGESTIÓN**

Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.03%	0.31%	10.66%	100%	365	
0	2022	135	0	16	152	55,308
1	2023	135	0	16	152	55,374
2	2024	136	0	16	152	55,441
3	2025	136	0	16	152	55,507
4	2026	136	0	16	152	55,574
5	2027	136	0	16	152	55,641
6	2028	136	0	16	153	55,707
7	2029	136	0	16	153	55,774

**Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045**

2	2024	1,666	7	195	1,868	681,943
3	2025	1,668	7	196	1,871	682,759
4	2026	1,670	7	196	1,873	683,575
5	2027	1,672	7	196	1,875	684,390
6	2028	1,674	7	196	1,877	685,206
7	2029	1,676	7	197	1,880	686,022
8	2030	1,678	7	197	1,882	686,838
9	2031	1,680	7	197	1,884	687,654
10	2032	1,682	7	197	1,886	688,471
11	2033	1,684	7	197	1,888	689,287
12	2034	1,686	7	198	1,891	690,103
13	2035	1,688	7	198	1,893	690,920
14	2036	1,690	7	198	1,895	691,737
15	2037	1,692	7	198	1,897	692,554
16	2038	1,694	7	199	1,900	693,370
17	2039	1,696	7	199	1,902	694,187
18	2040	1,698	7	199	1,904	695,005
19	2041	1,700	7	199	1,906	695,822
20	2042	1,702	7	200	1,909	696,639

**MEDIA CONGESTION**

Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.19%	0.35%	10.46%	100%	365	
0	2022	485	2	57	544	198,560
1	2023	486	2	57	545	198,914
2	2024	487	2	57	546	199,304
3	2025	488	2	57	547	199,694
4	2026	489	2	57	548	200,084
5	2027	490	2	57	549	200,474
6	2028	491	2	57	550	200,864
7	2029	492	2	57	551	201,254
8	2030	493	2	57	552	201,645
9	2031	494	2	58	554	202,035
10	2032	495	2	58	555	202,425
11	2033	496	2	58	556	202,815
12	2034	497	2	58	557	203,205
13	2035	498	2	58	558	203,596
14	2036	499	2	58	559	203,986
15	2037	500	2	58	560	204,376
16	2038	501	2	58	561	204,767
17	2039	502	2	58	562	205,157
18	2040	503	2	58	563	205,548
19	2041	504	2	58	564	205,938
20	2042	505	2	58	565	206,329

**BAJA CONGESTIÓN**

Año	Clasificación vehicular			Total Día	Total Anual	
	A	B	C			
	89.19%	0.35%	10.46%	100%	365	
0	2022	77	0	9	86	31,280
1	2023	77	0	9	86	31,318
2	2024	77	0	9	86	31,355
3	2025	77	0	9	86	31,393
4	2026	77	0	9	86	31,431
5	2027	77	0	9	86	31,468
6	2028	77	0	9	86	31,506
7	2029	77	0	9	86	31,544

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800							Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045						
8	2030	137	0	16	153	55,841	8	2030	77	0	9	87	31,582
9	2031	137	0	16	153	55,908	9	2031	78	0	9	87	31,620
10	2032	137	0	16	153	55,975	10	2032	78	0	9	87	31,658
11	2033	137	0	16	154	56,042	11	2033	78	0	9	87	31,696
12	2034	137	0	16	154	56,110	12	2034	78	0	9	87	31,734
13	2035	137	0	16	154	56,177	13	2035	78	0	9	87	31,772
14	2036	138	0	16	154	56,244	14	2036	78	0	9	87	31,810
15	2037	138	0	16	154	56,312	15	2037	78	0	9	87	31,848
16	2038	138	0	17	154	56,380	16	2038	78	0	9	87	31,886
17	2039	138	0	17	155	56,447	17	2039	78	0	9	87	31,924
18	2040	138	0	17	155	56,515	18	2040	78	0	9	88	31,963
19	2041	138	0	17	155	56,583	19	2041	78	0	9	88	32,001
20	2042	139	0	17	155	56,651	20	2042	79	0	9	88	32,039

Fuente: Elaboración propia

## I) 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 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 4.76%, 3.96% y 5.66% para los vehículos tipo A, tipo B y tipo C respectivamente en un terreno tipo lomerío suave y una reducción en el IRI de 6 mm/m a 3 mm/m. Para la situación con proyecto las velocidades son las siguientes:

**Tabla 62 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	61.77	55.00	51.01	55.93
Media Congestión	64.00	57.41	53.03	58.15
Baja Congestión	66.00	58.71	54.76	59.82

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 63 Velocidades de Recorrido para los periodos de alta, media y baja congestión Tramo 2**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800				
Tipo de vehículo	A	B	C	Promedio
Alta Congestión	60.92	52.31	48.84	54.02
Media Congestión	63.04	54.89	50.41	56.11
Baja Congestión	65.32	56.66	53.17	58.38

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 64 Características Tramo 1 Situación Con Proyecto**

<b>SITUACIÓN CON PROYECTO</b>				
<b>ALTA CONGESTIÓN</b>				
Longitud: 6.8 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	61.77	55.00	51.01	55.93
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,704.19	\$14,177.09	\$8,709.92	
COV's/km -veh	\$4.70	\$14.18	\$8.71	
Tiempo de recorrido	00:06:36	00:07:25	00:08:00	
<b>MEDIA CONGESTIÓN</b>				
Longitud: 6.8 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	64.00	57.41	53.03	58.15
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,676.73	\$14,151.67	\$8,682.90	
COV's/km -veh	\$4.68	\$14.15	\$8.68	
Tiempo de recorrido	00:06:23	00:07:06	00:07:42	
<b>BAJA CONGESTIÓN</b>				
Longitud: 6.8 Km	Costos de operación vehicular			IRI mm/m
Clasificación Vehicular	A	B	C	3.00
Velocidad Promedio	66.00	58.71	54.76	59.82
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,652.10	\$14,138.06	\$8,659.82	
COV's/km -veh	\$4.65	\$14.14	\$8.66	
Tiempo de recorrido	00:06:11	00:06:57	00:07:27	

Fuente: Elaboración propia

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

**Tabla 65 Características Tramo 1 Situación Con Proyecto**

<b>SITUACIÓN CON PROYECTO</b>				
<b>ALTA CONGESTIÓN</b>				
Longitud: 3.2 Km	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
Clasificación Vehicular	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	3.00
Velocidad Promedio	60.92	52.31	48.84	54.02
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,332.47	\$4,475.28	\$8,577.79	
COV's/km -veh	\$4.33	\$4.48	\$8.58	
Tiempo de recorrido	00:06:42	00:07:48	00:08:21	
<b>MEDIA CONGESTIÓN</b>				
Longitud: 3.2 Km	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
Clasificación Vehicular	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	3.00
Velocidad Promedio	63.04	54.89	50.41	56.11
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,304.40	\$4,414.76	\$8,538.60	
COV's/km -veh	\$4.30	\$4.41	\$8.54	
Tiempo de recorrido	00:06:28	00:07:26	00:08:06	
<b>BAJA CONGESTIÓN</b>				
Longitud: 3.2 Km	<b>Costos de operación vehicular</b>			<b>IRI mm/m</b>
Clasificación Vehicular	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	3.00
Velocidad Promedio	60.92	52.31	48.84	54.02
COV \$/Km (1,000 vehículos)	\$4,274.28	\$4,373.08	\$8,469.25	
COV's/km -veh	\$4.27	\$4.37	\$8.47	
Tiempo de recorrido	00:06:42	00:07:48	00:08:21	

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 66 Parámetros con los que se alimentó el VOC-MEX 3.0 Situación Sin Proyecto**

<b>Vehículo ligero</b>		<b>TRAMO 1</b>	<b>TRAMO 2</b>
<b>Características de la carretera</b>			
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	Grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	Fracción	D*	D*
8. altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00
*(valor por "default" del programa en función de la curvatura)			
Selección del vehículo, tipo del vehículo		4.00	
<b>Características del vehículo</b>			
1. Peso del vehículo	kg	1,680.00	1,680.00
2. Carga útil	kg	1,030.00	1,030.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	63.87	63.87
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	51.91	51.91
<b>5. Velocidad deseada</b>	<b>km/h</b>	<b>61.77</b>	<b>60.92</b>

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.46	0.46
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	2.58	2.58
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	3 700.00	3 700.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16	1.16

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

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

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

Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.31	0.31
2. Cpo	Refacciones	32.49	32.49
3. CPq	Refacciones	13.7	13.7
4. QIPo	Refacciones	120.00	120.00
5. Clo	Mantenimiento	77.14	77.14
6. CLp	Mantenimiento	0.55	0.55
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Coo	Lubricantes	1.55	1.55
9. FRATIOo	VCURVE	0.22	0.22
10. FRATIO1	VCURVE	0.00	0.00
11. ARVMAX	VROUGH	239.70	239.70
1. BW	VDESIR	1.00	1.00
2. BETA	Velocidad	0.31	0.31
3. Eo	Velocidad	1	1
4. Ao	Combustible	6 014.00	6 014.00
5. A1	Combustible	37.60	37.60

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

6. A2	Combustible	0.00	0.00
7. A3	Combustible	3 846.00	3 846.00
8. A4	Combustible	1.40	1.40
9. A5	Combustible	0.00	0.00
10. A6	Combustible	3604	3604
11. A7	Combustible	0.00	0.00
12. NHO	Combustible	-12.00	-12.00

Autobús Foráneo			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

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

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	17 500.00	17 500.00
2. Carga útil	kg	7 500.00	7 500.00
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	288.95	288.95
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	333.56	333.56
5. Velocidad deseada	km/h	<b>55.00</b>	<b>52.31</b>
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.65	0.65
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	6.98	6.98
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	1 700	1700
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15

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

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

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	2'289,927.00	2'289,927.00
2. Costo del combustible	\$/litro	18.0	18.0
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,886.00	2,886.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	81.06	81.06
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	70.0	70.0
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	1.42	1.42

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

Camión de dos ejes			
Características de la carretera		TRAMO 1	TRAMO 2
1. Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1.00	1.00
2. Rigurosidad promedio (IIR)	m/km	8.00	8.00
3. Pendiente media ascendente	%	0.73	1.00
4. Pendiente media descendente	%	0.43	0.97
5. Proporción de viaje ascendente	%	37.14	49.23
6. Curvatura horizontal promedio	grados/km	0.00	0.00
7. Sobrevaluación promedio (peralte)	fracción	D*	D*
8. Altitud del terreno	m/km	2,637	2,633
9. Numero efectivo de carriles	código: 1-Uno 0-Más de uno	0.00	0.00

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

Selección del vehículo, tipo del vehículo

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Características del vehículo			
1. Peso del vehículo	kg	5 501.60	5 501.60
2. Carga útil	kg	10,374.10	10,374.10
3. Potencia máxima en operación	HP métrico	163.49	163.49
4. Potencia máxima del freno	HP métrico	218.27	218.27
<b>5. Velocidad deseada</b>	<b>km/h</b>	<b>51.01</b>	<b>48.84</b>
6. Coeficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.85	0.85
7. Área frontal proyectada	m <sup>2</sup>	6.05	6.05
8. Velocidad calibrada del motor	RPM	2 100.00	2 100.00
9. Factor de eficiencia energética	adimensional	0.80	0.80
10. Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.15	1.15
Características de los neumáticos			
1. Numero de llantas por vehículo	#	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>
2. Volumen de hule utilizada por llanta	dm <sup>3</sup>	7.60	7.60
3. Costo de renovación / costo llanta nueva	Fracción	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>
4. Máximo número de renovaciones	adimensional	2.39	2.39
5. Termino const. del modelo de desgaste	m <sup>3</sup> /m	0.16	0.16
6. Coeficiente de desgaste	10E-3 dm <sup>3</sup> /kj	12.78	12.78
Datos sobre la utilización del vehículo			
1. Numero de km conducidos por año	km	150 000.00	150 000.00
2. Número de horas conducidas por año	horas	2 860.00	2 860.00
3. Índice de utilización horario	fracción	0.85	0.85
4. Vida útil promedio de servicio	años	8.00	8.00
5. ¿Usar vida útil constante?	Código: 1-si 0-no	1.00	1.00
6. Edad del vehículo, en kilómetros	km	500 000.00	500 000.00
7. Número de pasajeros por vehículos	#	0.00	0.00
Costos unitarios en pesos			
1. Precio del vehículo nuevo	\$	565,702.81	565,702.81
2. Costo del combustible	\$/litro	18.00	18.00
3. Costo de los lubricantes	\$/litro	37.07	37.07
4. Costo por llanta nueva	\$/llanta	2,700.00	2,700.00
5. Tiempo de los operarios	\$/hora	0.00	0.00
6. Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00
7. Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	51.50	51.50
8. Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00
9. Tasa de interés anual	%	4.10	4.10
10. Costos indirectos por veh-km	\$	0.89	0.89
Coeficientes adicionales			
1. KP	Refacciones	0.37	0.37
2. Cpo	Refacciones	1.49	1.49
3. CPq	Refacciones	251.79	251.79
4. QIPo	Refacciones	0.00	0.00
5. Clo	Mantenimiento	242.03	242.03
6. CLp	Mantenimiento	0.52	0.52
7. CLq	Mantenimiento	0.00	0.00
8. Co	Lubricantes	3.07	3.07
9. FRATIOo	VCURVE	0.29	0.29
10. FRATIO1	VCURVE	0.09	0.09

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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

Fuente: Publicación Técnica No. 653, IMT  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt653.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 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT.

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

**Tabla 67 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido Con Proyecto**

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	148.36
Valor tiempo por motivo de trabajo	54.89
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	32.94
% 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, 2022, NOTAS núm. 195, ENERO-FEBRERO 2022, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

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

**Tabla 68 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo Sin Proyecto**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800			Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045		
Situación Con Proyecto			Situación Con Proyecto		
COV	Tiempo	CGV	COV	Tiempo	CGV
-	-	-	-	-	-
\$57,196,122.98	\$46,607,123.44	\$103,803,246.42	\$29,550,326.43	\$26,669,229.47	\$56,219,555.91

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800			Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045		
\$59,970,047.20	\$46,719,049.64	\$106,689,096.84	\$30,985,659.63	\$26,733,579.23	\$57,719,238.86
\$62,878,419.59	\$46,831,216.74	\$109,709,636.33	\$32,490,661.73	\$26,798,067.03	\$59,288,728.76
\$65,927,752.85	\$46,943,625.24	\$112,871,378.09	\$34,068,712.12	\$26,862,693.17	\$60,931,405.29
\$69,124,874.99	\$47,056,275.66	\$116,181,150.66	\$35,723,354.02	\$26,927,457.93	\$62,650,811.96
\$72,476,944.59	\$47,169,168.52	\$119,646,113.11	\$37,458,302.38	\$26,992,361.63	\$64,450,664.01
\$75,991,466.78	\$47,282,304.32	\$123,273,771.10	\$39,277,452.24	\$27,057,404.53	\$66,334,856.78
\$79,676,309.99	\$47,395,683.59	\$127,071,993.58	\$41,184,887.45	\$27,122,586.95	\$68,307,474.40
\$83,539,723.58	\$47,509,306.84	\$131,049,030.42	\$43,184,889.79	\$27,187,909.17	\$70,372,798.96
\$87,590,356.24	\$47,623,174.59	\$135,213,530.83	\$45,281,948.58	\$27,253,371.50	\$72,535,320.07
\$91,837,275.30	\$47,737,287.37	\$139,574,562.66	\$47,480,770.73	\$27,318,974.22	\$74,799,744.95
\$96,289,987.00	\$47,851,645.68	\$144,141,632.68	\$49,786,291.30	\$27,384,717.63	\$77,171,008.93
\$100,958,457.72	\$47,966,250.06	\$148,924,707.78	\$52,203,684.49	\$27,450,602.04	\$79,654,286.53
\$105,853,136.27	\$48,081,101.03	\$153,934,237.29	\$54,738,375.29	\$27,516,627.74	\$82,255,003.03
\$110,984,977.15	\$48,196,199.10	\$159,181,176.26	\$57,396,051.60	\$27,582,795.02	\$84,978,846.62
\$116,365,465.12	\$48,311,544.82	\$164,677,009.93	\$60,182,676.95	\$27,649,104.20	\$87,831,781.15
\$122,006,640.75	\$48,427,138.70	\$170,433,779.45	\$63,104,503.90	\$27,715,555.56	\$90,820,059.46
\$127,921,127.40	\$48,542,981.26	\$176,464,108.66	\$66,168,087.95	\$27,782,149.41	\$93,950,237.36
\$134,122,159.33	\$48,659,073.05	\$182,781,232.38	\$69,380,302.31	\$27,848,886.05	\$97,229,188.36
\$140,623,611.31	\$48,775,414.59	\$189,399,025.90	\$72,748,353.22	\$27,915,765.79	\$100,664,119.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69 SSP Costos de Operación Vehicular y Costos Valor del Tiempo longitud total

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
Año		Situación Con Proyecto		
		COV	Tiempo	CGV
0	2022	-	-	-
1	2023	\$86,746,449.41	\$73,276,352.91	\$160,022,802.32
2	2024	\$90,955,706.83	\$73,452,628.87	\$164,408,335.70
3	2025	\$95,369,081.32	\$73,629,283.77	\$168,998,365.08
4	2026	\$99,996,464.97	\$73,806,318.41	\$173,802,783.38
5	2027	\$104,848,229.01	\$73,983,733.60	\$178,831,962.61
6	2028	\$109,935,246.97	\$74,161,530.14	\$184,096,777.12
7	2029	\$115,268,919.02	\$74,339,708.85	\$189,608,627.87
8	2030	\$120,861,197.44	\$74,518,270.54	\$195,379,467.98
9	2031	\$126,724,613.37	\$74,697,216.01	\$201,421,829.38
10	2032	\$132,872,304.82	\$74,876,546.09	\$207,748,850.91
11	2033	\$139,318,046.03	\$75,056,261.58	\$214,374,307.62
12	2034	\$146,076,278.29	\$75,236,363.31	\$221,312,641.61
13	2035	\$153,162,142.21	\$75,416,852.10	\$228,578,994.31
14	2036	\$160,591,511.55	\$75,597,728.76	\$236,189,240.32
15	2037	\$168,381,028.75	\$75,778,994.13	\$244,160,022.88
16	2038	\$176,548,142.07	\$75,960,649.02	\$252,508,791.09
17	2039	\$185,111,144.65	\$76,142,694.26	\$261,253,838.90
18	2040	\$194,089,215.35	\$76,325,130.68	\$270,414,346.03
19	2041	\$203,502,461.64	\$76,507,959.11	\$280,010,420.75
20	2042	\$213,371,964.53	\$76,691,180.38	\$290,063,144.91

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle del cálculo de los Costos Generalizados de Viaje ver la pestaña Sit. Con Proyecto de la memoria de cálculo.

## 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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay tendrá un costo de \$51,230,000.00 con el Impuesto al Valor Agregado (IVA), los recursos provendrán del PAD

#### **Inversión con recursos del PAD 2020**

**Tabla 70 Presupuesto desglosado**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045					
CONCEPTO	Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PU C/IVA	IMPORTE
Terracerías	Limpieza general del pavimento, incluye carga y retiro de material fuera de la obra, por unidad de obra terminada.	m2	70,000.00	\$2.18	\$152,656.00
	Cortes	m3	16,100.00	\$156.60	\$2,521,260.00
	Terraplenes: Recompactación del terreno natural e	m3	14,000.00	\$63.80	\$893,200.00
	Formación de capa subrasante para zonas inestables	m3	1,400.00	\$342.20	\$479,080.00
Drenaje y Subdrenaje	Cuneta de concreto hidráulico	m	1,949.00	\$429.20	\$836,510.80
	Construcción de capas drenantes	m3	2,100.00	\$533.60	\$1,120,560.00
	Limpieza de alcantarillas	m	360.00	\$220.40	\$79,344.00
Pavimentos	Riego de Impregnación	m2	70,000.00	\$32.90	\$2,302,832.00
	Carpeta asfáltica de 8 cm de espesor	m3	5,600.00	\$5,336.00	\$29,881,600.00
	Recuperación en frio de pavimentos asfálticos: producto de material de banco	m3	7,000.00	\$765.60	\$5,359,200.00
	Recuperación en frio de pavimentos asfálticos: producto de material de recuperado	m3	7,000.00	\$429.20	\$3,004,400.00
	Recuperación en frio de pavimentos asfálticos: producto estabilizador (Cemento Portland)	Kg	735,000.00	\$4.64	\$3,410,400.00
Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Raya separadora de sentidos de circulación continua de 15 cm de ancho, en color amarillo	m	8,100.00	\$18.56	\$150,336.00
	Raya separadora de sentidos de circulación discontinua de 15 cm de ancho, en color amarillo	m	1,900.00	\$18.56	\$35,264.00

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

Señalamiento y Dispositivos de Seguridad	Raya en la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho, en color blanco	m	20,000.00	\$18.56	\$371,200.00
	botones de 10 x 10 cm color ámbar	Pza.	540.00	\$102.08	\$55,123.20
	botones de 10 x 10 cm color blanco	Pza.	127.00	\$102.08	\$12,964.16
	botones de 10 x 10 cm color blanco	Pza.	1,335.00	\$102.08	\$136,276.80
	Señales preventivas de 71 x 71 cm	Pza.	41.00	\$2,900.00	\$118,900.00
	Señales restrictivas de 71 x 71 cm	Pza.	22.00	\$2,900.00	\$63,800.00
	Señalamiento y dispositivos para protección en obras	Pza.	219.00	\$926.94	\$203,000.00
	Anuncio espectacular metálico informativos de obra de 3.0 x 5.0 m	Pza.	1.00	\$42,093.04	\$42,093.04
<b>TOTAL CON IVA</b>					<b>\$51,230,000.00</b>

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: <sup>13</sup>

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_c - CGV_0$$

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 71. Costos por molestia

	Molestias Anuales (\$)					
	Año	Auto	Autobús	Camión	TOTAL	
CGV's Sin Proyecto	0	2022	\$109,211,536.83	\$2,011,310.66	\$65,589,340.61	\$176,812,188.10
CGV's En Construcción	0	2022	\$113,970,442.70	\$2,101,260.95	\$68,499,012.58	\$184,570,716.23
Molestias	0	2022	\$4,758,905.87	\$89,950.29	\$2,909,671.97	\$7,758,528.13

LONGITUD TOTAL	Tiempo de Ejecución	Monto por molestias
Molestias Anuales	12 Meses	\$7,758,528.13
Molestias Mensuales	1 Mes	\$646,544.01
Alternativa A	5 Meses	\$3,232,720.05

Fuente: Elaboración propia

<sup>13</sup> Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met\\_Carreteras\\_Parte2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf)

Para mayor detalle del cálculo de costos por molestias ver la pestaña Molestias de la memoria de cálculo.

#### 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 Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe

#### ✓ **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.<sup>14</sup>

\*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 8 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.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

<sup>15</sup> GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

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 8 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 8 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

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 subtramos, para asegurar condiciones óptimas de funcionamiento en cuanto a servicio y seguridad para los usuarios,".<sup>16</sup>

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 cuentas en el año 21.

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

**Tabla 72 Mantenimiento de alternativa A**

<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045</b>				
<b>DATOS</b>				
LONGITUD =		10000.00		M
ANCHO =		7.00		M
ÁREA =		70000		M <sup>2</sup>
<b>CARPETA ASFÁLTICA</b>				
<b>CONSERVACIÓN RUTINARIA</b>			<b>ANUAL</b>	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Limpieza	m2	70,000	\$1.95	\$136,500.00
Bacheo aislado (5 cm)	m2	7,000	\$240.00	\$1,680,000.00
Señalamiento horizontal	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$3,255,500.00</b>
<b>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Riego de Sello)</b>			<b>3 AÑOS</b>	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Bacheo aislado (7 cm)	m2	7,000	\$335.00	\$2,345,000.00
Renivelaciones (3.5 cm)	m2	858	\$170.00	\$145,775.00
Riego de sello	m2	70,000	\$75.00	\$5,250,000.00
Señalamiento	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$10,127,700.00</b>
<b>CONSERVACIÓN PERIÓDICA (Sobrecarpeta)</b>			<b>10 AÑOS</b>	
CONCEPTOS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Sobrecarpeta (5cm)	m2	70,000	\$230.00	\$16,100,000.00
Fresado de carpeta (5cm)	m2	70,000	\$38.00	\$2,660,000.00
Señalamiento	m	60,000	\$16.50	\$990,000.00
<b>TOTAL + IVA=</b>				<b>\$22,910,000.00</b>

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

<sup>16</sup> GUÍA DE PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS PARA LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN MÉXICO 2014-SCT

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto, de acuerdo a las frecuencias indicadas.

**Tabla 73 Mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
Mantenimiento Proyecto				
Mantenimiento asfalto				
AÑO	Alternativa			TOTAL
	Rutinaria	Conservación Periódica		
	Anual	3 Años	10 Años	
0				
1	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
2	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
3		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86
4	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
5	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
6		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86
7	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
8	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
9		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86
10			\$19,750,000.00	\$19,750,000.00
11	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
12		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86
13	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
14	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
15		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86
16	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
17	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
18		\$8,730,775.86		\$8,730,775.86
19	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52
20	\$2,806,465.52			\$2,806,465.52

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.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 parámetros con los que se alimentó el VOC para la situación con proyecto son los que se muestran en la siguiente tabla.

A continuación, se presentan los costos totales de operación vehicular para las situaciones sin y con proyecto, en el primer año óptimo de operación.

**Tabla 74 Costos de Operación Vehicular.**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
Año		COV	COV	Beneficios
		Sin Proyecto	Con proyecto	
0	2022	-	-	-
1	2023	\$99,724,918.15	\$86,746,449.41	\$12,978,468.73
2	2024	\$104,563,986.57	\$90,955,706.83	\$13,608,279.74
3	2025	\$109,637,715.18	\$95,369,081.32	\$14,268,633.86
4	2026	\$114,957,476.34	\$99,996,464.97	\$14,961,011.37
5	2027	\$120,535,193.29	\$104,848,229.01	\$15,686,964.27
6	2028	\$126,383,366.70	\$109,935,246.97	\$16,448,119.73
7	2029	\$132,515,102.74	\$115,268,919.02	\$17,246,183.72
8	2030	\$138,944,142.29	\$120,861,197.44	\$18,082,944.85
9	2031	\$145,684,891.72	\$126,724,613.37	\$18,960,278.35
10	2032	\$152,752,455.09	\$132,872,304.82	\$19,880,150.27
11	2033	\$160,162,667.90	\$139,318,046.03	\$20,844,621.87
12	2034	\$167,932,132.54	\$146,076,278.29	\$21,855,854.25
13	2035	\$176,078,255.36	\$153,162,142.21	\$22,916,113.15
14	2036	\$184,619,285.59	\$160,591,511.55	\$24,027,774.04
15	2037	\$193,574,356.17	\$168,381,028.75	\$25,193,327.42
16	2038	\$202,963,526.46	\$176,548,142.07	\$26,415,384.39
17	2039	\$212,807,827.13	\$185,111,144.65	\$27,696,682.48
18	2040	\$223,129,307.14	\$194,089,215.35	\$29,040,091.79
19	2041	\$233,951,083.02	\$203,502,461.64	\$30,448,621.38
20	2042	\$245,297,390.53	\$213,371,964.53	\$31,925,426.00

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

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.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Cuadro 2 del Boletín Notas 195, Artículo 1, enero-febrero de 2022, del IMT. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 75 Configuración del valor del tiempo.**

Características Valor Tiempo	
Salario Mínimo General Promedio (en pesos)	148.36
Valor tiempo por motivo de trabajo	54.89
% coeficiente tiempo motivo trabajo	97.1%
Valor del tiempo por motivo de placer	32.94
% 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: 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 76 Costos Valor Tiempo.**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
Año		Tiempo Sin Proyecto	Tiempo Con proyecto	Beneficios
0	2022	-	-	-
1	2023	\$77,087,269.95	\$73,276,352.91	\$3,810,917.04
2	2024	\$77,272,708.02	\$73,452,628.87	\$3,820,079.15
3	2025	\$77,458,544.89	\$73,629,283.77	\$3,829,261.13
4	2026	\$77,644,781.43	\$73,806,318.41	\$3,838,463.02
5	2027	\$77,831,418.47	\$73,983,733.60	\$3,847,684.87
6	2028	\$78,018,456.87	\$74,161,530.14	\$3,856,926.72
7	2029	\$78,205,897.47	\$74,339,708.85	\$3,866,188.62
8	2030	\$78,393,741.13	\$74,518,270.54	\$3,875,470.59
9	2031	\$78,581,988.71	\$74,697,216.01	\$3,884,772.70
10	2032	\$78,770,641.07	\$74,876,546.09	\$3,894,094.98
11	2033	\$78,959,699.06	\$75,056,261.58	\$3,903,437.47
12	2034	\$79,149,163.54	\$75,236,363.31	\$3,912,800.22
13	2035	\$79,339,035.38	\$75,416,852.10	\$3,922,183.28
14	2036	\$79,529,315.44	\$75,597,728.76	\$3,931,586.68
15	2037	\$79,720,004.59	\$75,778,994.13	\$3,941,010.47
16	2038	\$79,911,103.70	\$75,960,649.02	\$3,950,454.69
17	2039	\$80,102,613.64	\$76,142,694.26	\$3,959,919.39
18	2040	\$80,294,535.28	\$76,325,130.68	\$3,969,404.60
19	2041	\$80,486,869.49	\$76,507,959.11	\$3,978,910.39
20	2042	\$80,679,617.16	\$213,371,964.53	\$31,925,426.00

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

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 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 77 Costos Generalizados de Viaje**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 Y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045				
Año		CGV	CGV	Beneficios
		Sin Proyecto	Con proyecto	
0	2022	-	-	-
1	2023	\$176,812,188.10	\$160,022,802.32	\$16,789,385.77
2	2024	\$181,836,694.59	\$164,408,335.70	\$17,428,358.89
3	2025	\$187,096,260.07	\$168,998,365.08	\$18,097,894.99
4	2026	\$192,602,257.77	\$173,802,783.38	\$18,799,474.39
5	2027	\$198,366,611.76	\$178,831,962.61	\$19,534,649.15
6	2028	\$204,401,823.57	\$184,096,777.12	\$20,305,046.45
7	2029	\$210,721,000.21	\$189,608,627.87	\$21,112,372.34
8	2030	\$217,337,883.42	\$195,379,467.98	\$21,958,415.44
9	2031	\$224,266,880.43	\$201,421,829.38	\$22,845,051.05
10	2032	\$231,523,096.15	\$207,748,850.91	\$23,774,245.25
11	2033	\$239,122,366.96	\$214,374,307.62	\$24,748,059.34
12	2034	\$247,081,296.08	\$221,312,641.61	\$25,768,654.47
13	2035	\$255,417,290.74	\$228,578,994.31	\$26,838,296.43
14	2036	\$264,148,601.03	\$236,189,240.32	\$27,959,360.72
15	2037	\$273,294,360.76	\$244,160,022.88	\$29,134,337.88
16	2038	\$282,874,630.16	\$252,508,791.09	\$30,365,839.07
17	2039	\$292,910,440.77	\$261,253,838.90	\$31,656,601.87
18	2040	\$303,423,842.42	\$270,414,346.03	\$33,009,496.39
19	2041	\$314,437,952.51	\$280,010,420.75	\$34,427,531.76
20	2042	\$325,977,007.69	\$290,063,144.91	\$35,913,862.78

Fuente: Elaboración propia con base en evaluación.

### c) Calculo de Indicadores de Rentabilidad

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	<b>\$95,898,656.88</b>
Tasa interna de retorno (TIR)	<b>30.47%</b>
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	<b>29.50%</b>

## 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 3 variables que se consideraron como las más relevantes para este tipo de proyectos, que son:

**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 78 Análisis de Sensibilidad**

Tramo 1 Km 0+000 al Km 6+800 y Tramo 2 Km 8+845 al Km 12+045					
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Inversión	-60.00%	\$ 122,396,932.74	66.32%	80.34%	
	-50.00%	\$ 117,980,553.43	55.05%	66.32%	
	-40.00%	\$ 113,564,174.12	47.19%	56.47%	
	-30.00%	\$ 109,147,794.81	41.38%	49.17%	
	-20.00%	\$ 104,731,415.50	36.92%	43.54%	
	-10.00%	\$ 100,315,036.19	33.37%	39.06%	
	0.00%	\$ 95,898,656.88	30.47%	29.50%	Proyecto
	+100.00%	\$ 51,734,863.77	16.35%	18.34%	
	+150.00%	\$ 29,652,967.22	13.07%	14.77%	
	+200.00%	\$ 7,571,070.67	10.68%	12.37%	
	+217.14%	\$ -	10.00%	11.72%	
+272.70%	-\$ 24,536,006.92	8.12%	10.00%		
+275.00%	-\$ 25,551,774.16	8.05%	9.94%		
Variable	Factor de Sensibilidad	VPN	TIR	TRI mol	
Mantenimiento	-60.00%	\$ 122,961,390.27	35.79%	33.05%	
	-50.00%	\$ 118,450,934.71	34.91%	32.46%	
	-40.00%	\$ 113,940,479.14	34.04%	31.87%	
	-30.00%	\$ 109,430,023.58	33.16%	31.28%	
	-20.00%	\$ 104,919,568.01	32.27%	30.69%	
	-10.00%	\$ 100,409,112.44	31.37%	30.09%	
	0.00%	\$ 95,898,656.88	30.47%	29.50%	Proyecto

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

	+100.00%	\$ 50,794,101.22	21.12%	23.58%	
	+200.00%	\$ 5,689,545.56	11.25%	17.66%	
	+300.00%	-\$ 39,415,406.10	1.57%	11.74%	
	+212.61%	\$ -	10.00%	16.91%	
	+329.36%	-\$ 52,656,005.84	-1.10%	10.00%	
	+330.00%	-\$ 52,946,376.80	-1.16%	9.96%	
<b>Variable</b>	<b>Factor de Sensibilidad</b>	<b>VPN</b>	<b>TIR</b>	<b>TRI mol</b>	
Demanda	-56.00%	-\$ 9,605,189.51	7.51%	9.66%	
	-55.05%	-\$ 7,823,382.53	7.99%	10.00%	
	-50.90%	\$ -	10.00%	11.47%	
	-50.00%	\$ 1,698,794.03	10.42%	11.79%	
	-40.00%	\$ 20,538,766.60	14.85%	15.33%	
	-20.00%	\$ 58,218,711.74	22.90%	22.42%	
	0.00%	\$ 95,898,656.88	30.47%	29.50%	Proyecto
	+10.00%	\$ 114,738,629.45	34.18%	33.04%	
	+20.00%	\$ 133,578,602.02	37.86%	36.59%	
	+30.00%	\$ 152,418,574.59	41.51%	40.13%	
	+40.00%	\$ 171,258,547.16	45.15%	43.67%	
	+50.00%	\$ 190,098,519.72	48.78%	47.21%	
+60.00%	\$ 208,938,492.29	52.40%	50.76%		

Fuente: Elaboración propia

## 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 realizar 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 construcciones de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones, principalmente ante un cambio de 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.

Tabla 79 Matriz de Riesgos para la construcción del proyecto

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACIÓN 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

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
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 programación (o cronología) de ejecución de las obras.		100%	B	M
	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		100%	B	A

ACB-"Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	ocasionadas por la no entrega oportuna, de las revisiones y/o actualizaciones, de cálculos y/o diseños y/o estudios definitivos, del proyecto, que 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 Asegurable	Riesgo presentado por 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		100%	B	A

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

RIESGOS	TIPIFICACIÓN DEL RIESGO	ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE)		ESTIMACIÓN DEL RIESGO	
	DESCRIPCIÓN	Dependencia	Contratista	Probabilidad de Ocurrencia	Efecto en el Contrato
	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
<b>Regulatorio</b>	Adaptación del Proyecto al marco regulatorio técnico a través de los canales institucionales.
<b>Diseño</b>	Detalle de especificaciones técnicas en el anexo de la licitación
<b>Construcción</b>	Adecuada Evaluación Técnica del Proyecto en fase de Licitación Cumplimiento al Programa de ejecución de obra
<b>Financiero</b>	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.
<b>Aseguramiento</b>	Términos y Condiciones Contractual
<b>Ambiental</b>	Autorización Ambiental
<b>Fuerza Mayor Asegurable</b>	Seguro
<b>Fuerza Mayor NO Asegurable</b>	Fuerza Mayor
<b>Político Social</b>	Acciones de Atención Ciudadana
<b>Terminación Anticipada</b>	Fianza de Cumplimiento.

## VI. Conclusiones y recomendaciones

La "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay" **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 a lo largo de 10.0 km, contará 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 Timilpan y Acambay 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 Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay 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 equivalente al 30.47 %; una Tasa de Rentabilidad Inmediata de 29.50% 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 95.89 millones. La Tasa de Rentabilidad Inmediata de 29.50% lo cual indica que el proyecto es compatible con el momento óptimo para iniciar la inversión.

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:

ACB- "Reconstrucción del camino Km 33.0 (Ixtlahuaca-Jilotepec)-Pathe en el Km. 0+000 al Km 6+800 y Km 8+845 al Km 12+045, en el municipio de Timilpan Y Acambay"

---

- 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 Timilpan y Acambay, 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. 195 enero-febrero 2022, Artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2022.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2021 IMT Publicación técnica no 653.

Libro de datos viales SCT 2012-2022 <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/2022/>

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		04/05/2022

Versión	Fecha
1.0	04/05/2022

\*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.